

P A U L D A V I E S

EGYEDÜL VAGYUNK

A VILÁGEGYETEMBEN?

A FÖLDÖN KÍVÜLI ÉLET FELFEDEZÉSÉNEK FILOZÓFIAI KÖVETKEZMÉNYEI



KULTURTRADE

VILÁG-EGYETEM

Paul Davies

EGYEDÜL VAGYUNK A VILÁGEGYETEMBEN?

([Tartalom](#))

E könyv a Sigma-Tau Alapítvány támogatásával, a Lezione Italiane sorozat keretében a Milánói Egyetemen 1993. november 8-9-én tartott előadásokra épül, melyek szövegét olaszul a Laterza kiadó jelentette meg.

Lucretius

DE RERUM NATURA

(részlet, ll. 1052-1089)

[Így már] semmi esetre se gondolhatjuk igaznak, hogyha a végtelen űr korlátlan minden irányban, s számtalanul sok atom száll ott óriási tömegben, számtalanul sok módon, örök mozgásra csigázva, épp csak e Föld s csak ez ég egyedül lett volna teremtvé, s annyi anyag-részből meg nem született odakint más. Főleg mert ez a lenti világ is emígy alakult ki; véletlen folytán ősmagvai összeütödvén céltalanul, vakon és számos módon tömörültek, míg egygé mostak párat, melyek összekötödvé nagy dolgok kezdő-pontjává lettek örökre: földnek, a víznek, az égnek, az élők bármi fájának. Ennélfogva megint el kell ismerni, ilyenképp

vannak másutt is más sűrűsödések anyagból, mint ez, amit féltőn tart itt öleléssel a légkör.

Mindezekén kívül; minthogy van bőven anyagrészt és elegendő tér, nem gátolhatja meg immár semmi a fejlődésüket és dolgok születését.

Nos, ha valóban olyan nagyszámu atom van, amelynek számbavevéséhez minden lény léte kevés lesz, és ha a természet törvénye örök, mely a dolgok magvait összetereelni akárhova képes, ahogy már így ide összetereelte, be kell ismerni megint csak: vannak más Földek még, más részében az űrnek, hol más emberi faj, más nembeli állatok élnek.

Még ide tartozik az, hogy semmi sem egy a világon, mely egyedül születik, vagy akár egyedül növekednék, egy fajnak sem lenne a tagja, amelyben igen sok társa ne lenne. Amint ezt főleg az állati rendben láthatod: így a vadont járó sokféle vadaknál, így van e kétalakú fajtánknál, így van a néma pikkelyeseknél, és madaraknak népe között is. Épp emiatt ismét el kell ismerni, hogy égbolt, Föld, meg a Nap, vagy a Hold és tenger, s mind ami csak van, nem lehet így egyedül, sőt számuk számtalan inkább; minthogy mindezt léte határvéje várja szilárdan, és szintúgy született testekből állnak, akárcsak minden egyéb más faj, bővelkedvén egyedekben.

Fordította: Teravagimov Péter

Előszó

A kérdés, hogy vajon az emberiség egyedül van-e a Világegyetemben, a filozófia egyik legrégebbi problémája, amelynek mélyreható következményei vannak egész világképünkre. Az utóbbi években ez a téma a tudomány számára is különösen érdekessé vált. A biokémia és a molekuláris biológia fejlődése következtében a tudomány megkezdhette felderíteni az élet eredetének titkát. A csillagászat felfedezései a figyelem középpontjába állították a Naprendszeren kívüli bolygók létezésének kérdését, beleértve azok kémiai és fizikai felépítését. Az űrprogram lehetőséget teremtett arra, hogy a szomszédos bolygókon közvetlenül kutassunk az élet nyomai után. Mindezekén túl, a közelmúltban megkezdődött egy fontos kutatási program, melynek célja, hogy felfogják a Tejútrendszerben valahol másutt élő, fejlett technikai kultúrájú civilizációk rádiójelzéseit. Éppen ezért különösen időszerű részletesen szemügyre vennünk, mit jelentene a Földön kívüli élet felfedezése önismeretünk és a Világmindenségben elfoglalt helyünk megítélése szempontjából.

Meg sem próbálok teljességre törekvő áttekintést adni az exobiológiáról vagy a SETI-programokról (a SETI betűszó: a Földön kívüli értelem kutatásának rövidítése, Search for Extraterrestrial Intelligence), minthogy ezeket sok más munka kimerítően tárgyalja. Ehelyett inkább azokkal a filozófiai alapfeltevésekkel kívánok foglalkozni, amelyek a Földön kívüli életbe vetett hit, illetve az ilyen életformák

kutatása háttérben állnak. Megvizsgálom azt is, milyen hatással lenne a Földön kívüli élet felfedezése a tudományra, a vallásra és az emberiségről alkotott képünkre.

Alig fér kétség ahhoz, hogy ha akár csak egyetlenegy mikrobát sikerülne találnunk, amelyről hitelt érdemlően bebizonyítható, hogy a földi élettől függetlenül fejlődött ki, akkor ez a felfedezés éppoly gyökeresen változtatná meg egész világképünket, mint a kopernikuszi vagy a darwini forradalom, és éppoly mélyreható társadalmi következményei lennének. Ezért joggal nevezhetnénk minden idők legjelentősebb tudományos felfedezésének. Szélsőséges esetben a Földön kívüliektől származó üzenet felfedezése akár félelmet is ébreszthetne az emberiségben.

Tekintettel a SETI nagy horderejű következményeire, meglepő, hogy a kortárs szerzők milyen csekély terjedelemben foglalkoznak a programokkal kapcsolatos filozófiai problémákkal. A Földön kívüli élet lehetősége annál jobban foglalkoztatta a korábbi nemzedékeket. A közhiedelemmel ellentétben gyakran megvitatták és részletesen fontolóra vették ezt a kérdést. Michael Crowe történész becslése szerint az ókori görögöktől 1917-ig 170 könyvet adtak ki a témában. Könyvemben megpróbálom újra felszítani ezt a vitát, immár a korszerű tudományos eredmények fényében. Felvázolom, hogy a kortárs tudomány és hitünk mely vonatkozásai kerülnek veszélybe. Amint látni fogjuk, a SETI híveinek feltevései a neodarwinizmus elevenébe vágnak, de emellett

összefonódnak a kortárs természettudomány és filozófia olyan lényeges jelenségeivel, mint a mechanisztikus gondolkodásmód alkonya vagy a holisztikus és ökológiai világkép megjelenése. A Földön kívüli élet kutatása kihívást jelent továbbá a haldokló Világegyetem évszázados tana számára, amely szerint a kozmoszban végbemenő változásokat a termodinamika második főtétele által befolyásolt, a pusztulás felé vezető folyamatok uralják. A SETI sikere ugyanakkor perdöntő bizonyítékot jelenthet annak eldöntésében, hogy helyes-e a fejlődő és önszerveződő Világegyetem hipotézise, melyet Ilya Prigogine, Erich Jantsch és mások hirdetnek.

Könyvemet nem szakembereknek szántam. Megpróbáltam a lehető legkevesebb szakkifejezést használni. A részletesebb tájékozódást az irodalomjegyzékben felsorolt művek teszik lehetővé.

A könyvben tárgyalt témákról folytatott értékes eszmecserékért hálás vagyok John Barrow-nak, David Blairnek, George Coyne-nak, Frank Drake-nek és Seth Shostaknak.

1. A SETI rövid története

1992 októberében, pontosan 500 évvel azután, hogy Kolumbusz Kristóf felfedezte Amerikát, az Egyesült Államok Űrkutatási Hivatala, a NASA nagyszabású programot kezdeményezett, amelynek célja a Földön kívüli értelem keresése. Ezt a fajta kutatást egyszerűen csak SETI-nek nevezik. A betűszó a Search for Extraterrestrial

Intelligence rövidítése (a Földön kívüli értelem kutatása). A programokban részt vevő tudósok a világ nagy rádiótávcsöveinek segítségével „végigfülelik” a kiszemelt csillagok ezreit, abban a reményben, hogy sikerül mesterséges eredetű rádiójelzésekre bukkanniuk.

A korábban Columbusnak (Kolumbusznak), ma viszont már inkább Phoenixnek nevezett program a legújabb a Földön kívüli élet és értelem nyomait kereső próbálkozások hosszú sorában. Az elképzelés, mely szerint valószínűleg nem vagyunk egyedül a Világegyetemben, egyáltalán nem újkeletű. A Kr. e. 4. században Epikurosz görög filozófus egy levelében ezt írja a Hérodotosznak: „Végtelen számú világ létezik, egyesek hasonlóak a miénkhez, mások másfélék. Ennek oka, hogy atomok végtelen számban keletkeznek valahol a távoli világűrben. Némely atomok természete olyan, hogy azokból felépíthető a működő világ. A végtelen számú atom azonban nem használódik fel maradéktalanul egyetlen vagy több, de véges számú világ létrehozásához... nincs tehát semmiféle akadálya annak, hogy végtelen számú világ létezzék... Hinnünk kell tehát, hogy a létező világok mindegyikében fellelhetők a különféle élőlények, a növények éppúgy, mint mindazon egyéb dolgok, melyeket a mi világunkban ismerünk.”

A lakott világok sokaságának gondolata tehát már a racionális gondolkodás és a tudományos vizsgálódások ébredésének hajnalán felbukkant. Ez annál inkább figyelemreméltó, mert az ókori görög kozmológia és a világunkról alkotott más korai elképzelések alig mutatnak hasonlóságot a Világegyetem modern, tudományos

leírásával.

A megfelelő csillagászati kutatások hiányában a görögök találgatásai a Földön kívüli életről teljes egészében filozófiai fejtegetéseken alapultak, ezért tág tere maradt az eltérő véleményeknek. Arisztotelész például kereken elutasította más világok létezését. *„A világnak egyetlennek kell lennie – írta – Nem létezhetnek más világok.”*

Az idegen világok létezésébe vetett hit igazolása szoros kapcsolatban állt az eredetileg Leukipposz és Démokritosz által megalapozott atomista filozófiával. Eszerint a kozmosz kizárólag az űrben mozgó, elpusztíthatatlan részecskékből áll. Minden létező dolog atomokból épül fel. Az azonos osztályba tartozó atomok egyformák, amiből az következik, hogy bárhol a világűrben létrejöhetnek az atomok ugyanolyan csoportosulásai, mint amilyenekkel a Földön találkozhatunk. *„A világok pedig így keletkeznek: a határtalanból való elszakadás folytán sok, mindenféle alakú test egy nagy Űrbe kerül, s ezek összegyűlve egyetlen ösvényt alkotnak, s ebben egymáshoz ütközve és mindenféleképp körben forogva különválnak: mégpedig a hasonló a hasonlóhoz csatlakoznak.”*^[1] A más világok keletkezésének ezt a leírását Diogenész Laertiosz 3. századi történész Leukipposznak tulajdonítja.

A világok sokaságába vetett hitet Lucretius római költő és filozófus is magáévá tette. Az ugyancsak atomista felfogást valló Lucretius megismételte Epikurosz érvelését, mely szerint ha feltételezzük végtelen számú atom létezését, akkor *nincs semmiféle nyilvánvaló akadály* más világok

kialakulásának: „minthogy van bőven anyagrészes és elegendő tér, nem gátolhatja meg immár semmi”^[2], hogy az idegen világok természetükből adódóan létrejöjjenek. Láthatjuk tehát, hogy a modern SETI kutatások alappillére gyanánt szolgáló érvelések eredete az ókorra nyúlik vissza. Ha feltételezzük, hogy elegendő anyag áll rendelkezésünkre, továbbá, hogy a természet egyöntetű, akkor a Föld és a Naprendszer születéséhez vezető folyamatok a világon bárhol másutt is lejátszódhattak. Azontúl a megfelelő feltételek fennállása esetén az élet és a tudat az idegen világokban többé-kevésbe ugyanúgy léphetett színre, mint ahogy az a mi világunkban megtörtént. Hogy Lucretius szavait idézzük: „Így már semmi esetre se gondolhatjuk igaznak, hogyha a végtelen úr korlátlan minden irányban... épp csak e Föld s csak ez ég egyedül lett volna teremtvé, s annyi anyagrészből még nem született odakint más. Főleg mert ez a lenti világ is emígy alakult ki; véletlen folytán ősmagvai összeütödvén céltalanul, vakon és számos módon tömörültek, míg eggyé mostak párat, melyek összekötödvé nagy dolgok kezdőpontjává lettek örökre: földnek, a víznek, az égnek, az élők bármi fájának.”^[3]

Az ókori görög atomisták előítéletektől mentesen foglalkoztak a Földön kívüli élet lehetőségével. A görög bölcselek beszélgetései során gyakran felmerült a téma. A püthagoreusok például úgy vélekedtek, hogy a Holdat a földi embereknél felsőbbrendű lények lakják. Plutarkhosz (Kr. u. 46-120) egy késői irodalmi művében arról írt, hogy a

Hold tulajdonságai kedvezőbbek, mint a Földéi. Együttal eltűnődött a holdlakók természetéről és céljairól is. A Hold felszínén látható sötét foltokat tengereknek tartotta – e vélekedést máig őrzi elnevezésük, bár ma már biztosan tudjuk róluk, hogy csontszáraz síkságok. A holdlakók létezésébe vetett hit egészen a modern időkig nagy népszerűségnek örvendett, olyannyira, hogy még a 18. században is tudományos viták tárgya volt.

Amikor a reneszánsz Európában megszületett a modern tudomány, a Földön kívüli élet kérdése is új megvilágításba került. Kopernikusz szögezte le először, hogy a Föld nem a Világegyetem középpontja, hanem többi bolygótársával együtt a Nap körül kering. Az újonnan felfedezett távcsővel a csillagászok más bolygók természetének egyre több titkát tárták fel. Mindebből kényszerítő erővel következett, hogy maguk a bolygók a Földhöz többé-kevésbé hasonló világok, nem pedig titokzatos égi lények.

E szemléleti átalakulás egyik kulcsfigurája egy rendjéből kilépett dominikánus barát és skolasztikus filozófus, Giordano Bruno volt. 1584-ben Bruno elhagyta Itáliát és Oxfordba ment, hogy az egyetemen tanítson. Itt kiállt mind a kopernikuszi csillagászati világbé, mind pedig a lakott világok végtelen sokaságának létezésé mellett. Az idegen világokról vallott nézeteit *Párbeszéd a végtelenről, a világ egységéről és a világokról* című könyvében fejti ki. Különbséget tett a csillagok és a bolygók között, de kitarott amellett, hogy mindkét égitesttípust élőlények lakják. Bruno jobbára filozófiai és geometriai érveléssel cáfolta Arisztotelész elgondolását, mely szerint a Föld az egyetlen

és gömb alakú Világmindenség középpontjában helyezkedik el. Sajnálatos módon ezeket a gondolatokat az Inkvizíció veszedelmeseknek minősítette, ezért amikor 1592-ben Bruno visszatért Itáliába, letartóztatták, majd 1600-ban, miután többféle eretnekségben bűnösnek találták, máglyahalálra ítélték.

A tudományos forradalmat azonban már semmi nem állíthatta meg. Kepler a Holdat vizsgálva, és Plutarkhoszhoz hasonlóan a Földdel összevetve felismerte rajta a hegységeket és a tagolt felföldeket. Plutarkhosz értelmezését furcsa módon a visszájára fordítva kijelentette, hogy a Hold felületén látható világos területek a tengerek. A Hold hosszú és forró nappaljai alapján úgy gondolta, hogy a holdlakók „teste sokkal nagyobb, vérmérséklete pedig összehasonlíthatatlanul hevesebb, mint a miénk”.

Amikor Galileo Galilei távcsövét az égboltra irányította, megsokasodtak a más lakott világokra vonatkozó spekulációk. Kepler feltételezte, hogy az egyik nagy holdkrátert a holdlakók hozták létre, s úgy gondolta, hogy a holdbéliek, a szeleniták, egész városokat is építettek. Képzletét megragadta a Galilei felfedezte négy hold a Jupiter körül, melyeket szerinte Isten a Jupiter-lakók szolgálatára teremtett: „A Hold a miénk, földieké, nem pedig más bolygók lakóié. Az a négy kicsiny holdacska viszont a Jupiteré, nem a miénk. Minden bolygót, lakóival együtt a saját holdjai szolgálnak. Márpedig mindebből a legnagyobb valószínűséggel arra következtethetünk, hogy a Jupiter lakott világ.”

A 17. században Európa katolikus és protestáns térségeiben egyaránt számtalan mű látott napvilágot az új csillagászati felfedezések következményeiről és az ezek nyomán megváltozott világképről. A korabeli szerzők nehezen birkóztak meg az idegen, lakott világok fogalmával, mert fél szemmel mindig az egyházra, és fejtegetéseik teológiai vonatkozásaira pislogtak. Galilei például 1632-ben kiadott, *Párbeszéd* című könyvében felettébb óvatosan járt el, amikor arról értekezett, hogy vajon a Hold és a bolygók adhatnak-e otthont hozzánk hasonló teremtményeknek. Ezzel szemben az angol egyházi (és későbbi püspök), John Wilkins először 1638-ban megjelentetett, *Discovery of a World in the Moone* (A holdbéli világ felfedezése) című művében határozottan síkraszállt a holdlakók léte mellett. Kimerítő érvekkel taglalta, hogy meggyőződése miért nem áll ellentétben a Szentírással. Kepler viszont világosan látta a más lakott világok tanának teológiai veszélyeit: „...ha léteznek az égben a Földhöz hasonló égitestek... akkor hogyan lehet minden az ember érdekében? Hogyan lehetnénk éppen mi Isten keze munkájának legtökéletesebb mesterművei?” (1610).

A 17. század végén Christiaan Huygens holland csillagász és fizikus *Cosmotheoros* (Fejtegetések a Világmindenségről) címmel részletekbe menő értekezést adott ki a Földön kívüli életről. Munkájában szabadjára eresztette a képzeletét. Szerinte egy jóakarátú Istenségtől elvárható, hogy étellel és intelligens teremtményekkel

ruházza fel az idegen világokat. Bár megfigyelései kételyeket ébresztettek benne afelől, hogy a Hold valóban alkalmas terep-e az élet számára, a Jupiter, a Szaturnusz, a Merkúr és más bolygók lakóinak létezését oly határozottan állította, hogy még jellemvonásaikat is leírta.

A távcső használata többet jelentett a Naprendszer titkainak egyszerű feltárásánál. Amikor Galilei különálló csillagokra bontotta a Tejút fénylő sávját, először engedett bepillantást a Világegyetem végtelen mélységeibe. A csillagok milliárdjainak létezése egyszersmind valószínűnek mutatta, hogy sokuk saját bolygórendszerrel rendelkezik. Mindeme gondolatok szilárdabb alapot kaptak Isaac Newton munkásságának köszönhetően. Newton mozgástörvényei és tömegvonzási törvénye ugyanis lehetővé tették a Világegyetem szerkezetének elméleti és matematikai elemzését. Nevezetesen, Newton egyetemes gravitációs törvényéből az következett, hogy más csillagokra, tehát az idegen napokra ugyanazok a fizikai folyamatok hatnak, mint a mi Naprendszerünkre, ezért ezeknek a csillagoknak is lehet saját bolygórendszerük. Ennek ellenére több mint egy évszázadot kellett várni arra, hogy Pierre Laplace elfogadható tudományos elméletet dolgozzon ki a Naprendszer (és természetesen más csillagok bolygórendszereinek) keletkezéséről. Newton kortársai ugyanakkor nem késlekedtek azzal, hogy Newton elgondolásait az idegen világokra alkalmazzák. Angliában Richard Bentley Newton elméletét hívta segítségül annak bemutatására, hogy Isten milyen befolyást gyakorol a fizikai valóságra. Munkája során Bentley közvetlenül szembesült a

Földön kívüli élet kérdésével. Érvelése szerint pusztán az ember kedvéért Isten nem teremtett volna oly sok csillagot, amelyek jó része szabad szemmel amúgy is láthatatlan. Következésképpen a sok csillag mindegyike saját lakói javát szolgálja: „Amiképpen a Föld alapvetően azért jött létre, hogy az Ember számára a létezés, a szolgálat és az elmélkedés színhelye legyen, miért ne lehetne, hogy minden más bolygó hasonló célból teremtődött, mindegyik a saját, élő és értelmes lakói számára.”

Hasonló kérdést tett fel Huygens is: „Miért ne vonjuk le a következtetést, ...hogy Napunk semmivel sem nyújt többet alattvalóinak, mint más csillagok? Ha tehát megbecsüljük a bolygókat azzal, hogy gyönyörködünk bennük, akkor hasonló megbecsülésben kell részesülniök mindazon bolygóknak, amelyek a végtelen számú napok sokaságát veszik körül.”

Az egész 17. század folyamán sokan hittek a lakott bolygókkal zsúfolt Világegyetemben. Így azután Immanuel Kantnak, a 18. századi neves filozófusnak sem kellett attól tartania, hogy nevetség tárgyává lesz, amikor a Földön kívüli lényekről írt. Az ő világképe szerint a Világegyetemnek meghatározott közepe és attól távolabb eső peremvidéke van. Az idegen világokat benépesítő lények természete attól függ, milyen messze laknak a világ közepétől. A középpont környékén az anyag sűrű és csomós, míg a peremvidéken sokkal finomabb. E tulajdonságok az ott élő teremtmények lelki alkatában is tükröződnek.

A 19. században a csillagászok és a fizikusok a korábbinál

sokkal pontosabb és teljesebb képet alkottak a Világegyetemről. A geológusok megállapították, hogy a Föld sok milliárd éves, Charles Darwin pedig a modern tudomány fontos kérdésévé emelte a földi élet eredetének és fejlődésének kutatását. A tudományos vizsgálódás szinte teljes mértékben háttérbe szorította a teológiai megfontolásokat. Kiderült, hogy a Naprendszer bolygói és ezek holdjai – talán csupán a Vénusz és a Mars kivételével – egyáltalán nem hasonlítanak a Földre, ezért minden valószínűség szerint ellenséges környezetet jelentenek az élet számára. Ráadásul mindeddig nem sikerült olyan meggyőző elméletet alkotni a Naprendszer keletkezésére vonatkozóan, amely magától értetődővé tenné, hogy más csillagok körül is létezniük kell bolygórendszereknek. Távcsoveink teljesítőképessége még ma sem elegendő az idegen bolygórendszerek közvetlen megfigyelésére.

Mindamellett, a Földön kívüli lények gondolata továbbra is megmozgatta a fantáziát. A 19. század első felében a tudósok között a Földön kívüli életről kialakult vitát kommentálva Michael Crowe, a Notre Dame Egyetem tanára így ír: „A legfigyelemreméltóbb, hogy milyen széles körben tárgyalták ezeket az elképzeléseket. A földlakók Fokvárostól Koppenhágáig, Dorpattól Dundee-ig és Szentpétervártól Salt Lake Cityig mindenütt a földönkívüliekről beszéltek. A viták eredménye könyvekben és brosúrákban, filléres napilapokban és vaskos folyóiratokban, szentbeszédekben és a Szentírásra vonatkozó kommentárokból, versekben és színdarabokban látott napvilágot, mi több, egy himnuszban

és egy sírfeliraton is megfogalmazódott. Az oxfordi professzoroknak és a csillagvizsgálók igazgatóinak, a tengerészkapitányoknak és az államfőnek, a radikális reformereknek és a klerikális konzervatívoknak, a tudósoknak és a bölcseknek, az ortodoxoknak, valamint az eretnekeknek egyaránt volt mondanivalójuk a témáról.”

A 19. század második felére azonban megváltozott a közgondolkodás, s kételkedő és szigorú vizsgálatok utasították el a Földön kívüli lények létezésével kapcsolatos vad spekulációkat. 1853-ban a filozófus William Whewell, a cambridge-i Trinity College igazgatója és az idegen lakott világok elméletének korábbi híve névtelenül megjelentette a *Of the Plurality of Worlds: An Essay* (Tanulmány a világok sokaságáról) című értekezését, amelyben filozófiai, teológiai és tudományos alapon egyaránt támadta régebbi elképzelését. Széles körű vita bontakozott ki, melynek során a tudományos kérdések mellett az idegen lények létezésének a kereszténységre gyakorolt hatását is tárgyalták. Crowe szerint „a mélyen vallásos emberek számára immár nemcsak a hitetlenek jelentettek kihívást, hanem azok az éppoly őszintén vallásosak is, akik a némelyek által csupán csillagászatnak tartott kérdésben eltérő álláspontot képviseltek”.

Időközben, ahogy szaporodtak a csillagászati megfigyelések, maguk a tudósok is kezdtek elfordulni az idegen, lakott világok elképzelésétől. Sőt, még az a filozófiai érv is elerőtlenedett, mely szerint, amennyiben léteznek más bolygók, úgy azoknak feltétlenül lakottaknak kell lenniük. A századfordulóra egyre több tudós

helyezkedett arra az álláspontra, hogy az emberiség valószínűleg magányos a Világegyetemben. Akadtak azonban kivételek is. Giovanni Schiaparelli olasz csillagász a Mars tüzetes vizsgálata nyomán 1877-ben arról számolt be, hogy sötét vonalakat fedezett fel a bolygó felszínén. Minthogy az alakzatokat olaszul *canali*-nak, azaz csatornáknak nevezte, a szót az angolszász világban félreértették, ugyanis az angolban a *canal* szó mesterséges csatornát jelent (szemben a természetes csatornát jelölő *channel*-lel). A csillagászok lázasan fürkészték távcsöveikkel az élet esetleges jeleit a vörös bolygó felszínén. A Marsot ábrázoló térképeken a felszínt keresztül-kasul szabdaló vonalak bonyolult hálózata kezdett feltűnedezni. Percival Lowell amerikai csillagász, aki az arizonai Flagstaffban elsősorban a Mars csatornáinak tanulmányozása céljából alapította a Lowell Obszervatóriumot, később roppant lelkesülten így írt: „Azt, hogy a Marsot valamiféle élőlények lakják, legalább olyan bizonyosságnak kell tekintenünk, mint amennyire bizonytalanok vagyunk e lények pontos mibenlétét illetően.” A Mars kiváló tárgya volt a hasonló spekulációknak. Noha valamivel kisebb a Földnél, vékony gázburok övezi. Bár távolabb van a Naptól, mint mi, felszíni hőmérséklete egyes időszakokban a fagypont fölé emelkedhet. Sőt, a csillagászok még a Földéhez hasonló, fehér sarki sapkákat is megfigyeltek a bolygó sarkvidékein. Gondos megfigyelésekkel még a felszín színárnyalatának évszakos változását is sikerült kimutatni, amit szinte magától értetődően a feltételezett növényzet fejlődésével hoztak

kapcsolatba. Nem volt tehát nehéz elhinni, hogy a mostoha természeti körülményekkel küszködő marslakók csatornákat építettek, amelyekkel a sarkvidéki jég megolvadása során keletkező vizet az egyenlítői övezetekbe vezetik, mert itt a melegebb éghajlat kedvezőbb feltételeket teremt a növényzet számára.

E feltevések hozzájárultak annak a képnek a kialakításához, mely szerint a Mars a lassú hanyatlás szakaszában lévő bolygó, s ezért lakói a legkorszerűbb műszaki megoldások alkalmazására kényszerülnek, hogy nagy nehezen biztosítsák megélhetésüket – szöges ellentétben a lakóihoz bőkezű és kiegyensúlyozott Földdel. Az elkeseredett marslakók létezésébe vetett hit oly nagy népszerűségnek örvendett, hogy az olvasók körében termékeny talajra találtak H. G. Wells gondolatai. Az angol író 1898-ban megjelent, *War of the Worlds* (Világok háborúja) című klasszikus regényében arról ír, hogy a marslakók el akarják foglalni a számukra sokkal vonzóbb lakóhelynek tűnő Földet.

A 20. század első felében a Földön kívüli élettel szinte kizárólag a fantasztikus irodalom foglalkozott. Bár a történetek általában valamilyen tudományos köntösben tetszelegtek, valójában szégyentelenül a képzeletre hagyatkoztak. A közvélemény a II. világháború idején változott meg. A légi hadviselés eszközeinek fejlődése, elsősorban a sugárhajtású repülőgépek, a radar, a rakéták és az atombomba megjelenése érzékennyé tette az embereket az égből érkező veszedelmek iránt. A V-2

tragikus realitásától már csak egy kicsiny gondolati ugrásra volt szükség a miénknél sokkal korszerűbb fegyverekkel felszerelt, földönkívülieket szállító bolygóközi űrhajók elképzeléséig. A tudományos-fantasztikus írók, a rajzfilmek és a filmrendezők egyaránt sikeresen építettek az emberek félelmeire, ami egy űrkorszaki tudományos-fantasztikus műfaj felvirágzásához vezetett a *Superman*-tól a *Csillagok háborúja*-ig. A háborút követő években rendkívüli mértékben megszorodtak az azonosítatlan repülő tárgyakról, vagyis az úgynevezett ufókról szóló beszámolók. Sok ember meggyőződésévé vált, hogy a Földet rendszeresen felkeresik a csészealj alakú űrhajókon közlekedő idegenek. Az első mesterséges holdak felbocsátása, majd a holdraszállásokban tetőpontjára érkező emberes űrprogram elindulása után a nagyközönség magától értetődőnek vette az űrutazást. Napjaink átlagembere számára aligha okoz különösebb nehézséget, hogy maga elé képzelje a rendkívüli műszaki fejlettségű űrhajókkal a Tejútrendszerben rendszeresen közlekedő idegeneket.

Időközben, a tudomány és a technika háború alatt és után bekövetkező rohamos fejlődésével a tudomány érdeklődése újra feléledt a Földön kívüli élet kérdése iránt. Ebben fontos szerepet játszott a molekuláris biológia fejlődése, valamint az, hogy ennek köszönhetően közelebb jutottunk az élet kémiai alapjainak megértéséhez, így például az 1950-es években felfedezték a DNS szerkezetét, majd ezt követően sikerült megfejteni a genetikai kódot is. Az élet eredetének kutatása a

tudományos vizsgálatok egyik fontos kérdésévé lépett elő, s ezzel együtt felbukkant az élet kémcsőben történő létrehozásának problémája is. 1953-ban a Chicagói Egyetemen végzett híres kísérletükben Stanley Miller és Harold Urey megpróbálták utánozni azokat a körülményeket, amelyek véleményük szerint mintegy négy milliárd évvel ezelőtt az Ős-Földön uralkodhattak. Miller és Urey vizet, metánt és ammóniát töltött egy üveglombikba, majd a keveréket több napon át elektromos kisülésnek tették ki. Néhány nap leforgása alatt a folyadék vörösesbarnára színeződött. A lombik tartalmát megvizsgálva a kutatók azt tapasztalták, hogy az számos aminosavat tartalmaz, vagyis olyan szerves molekulákat, amelyek a Föld minden egyes élőlényének szervezetében megtalálhatók.

Bár a Miller-Urey-kísérlet eredménye oly messze volt még az élet mesterséges létrehozásától, mint Makó Jeruzsálemtől, az eredmény mégis azt a benyomást keltette, hogy ha néhány nap alatt létre lehetett hozni az élet alapvető építőköveit, akkor elegendő ideig folytatva a kísérletet, akár egyszerű élő szervezetek is megjelenhettek volna a lombikban. Sok tudós arra az álláspontra jutott, hogy ha a környezeti feltételek és az „ősleves” kémiai összetétele megfelelőek, akkor sok millió év leforgása alatt az élet magától is megjelenhetett a Földön. Mindebből kézenfekvően következett, amennyiben ez így történt a Földön, ugyanígy végbemehetett más bolygókon is.

A biológusok felfedezései alapján tehát könnyebben elhittük, hogy létezik Földön kívüli élet, ám a fizikusok és a

csillagászok alaposan feladták a leckét. Minél jobban gyarapodtak a Föld naprendszerbeli bolygótestvéreire vonatkozó ismereteink, annál kevésbé tűnt valószínűnek, hogy azok bármelyikén lehetne élet. A Mars kivételével az összes bolygón uralkodó fizikai és kémiai feltételek halálos veszedelmet jelentenek a földi élőlények számára. Az Egyesült Államok Űrkutatási Hivatala, a NASA az élet jeleit kereste a Marson, amikor 1976-ban a Viking nevű űrszonda-páros leszállt a bolygó felszínére. Olyan berendezéseket vittek magukkal, amelyek alkalmasak voltak a Mars talajában esetleg jelen levő, földi típusú mikroorganizmusok kimutatására. A kísérletek eredményei általában negatívak vagy legfeljebb kétértelműek voltak, ezért a legtöbb tudós kizárta a Marsot a földihez hasonló típusú élet lehetséges helyszínei közül. Nyomát sem találták a „marscsatornáknak” vagy bármilyen mesterséges eredetű szerkezeteknek, de ugyanígy nem akadtak bizonyítékra makroszkopikus méretű növények vagy állatok létezését illetően sem.

Amennyiben tehát az élet fogalmát az általunk ismert életformákra szűkítjük le, mindenképpen a Naprendszer határain túl kell kutatnunk. A csillagok közötti távolságok azonban oly végelethatatlanok, hogy a belátható jövőben nincs reális remény űrszondák eljuttatására a Naprendszeren kívüli bolygókhoz. Mi több, a csillagászok felfedezései alapján joggal hihetjük, a csillagoknak csak kis hányada alkalmas arra, hogy körülötte élet létezzék. A hozzánk legközelebbi megfelelő csillag, amelynek a Földhöz hasonló bolygói lehetnek, több tucat, sőt, talán

több száz fényévre van tőlünk. (Egy fényév körülbelül tízbillió kilométerrel egyenlő. Némi fogalmat alkothatunk a távolság nagyságáról, ha arra gondolunk, hogy a Nap és a Föld közötti 150 millió kilométeres távolságot a fénysugár mindössze $8 \frac{1}{3}$ perc alatt futja be.)

A tudósok már az 1950-es években is pontosan érzékelték, milyen áthághatatlan korlátokat jelent a SETI területén a csillagok közötti irdatlan távolság. Ugyanerre az évtizedre tehető viszont a rádiócsillagászat kifejlődése. Hamarosan nyilvánvaló lett a csillagászok számára, hogy amennyiben képesek felfogni a Tejútrendszer bármely részéről, sőt azon túlról érkező természetes eredetű rádióhullámokat, nem lehet akadálya annak sem, hogy mesterséges eredetű rádiójeleket érzékeljenek, így tehát a rádiótávcsövek bizonyulhatnak a leghatékonyabb eszközöknek a Földön kívüli élet kutatásában.

A rádiótávcsövek olyan hihetetlenül érzékeny berendezések, hogy egy akkora átmérőjű antenna, amely Puerto Rico szigetén, Arecibo közelében található^[4], üzenetet válthatna egy hozzá hasonló műszerrel, bárhol is legyen az a (100 000 fényév átmérőjű) Tejútrendszeren belül. Az egyik nehézségen tehát elvben úrrá lettünk, adódott azonban helyette más. A Tejútrendszer mintegy 100 milliárd csillagból áll. Elképzelhetetlenül hosszú időt venne igénybe, ha mindegyiket „le akarnánk hallgatni”. Még nagyobb baj, hogy a jelek a különböző frekvenciasávok milliárdjainak bármelyikén érkezhetnek. Honnan tudhatnák a csillagászok, hogy a Földönkívüliek a sok lehetséges

frekvencia közül éppen melyiket használják? A helyzet tehát reménytelennek látszott.

1959-ben azonban Giuseppe Cocconi olasz csillagász és Philip Morrison amerikai fizikus visszatért a kérdés tanulmányozására. A *Nature* című folyóiratban megjelent korszakalkotó cikkükben úgy érveltek, hogy ha a földönkívüliek komolyan gondolják a velünk való kapcsolatteremtést, akkor igyekeznek is megkönnyíteni számunkra jelzéseik jelfogását. Ésszerűnek tűnne tehát, hogy olyan frekvenciát válasszanak üzeneteik továbbítására, amelynek mind az ő számukra, mind a mi számunkra valamilyen kitüntetett szerepe van. Ha tehát feltételezzük, hogy a jel kisugárzása és felfogása egyaránt rádiótávcsővel történik, akkor olyan frekvenciát lenne érdemes választani, amelyet a rádiócsillagászok valamilyen okból jól ismernek. Ilyen feltételek mellett azonnal kínálkozik is a választás: 1420 MHz. Ezen a frekvencián „énekel” a hidrogénatom, ugyanis a háttérzajként minden rádiócsillagász által jól ismert, mindenütt jelen levő, állandó zörejt a hidrogén atommagja sugározza ki, két energiaállapota (spin-állapota) közötti átmenete közben. Természetesen ha el akarjuk kerülni a mesterséges jelek és a zaj zavaró összekeveredését, ésszerűbb a hidrogén jellegzetes frekvenciájának mondjuk a kétszeresét vagy a felét használni. Bár ily módon még mindig többféle lehetőség között kell választanunk, nyilvánvaló, hogy a fenti érvelést elfogadva a szóba jövő frekvenciasávok száma meredeken csökken. Ezzel egy csapásra megvalósíthatónak tűnt a földönkívüliekkel való

rádiókapcsolat létesítése.

Az első komoly próbálkozás a Földön kívüli értelem rádiójelzéseinek vételére Frank Drake amerikai csillagász nevéhez fűződik, aki ilyen irányú megfigyeléseit Green Bankben (Nyugat Virginia, USA), a Nemzeti Rádiócsillagászati Observatórium 25 m-es rádiótávcsövével végezte. Drake az azóta már híressé vált Ozma-terv keretében az 1420 MHz-es frekvencián két, viszonylag közeli, a Naphoz hasonló típusú csillagot „hallgatott meg”, a Tau Cetit és az Epsilon Eridanit (a vállalkozás a mitológiai Óz hercegről kapta a nevét). A megfigyeléssorozatban semmi rendkívülit nem találtak. Mindamellett a próbálkozás ráirányította a figyelmet az idegenekkel való kapcsolatteremtésre és az ilyen próbálkozások esetleges sikerének beláthatatlan jelentőségű filozófiai következményeire. Drake úttörő kísérlete számos hasonló próbálkozás előfutára volt, amelyeket az elkövetkező években a világ számos országában nagy rádiótávcsövekkel végeztek, és amelyek a Phoenix-programban^[5] érték el eddigi csúcspontjukat. Drake megfigyelései óta jelentős műszaki fejlődés szemtanúi lehettünk, ezért ma már rövid idő leforgása alatt célsillagok ezreit tudjuk végigvizsgálni, méghozzá a szóba jövő frekvenciák millióin egyidejűleg. A megfigyelések eredményeit elektronikusan gyűjtik és elemzik, ami szükségtelenné teszi a berendezés vezérlőpultjánál az állandó jelenlétet. (A Phoenix-program részletei az 1. függelékben olvashatók.)

Jóllehet idegen jelek fölfozását sehol sem jelezték hitelt

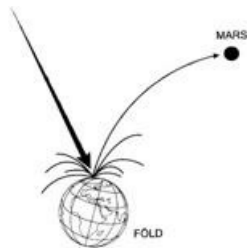
érdemlően, előfordult néhány vakláрма. A leghíresebb közülük: 1967-ben Jocelyn Bel, a Cambridge Egyetem doktorandusz hallgatója a világűrből érkező, szabályosan ismétlődő rádiójeleket vett. Azonnal értesítette témavezetőjét, Anthony Hewisht, aki úgy döntött, hogy mindaddig titokban tartják a felfedezést, amíg nem sikerül egyértelműen eldönteni, természetes vagy mesterséges eredetű rádiójelekről van-e szó. Az utóbbi esetben eldöntendő volt, nem földi eredetűek-e a jelzések. Hamarosan kiderült, hogy a titokzatos forrás valószínűleg nem lehet földi, mert mindig csillagnaponként, nem pedig napi naponként tűnt fel. (A csillagnap az az időtartam, amely alatt a Föld az állócsillagokhoz képest egyszer megfordul a tengelye, körül. Ez a Föld Nap körüli keringése következtében mintegy négy perccel rövidebb a Nap járása alapján meghatározott, úgynevezett napi napnál vagy középnapnál.) Hewish a „*little green men*” (kis zöld emberkék) kifejezés kezdőbetűi alapján ideiglenesen LGM-nek nevezte el a rádióforrást. Néhány hónappal később munkatársaival arra a következtetésre jutott, hogy a forrás nem lehet egy csillag körül keringő bolygó, mert a jelek ismétlődésének periódusában nyomát sem találták a bolygók pályamenti keringéséből következő Doppler-eltolásnak. Ez a körülmény a jelenség természetes eredetére utalt. A természetes eredet hipotézisét erősítette meg, amikor a kutatócsoport még egy ugyanolyan pulzáló rádióforrást talált. Röviddel ezután ezeket a jellegzetes, szabályosan ismétlődő jeleket kibocsátó rádióforrásokat,

az úgynevezett pulzárokat forgó neutroncsillagokkal azonosították.

Mielőtt levonnám e rövid történeti áttekintésből a végkövetkeztetést, mindenképpen említést kell tennem egy egészen más jellegű kutatásról, a primitív életformák maradványainak kereséséről a Földön kívüli eredetű kőzetekben. Korábban említettem, hogy a Viking leszállóegységek nem jártak eredménnyel a Mars felszínén végzett vizsgálataik során. Mikor az Apollo-program űrhajósai által a Földre hozott holdkőzetmintákat tüzetesen átvizsgálták, sem találtak semmiféle mikroorganizmust. A meteoritok vizsgálata már izgalmasabbnak bizonyult, közülük ugyanis némelyekben a Földön kívüli mikrobák maradványainak zavarba ejtő nyomaira bukkantak a kutatók. Az 1969-ben Ausztráliában lehullott Murchison-meteorit tüzetes áttanulmányozásakor kiderült, hogy az aminosavak tucatjait tartalmazza, közöttük sok olyant is, amelyek gyakoriak a földi élő szervezetekben. A meteorit darabjaiban megkövesedett, egysejtű szervezeteket is találtak, amelyeket Fred Hoyle brit csillagász a Földön kívüli élet egyértelmű bizonyítékának kiáltott ki. A tudósok zöme azonban továbbra is kételkedő álláspontra helyezkedik.

Mindenesetre amennyiben egy meteoritban nem földi szennyezésből származó élő baktériumot sikerülne találni, ez a felfedezés elképzelhetetlenül izgalmas és nagy horderejű lenne. Ám még egy ilyen felfedezésből sem következne bizonyító erővel, hogy az élet a földtől függetlenül, másutt is kialakult a Világegyetemben. A Földet és a Naprendszer többi bolygóját ugyanis

folyamatosan bombázzák a kisbolygók és az üstökösök. Nagyjából néhány millió évenként éri a Földet egy olyan heveségű becsapódás, amelynek következményeként jelentős mennyiségű anyag dobódik ki a planétánk kérgéből a világűrbe. Hasonló események más bolygókon is bekövetkezhetnek. Később a kidobott anyag összeütközhet egy másik bolygóval. A bolygók felszínét alkotó anyag tehát folyamatosan kicserélődik egymás között. A Földre hulló meteoritok egy része például feltételezhetően a Holdról, sőt, a Marsról származik. Hasonlóképpen, földi kőzetek is eljuthattak a Mars felszínére.



1.1 ábra

A Földbe csapódó kisbolygók anyagot dobhatnak ki a világűrbe. Ennek egy része eljuthat a Marsra. Ehhez hasonlóan a Marsot alkotó kőzetek is elkerülhetnek a Földre. Elképzelhető, hogy ilyen módon mikroorganizmusok is eljuthatnak egyik bolygóról a másikra.

Valószínű, hogy az őket megvédő kőzetben szállított

mikroorganizmusok meglehetősen hosszú világűrbeli tartózkodást is képesek túlélni. Az elmúlt egy-két évben több kilométer mélységben a föld alatt található kőzetekben is felfedeztek mikrobákat. Ezek a szervezetek egészen más fizikai és kémiai folyamatokkal biztosítják életben maradásukat, mint a Föld felszínén élők. Egyes feltevések szerint a föld mélyének élővilága sokkal gazdagabb lehet, mint a felszíni, így elképzelhető, hogy a Föld élőtömegkészlete (biomassza) jórészt a föld mélyén rejtőzik. Elképzelhető, hogy az élet valahol a föld mélyén alakult ki és csak akkor vándorolt fokozatosan a felszínre, amikor ott a feltételek kedvezőekké váltak.

E felfedezések még azt sem zárják ki, hogy mélyen a Mars felszíne alatt élet létezzék. Ugyanakkor azt is megengedik, hogy ez az élet esetleg egy meteoritbecsapódás következtében került át a Földről a Marsra. A következtetés persze fordítva is igaz, lehet, hogy az élet a Marson alakult ki, és ugyanilyen módon jutott el a Földre. A marsbéli és a földi életnek mindkét esetben közös gyökerei lennének. Természetesen az is előfordulhat, hogy az élet valahol egészen másutt, egy harmadik égitesten jött létre, például egy üstökös anyagában vagy akár egy másik csillag bolygórendszerében, ahonnan valamilyen ma még ismeretlen módon jutott el a Földre (és talán a Marsra). Ehhez hasonló elképzelést vetett fel mintegy száz évvel ezelőtt Svante Arrhenius svéd vegyész, aki úgy gondolta, hogy a mikroorganizmusok a csillagok sugárnyomásának hatására sodródhatnak a világűrben. Ily módon, feltételezve, hogy a szervezetek valamiképpen elviselik a

világűrben uralkodó felettébb mostoha körülményeket (a roppant hideget, a kozmikus sugárzást stb.), arra a következtetésre juthatunk, hogy az élet bárhol a Tejútrendszerben kialakulhatott. Miután eljutott a Földre, ahol kedvező feltételeket talált a szaporodáshoz, itt megmaradt és fejlődésnek indult. Ezt a pánspermia elmélet néven ismertté vált hipotézist az elmúlt években Fred Hoyle csillagász és Francis Crick molekuláris biológus elevenítette fel. Ha valóban az a helyzet, hogy a közös eredetű élet szerte a Tejútrendszerben sok helyütt megtelepedett, akkor, amint később látni fogjuk, ennek meghökkenően más filozófiai következményei vannak, mint ha a Földön kívüli élet a földtől teljesen függetlenül alakult volna ki.

2. Földön kívüli mikrobák

Tudásunk jelenlegi szintjén az élet eredetét sűrű homály fedi. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy ez mindig is így lesz. Kétségtelen, hogy azok a fizikai és kémiai folyamatok, amelyek eredményeként az élettelenből megszületett az élő, rendkívül bonyolultak, ezért nem meglepő, hogy e folyamatokat nehéz matematikailag modellezni vagy a laboratóriumainkban megismételni. Ezen alapvető akadály ellenére háromféle alapállásból közelíthetünk az élet eredetének kérdéséhez: (1) csoda történt; (2) valamilyen döbbenetesen valószínűtlen, véletlen esemény következett be; és (3) megfelelő körülmények között az élet megjelenése a fizika és a kémia

törvényszerűségeinek szükségszerű következménye volt. Már a kezdet kezdetén szeretném leszögezni, hogy a magam részéről a (3) lehetőség mellett fogok érvelni, mert úgy tűnik, hogy a SETI-vel foglalkozó tudósok többsége ezt az álláspontot vallja magáénak. Ez a megközelítés három filozófiai alapelven nyugszik, amelyek mindegyike hosszú múltra tekint vissza. Lássuk tehát sorban ezt a három alapelvet.

A természet egyöntetűségének elve

A természet törvényei a Világegyetemben mindenütt megegyeznek. Ezért azok a természeti folyamatok, amelyek a Földön létrehozták az életet, ugyanezt megtehették bárhol másutt is.

A bőrség elve

Amit a természet törvényei megengednek, az előbb-utóbb megvalósul. A tudósok általános tapasztalata, hogy alig van néhány olyan, a természet általános törvényeivel összhangban álló szabály vagy jelenség, amelyre nem akad példa a mindenségben. A részecskefizikusok például az elemi részecskék valóságos állatkertjét tartják nyilván, melyek közül sokakat a tulajdonságaik közötti mélyen gyökerező kapcsolatot leíró, elvont matematikai szimmetriák alapján különböző családokba lehet sorolni. A fizikusok megállapították, hogy ha egy ilyen matematikai rendszerben üresnek mutatkozik valamely adott tulajdonságokkal rendelkező részecske helye, akkor a megfelelő fizikai körülmények fennállása esetén ezt a

részecskét a kísérleti fizikusok idővel felfedezik. Márpedig ha a bőség elve megbízható vezérfonalnak bizonyul, hogy eligazodjunk a természet rejtelsei között, teljes joggal hihetjük, hogy amennyiben nincs az élet kialakulásának valamilyen akadálya, ez ki is alakul.

Tulajdonképpen a természet egyöntetűségének elve és a bőség elve egyaránt benne rejlik Lucretius érvelésében, amikor más lakott világok létezését bizonyítja. Valójában azonban ez az érvelés csak akkor válik maradéktalanul meggyőzővé, ha az előbbi kettőt egy harmadik alapelvel is kiegészítjük, amely kimondatlanul több régi írásban is megtalálható, egyértelműen azonban csak a modern tudomány és eszköztárával megbízható kozmológiai modell birtokában lehetett megfogalmazni. Ez az úgynevezett kopernikuszi elv.

A kopernikuszi elv (avagy a közepszerűség elve)

A Föld nem foglal el kitüntetett helyet a Világegyetemben. Bolygónk egy átlagos galaxis átlagos csillaga körül keringő átlagos égitest. Kopernikusz kimondta, hogy a Föld (és az emberiség) nem a világmindenség közepe. Bár megfontolásai csak a Naprendszer felépítésére korlátozódtak, ez a szó szoros értelmében forradalmi jelentőségű elmélet óriási hatással volt egész világképünkre. Ha egyszer a Földet kiebrudaltuk a mindenség középpontjából, elkerülhetetlenné vált, hogy a későbbi felfedezések bebizonyítsák bolygónk közepszerűségét. Néhány csillagász megpróbált kitartani a

Kopernikusz előtti elképzelések mellett. Kapteyn holland csillagász például úgy vélte, hogy a Nap kitüntetett helyet foglal el a Tejútrendszer középpontjában.

Sokan még a 20. században is meg voltak győződve a Tejútrendszer egyedülálló jellegéről. Napjainkban azonban már a csillagászok túlnyomó többsége elfogadja a kopernikuszi elvet. Mindezt a Földön kívüli élet kérdésére alkalmazva, az elv szerint ha nincs a Földön semmi olyan, ami csillagászati, geológiai, fizikai vagy kémiai szempontból különlegessé tenné, biológiai körülményeit tekintve sem foglalhat el megkülönböztetett helyet.

A Földön kívüli élet felfedezése rendkívül jelentős hatást gyakorolna az (1)-(3) pontokban összefoglalt világnézeti alapállásunkra. Kiderül azonban az is, hogy a következmények lényegesen különbözőek lehetnek, a felfedezés tényleges természetétől függően. Háromféle lehetőséget fogunk megkülönböztetni. Az első egy primitív Földön kívüli szervezet, mondjuk egy baktérium felfedezése a Marson vagy egy meteoritban. A második valamely fejlett, idegen civilizációtól származó rádiójelzés vagy bármilyen más üzenet érkezése. A harmadik és leginkább a fantázia birodalmába tartozó lehetőség a közvetlen fizikai kapcsolat az idegen, értelmes lényekkel, például úgy, ahogyan arról a különböző ufó-történetek beszámolnak.^[6]

Ebben a fejezetben egy Földön kívüli mikroba felfedezésének az imént taglalt világnézeti felfogásunkra gyakorolt hatását tárgyalom.

A következő fejezetben ugyanezt teszem egy idegen civilizáció üzenetének vétele esetére. Nem foglalkozom a

közvetlen fizikai kapcsolat következményeivel, részben mert ez önálló tárgyalást igényelne, részben mert a lehetőség időben nagyon távolinak tűnik.

Csoda

A legtöbb vallás szerint a földi élet és ezen belül a *Homo sapiens* mint faj megjelenése valamilyen csoda folyamánya. Ezt az álláspontot annak idején természetesen a keresztény egyház is fenntartás nélkül magáévá tette, s egyes felekezetek a mai napig kitartanak mellette. Sok vallásos ember érzi úgy, hogy ha az élet általában és azon belül az emberi faj természetes módon jött létre, ez megfosztana minket kitüntetett helyzetünktől a dolgok rendjében, és eltépné az egyik legerősebb köteléket, amely az egyház tanítása szerint Isten és az emberi lények között fennáll.

Mindenekelőtt érdemes röviden tisztáznunk a csoda fogalmát. A magam részéről a kifejezést azokra a hitelt érdemlően természetfölötti eseményekre alkalmazom, amelyek során a természet törvényei megsérülnek vagy érvényességük – legalábbis átmenetileg – szünetel. Persze ezeket az eseményeket nem kell szükségszerűen Istennek elterveznie vagy kitalálnia. Lehetséges, hogy egyszerűen „csak úgy maguktól” bekövetkeznek, vagy valamilyen, az érzékeinkkel felfogható fizikai valóságnál magasabb érvényességi körű szuper-törvényszerűség megnyilvánulásának a részei. Néha a csoda szót rendkívül valószínűtlen vagy véletlenszerű eseményekkel

kapcsolatban használjuk, azt mondjuk például, hogy: „Csodával határos módon menekültem meg, amikor az autó felborult.” Érezzük azonban, hogy ebben az esetben a csodával határos szinonimájaként sokkal megfelelőbb a „rendkívül szerencsésen”, mintsem a „természetfeletti módon” kitétel. Ha sikerülne felfedeznünk, hogy valahol a Világegyetemben a Földön kívül is létezik élet, akkor ez komoly kihívást jelentene a „csoda-hipotézis” számára. Bár semmiféle logikus érvet nem tudunk felhozni annak alátámasztására, hogy miért ne következhetne be az életet létrehozó csoda egynél több alkalommal, mégis úgy érezzük, hogy a csoda lényege éppen az esemény különleges, egyedi és meg nem ismétlődő volta. A problémát alaposabban szemügyre véve azonban be kell látnunk, hogy a Földön kívüli élet felfedezése nem szükségszerűen mond ellent a csoda-hipotézisnek. Lehetséges például, hogy az élet a Világegyetem valamely pontján valóban csoda folytán jött létre, ezt követően viszont elterjedt a csillagrendszerek között. Az élet csillagközi tovaterjedésének egyik lehetséges módja például – miként azt az 1. fejezet végén említettem – a pánspermia-elméletben megfogalmazott mechanizmus. Elképzelhetőek azonban másféle folyamatok is. A Naprendszeren belül például az anyag folytonos kicserélődése a bolygók között nagy valószínűséggel eredményezheti azt, hogy valamely bolygó élettel „termékenyíti meg” a másikat. Logikailag nem kizárt elképzelhető az a lehetőség sem, hogy az élet egyetlenegyszer, csoda folytán jött létre, majd valamelyik bolygón rendkívül magas fejlettségi szintet ért el, így az ott

élő intelligens lények képessé váltak arra, hogy a mikroorganizmusokat tervszerű, tudatos politika keretében mesterségesen elterjesszék az egész Világegyetemben. Amennyiben az élet valóban a világűr mélységein keresztül terjedt egyik égitestről a másikra, akkor arra kell számítanunk, hogy a Földön kívüli élő szervezetek alapvető biokémiai tulajdonságaik tekintetében legalábbis hasonlóak a földi élőlényekhez (ami természetesen nem jelent szükségszerűen fizikai hasonlóságot is). Minden földi életforma alapját az aminosavak jelentik, a kulcsfontosságú DNS-molekula pedig mindig jobbmenetesen felcsavarodó, kettős spirál alakba rendeződve található meg az élőlényekben. Ha a Földön kívüli mikrobák szervezetében mondjuk balmenetes DNS-t találnánk, vagy esetleg szervezetük működésének biokémiai alapját egészen más molekulák képeznék, ez mindenképp azt jelentené, hogy az élet a miénktől független eredetű, ilyenformán fontos érvet adna a kezünkbe a csoda-hipotézis ellen. Természetesen amennyiben az embernek valamikor sikerülne laboratóriumában mesterségesen élő szervezetet előállítania, ez közvetlenül is bizonyítaná, hogy az élet megjelenéséhez nincs szükség csodára. Sok tudós azonban úgy vélekedik, hogy sokkal valószínűbb a Földön kívüli élet felfedezése, mint az élet földi laboratóriumban történő, mesterséges előállítása.

Véletlen

Egyes tudósok véleménye szerint az élet kialakulása egyedi, mindamelllett természetes esemény volt. Érdeemes

elgondolkozunk ezen, hiszen ha van olyan természetes esemény, amely csupán egyszer fordul elő, ugyan mi a különbség a csoda és a természetes között?

Az élet eredetéről alkotott tudományos elképzelésekben kuksszerepe van az élő szervezetek bonyolultságának. Az élet keletkezése legfőbbképpen azért tetszik olyan titokzatosnak, mert az ilyen rendkívül bonyolult és magasrendűen szervezett rendszerek spontán megjelenése felettébb valószínűtlennek tűnik. Az előző fejezetben leírtam a Miller-Urey-kísérletet, melynek során sikerült előállítani az élet néhány építőelemét. A valóságban létező szervezetek azonban összehasonlíthatatlanul bonyolultabbak az aminosavaknál. Ráadásul itt nem csupán mennyiségi különbségről van szó. A bonyolultság ilyen magas foka önmagában nem elégséges. Az élethez szükséges mértékű bonyolultságnak tartalmaznia kell valamilyen sajátos kémiai alakzatot vagy reakciót; valószínűtlen ugyanis, hogy reakciók véletlenszerűen összeálló hálózata életet eredményezzen.

A bonyolultság problémájával legmegdöbbentőbben akkor találkozunk szembe magunkat, ha megvizsgáljuk a nukleinsavak és a fehérjék kölcsönhatását a földi életben. A fehérjék feladata a biokémiai folyamatok katalizálása (vagyis sebességük számottevő felgyorsítása). E katalizáló hatás hiányában az élet könnyen megfeneklene. A fehérjék a nukleinsavak irányításával hajtják végre feladatukat, ezek hordozzák ugyanis a genetikai információt. Ám a fehérjék felépülését ugyancsak nukleinsavak vezénylik. Ebből az következik, hogy a nukleinsavaknak előbb kellett

kialakulniuk. Nagyon nehéz azonban elképzelnünk, hogyan jöhettek létre spontán módon olyan bonyolult, sok ezer, gondosan elrendezett atomot tartalmazó molekulák, mint például a DNS vagy az RNS, ha fehérjék hiányában szinte semmire sem voltak képesek, többek között például szaporodásra sem. Éppily valószínűtlen az is, hogy a nukleinsavak és a fehérjék véletlenül pontosan egyidőben alakultak ki, majd egyik pillanatról a másikra felismerték a szimbiotikus együttműködésükben rejlő előnyöket.

Az élet születése a molekulák véletlenszerű keveredésének eredményeképpen – Fred Hoyle hasonlata szerint – éppoly valószínűtlen, mint az, hogy amikor hatalmas forgószél söpör végig egy repülőgépgyár szerelőcsarnokán, az ott felhalmozott alkatrészekből véletlenül egy működőképes Boeing-747-es áll össze. Könnyen megbecsülhetjük a DNS-t alkotó molekulák véletlen permutációinak számát. Ez körülbelül $10^{40\,000}$ az 1-hez! Ez ugyanolyan kis valószínűség, mint ha egy érmét 130 000-szer egymás után feldobva megszakítás nélkül mindig fejet kapnánk. Mindamellett tételezzük fel, hogy ez a valószínűtlen esemény bekövetkezett. Vajon nevezhetjük-e csodának e hihetetlenül csekély valószínűségű esemény lezajlását?

Különbséget kell tennünk két dolog között. Egyrészt beszélhetünk olyan eseményekről, melyek előfordulásakor a természet törvényei sérülnek vagy érvényességük átmenetileg korlátozódik. Másrészt el tudunk képzelni olyan eseménysort is, melynek minden részeseménye a természet törvényeinek engedelmeskedik, elképzelt kombinációjuk megvalósulása mégis annyira valószínűtlen,

hogy az eseménysor csodának tűnik. Ha például megkeverek egy pakli kártyát, majd kiosztom négy játékosnak és azt tapasztalom, hogy minden játékos csupa azonos színű lapot kapott, méghozzá emelkedő számsorrendben, akkor vajon kell-e arra gyanakodnom, hogy a lapok keverése közben valamilyen csoda történt? Természetesen lehetséges, hogy a tökéletesen szabályos keverés eredményeképpen a lapok éppen színek és számok szerint rendeződve sorakozzanak a pakliban, ám ennek olyan csekély a valószínűsége, hogy az ilyen eset előfordulásakor rögtön gyanakodni kezdenénk, valamilyen turpisság zavarta meg a keverés folyamatának véletlenszerű jellegét. [7]

Effajta zavarok kétféleképpen fordulhatnak elő. Az egyik a természet törvényeinek tényleges megsértése. Az élővilág fejlődéséből választva példánkat megtörténhetne, hogy egy molekula hirtelen megváltoztatná mozgásának irányát, anélkül, hogy ennek bármilyen természeti oka lenne, csak azért, hogy összekapcsolódjék egy másik, közeli molekulával, ami jelentős előrelépést képviselne az élet fejlődésének útján. Kevés tudós örülne ennek. A másik lehetőség az anyag céltudatos manipulációja, a természet törvényei által megengedett kereteken *belül*. Tudjuk, hogy az anyag manipulálható, hiszen az ember folyamatosan ezt *t e s z i*. *Mi magunk* (tudatosan) megvalósíthatunk véletlenszerűen szinte egyáltalán elő nem forduló folyamatokat (ilyen például a kártyák megfelelő rendezése), anélkül, hogy a természet törvényeit megsértenénk.

Márpedig ha ezt meg tudjuk tenni, akkor feltehetően egy céltudatos istenség is képes ugyanerre.

Mindamellett a tudósok feladata az, hogy a természetfölötti erők céltudatos beavatkozása nélkül próbálják megmagyarázni a világot. Ennek megfelelően a roppant csekély valószínűségek előbb vázolt problémájára is számos tudományos válasz érkezett. Az egyik ezek közül nagyobb számú „próbálkozással” akarja növelni az esélyeket. Ez áll a pánspermia-elméletek háttérében is. Ha a földi élet nem feltétlenül a Földön alakult ki, máris bolygók billiói jöhetnek számításba, ahol a természet megpróbálkozhatott a molekulák keverésével. Feltéve, hogy elegendő számú bolygó és elég hosszú idő áll rendelkezésre, valahol végül még a legvalószínűtlenebb molekuláris folyamatok is végbe fognak menni.

Ez az érvelés azonban kozmológiai okokból félrevezető. Tagadhatatlanul igaz, hogy egy végtelen és egyöntetű Világegyetemben minden, ami megtörténhet, meg is fog történni, még hozzá végtelenül sokszor. Ha egy eseménysorozatnak véges nagyságú a valószínűsége, és végtelen sok helyszín kínálkozik a próbálkozásra, bármilyen kicsiny legyen is ez a valószínűség, a próbálkozások közül *szükségszerűen* végtelen sok sikerre számíthatunk. Ez pusztán matematikai tény, mégis meghökkentő következményei vannak. A modern kozmológia egyik alaptétele szerint a Világegyetem általunk belátható része a Világegyetem egészének minden jellemző tulajdonságával rendelkezik. Ez nem más, mint a kopernikuszi elv egyik alkalmazása. Márpedig ha ez az elv

helyes, és ha a Világegyetem térben végtelen, akkor végtelen sok csillag és végtelen sok, a Földhöz hasonló bolygó létezik benne, végtelen számú szerves molekulával. Eszerint tehát 1 valószínűséggel, azaz bizonyosan születnek további DNS-molekulák. Továbbá, minthogy a DNS-molekulán belül az azt felépítő bázisok véges számú kombinációja fordulhat csak elő, egészen bizonyos, hogy valahol a Világegyetemben létezik még egy olyan teremtmény, „akinek” a DNS-e pontosan megegyezik az enyémmel. Ez a lény az én tökéletes másolatom. Sőt, mivel mindez végtelen sok helyen fordulhat elő, nem is csak egy, hanem végtelen sok Paul Davies-másolatnak kell léteznie. Arra a következtetésre jutottunk tehát, hogy valahol a végtelen Világegyetemben a Föld minden egyes lakójának végtelen számú másolata él. A valószínűségelmélet könyörtelen logikája szerint továbbhaladva kiderül, hogy végtelen sok olyan bolygónak kell léteznie, amelynek lakói pontosan megegyeznek a Föld népességével. (Még ennél is több eltérő népességű bolygónak kell léteznie.) Ezt az érvelést a 2. függelékben fogom részletesebben kifejteni. Bármilyen meghökkentően hangzik, le kell vonnunk a következtetést, hogy egy végtelen Világegyetemben, amelyre érvényes a kopernikuszi elv, mindenütt léteznie *kell* az életnek, még hozzá végtelen bőségben. Fontos azonban tudatosítani magunkban, hogy az ilyen élet szinte elképzelhetetlenül szórványosan népesíti be a teret, feltéve, hogy valóban véletlen folyamat eredményeképpen született. Erről a szórványosságról a következő okoskodással alkothatunk magunknak fogalmat. Induljunk ki a fent említett

valószínűségekből és tételezzük fel, hogy mondjuk minden egyes galaxisban egymilliárd, a Földhöz hasonló bolygó létezik. Legyen a molekulák kombinációs próbálkozásainak sebessége mondjuk egymillió próbálkozás másodpercenként valamely folyadék minden egyes köbcentiméterében. Ha a „molekuláris leves” teljes térfogata minden bolygón olyan nagy, mint a Föld óceánjainak vízmennyisége (ami erős túlbecslése a valóságos helyzetnek), akkor a DNS-molekulák keletkezésének gyakorisága galaxisonként és másodpercenként $10^{-39\ 960}$. Feltéve, hogy a Világegyetem tízmilliárd éves története során mindvégig hasonló ütemben zajlottak a próbálkozások, számításaink szerint mintegy $10^{39\ 943}$ galaxist kellene végigvizsgálnunk, hogy jó esélyünk legyen egyetlen DNS-molekula megtalálására. A Világegyetem belátható része azonban csak mintegy 10^{10} galaxist tartalmaz, ezért egy ennél $10^{39\ 933}$ -szor nagyobb, azaz mintegy $10^{13\ 321}$ fényév kiterjedésű térrészt kellene átvizsgálnunk.

Ez az a pont, amikor különbséget kell tennünk a Világegyetem és annak a Földről (a legnagyobb teljesítőképességű távcsövekkel) belátható része között. Erre a különbségtételre azért van szükség, mert létezik egy alapvető korlát, amekkora távolságon belül az objektumok egyáltalán megfigyelhetők a Világegyetemben. Ennek az oka, hogy a legtöbb elfogadott kozmológiai modellben szerepel az úgynevezett eseményhorizont fogalma. A eseményhorizont a fény véges sebessége következtében

jön létre. Ha a távoli világűrbe pillantunk, az égitesteket nem olyanoknak látjuk, mint amilyenek azok valójában, hanem olyanoknak, amilyenek akkor voltak, amikor a most hozzánk érkező fény elindult róluk. Az optikai távcsövekkel megfigyelhető legtávolabbi galaxisok sok milliárd fényévre vannak tőlünk, ami azt jelenti, hogy a fénynek a Világegyetem korát jobbra felemésztő időtartamra van szüksége ahhoz, hogy ezekről a roppant távoli galaxisokról hozzánk eljusson. Rádiótávcsövekkel és mikrohullámú detektorokkal olyan sugárzást is fel tudunk fogni, amely mintegy 300 000 évvel az ősrobbanás után indult útjára. Abban az időben a galaxisok még nem alakultak ki. Adott tehát egy felső korlát, amelynél ma még elvben sem láthatunk több galaxist. Még amennyiben a Világegyetem térben végtelen és végtelen számú galaxist tartalmaz is, mi ezeknek csak egy véges részhalmazát vagyunk képesek megfigyelni. Ezért, ha az élet végtelenül kis valószínűséggel bekövetkező véletlen esemény, akkor csaknem teljesen bizonyos, hogy jelenlegi eseményhorizontunkon belül sehol másutt nincs élet rajtunk kívül, akkor sem, ha a kopernikuszi elv értelmében a Világegyetem egészében végtelenül sok lakott bolygó létezik. Ahogy múlik az idő, egyre több galaxis kerül eseményhorizontunkon belül, az előbbieken végzett számításaink alapján azonban nyugodtan kijelenthetjük, hogy rendkívül hosszú időnek kell eltelnie, mire egy DNS-molekulát tartalmazó galaxis a Világegyetem általunk megfigyelhető részében felbukkan (azaz eseményhorizontunkon belül kerül).

Látjuk tehát, hogy ha az élet véletlen kialakulásának esélye

olyan mérhetetlenül csekély, amint azt kiszámítottuk, akkor még az sem hoz számottevő nyereséget, ha az élet véletlenszerű létrehozására irányuló próbálkozások helyszínét a Földről kiterjesztjük a belátható Világegyetem valamennyi földszerű bolygójára, majd a pánspermia-elméletre hagyatkozva bízunk a valahol kialakult élet elterjedésében. Minthogy semmilyen objektum nem mozoghat a fénynél gyorsabban, ezért egyetlen mikroba sem érhetette el a Földet jelenlegi eseményhorizontunkon túlról. Ennélfogva a földi élet szempontjából szóba jövő próbálkozások csak arra a talán 10^{10} galaxisra szorítkoznak, amelyek a Világegyetem általunk megfigyelhető tartományában helyezkednek el. Ezek a galaxisok összesen mondjuk 10^{19} , a Földhöz hasonló bolygót tartalmazhatnak. Figyelembe véve azonban a korábban kiszámított, $10^{40\,000}$ az 1-hez esélyt, csupán elhanyagolható mértékben javít a helyzetünkön, ha ezt a számot 10^{19} -nel megszorozzuk.

Milyen következtetéseket vonhatunk le ezekből a statisztikai megfontolásokból? A válasz azt hiszem, egyértelmű. Egy DNS-t tartalmazó, vagy akár csak a földi biokémiára hozzávetőlegesen emlékeztető tulajdonságokkal rendelkező, Földön kívüli mikroba felfedezése komoly érvet jelentene a pánspermia elképzelés valamely változata mellett. Különösen így lenne, ha a mikrobát mondjuk a Marson vagy egy meteoritban találnánk. Másrészt viszont, ha merőben újszerű biokémiai alapokon nyugvó, egyértelműen Földön kívüli mikrobát

fedeznének fel, akkor ez súlyos érv gyanánt szolgálna azon nézet ellenében, amely szerint az élet eredete nem több a természet játékánál, vagyis rendkívül valószínűtlen, véletlen esemény. Ahhoz azonban, hogy ezt az ellenérvet teljesen egyértelműnek tekinthessük, bizonyosaknak kellene lennünk abban, hogy a fejlődési folyamatok belső sajátosságai nem adhatnak magyarázatot a tapasztalt biokémiai eltérésekre.

Végül, ha sikerülne találnunk egy Földön kívüli DNS-molekulát, amelyről bebizonyosodna, hogy a földi fejlődési vonaltól független eredetű, akkor ez súlyos csapást mérne a darwini evolúciós elméletre és arra a (jelenleg egyeduralkodó) tudományos meggyőződésre, amely bármiféle célszerűséget határozottan elutasít a természetben.

Nagy valószínűségű természetes folyamatok

Carl Sagan a következőket írta: „A rendelkezésünkre álló bizonyítékok határozottan amellet szólnak, hogy az élet kialakulásához az adott kezdeti feltételek mellett úgy egymilliárd évig tartó evolúcióra van szükség. Úgy tűnik, hogy a Világegyetem kémiai felépítése önmagában hordozza annak szükségszerűségét, hogy az élet kifejlődik az arra alkalmas bolygókon.” Ez a SETI-vel foglalkozó kutatók által legszélesebb körben elfogadott vélemény. Ez a feltevés azt jelenti, hogy ha adottak a megfelelő kémiai feltételek, vagyis például az „ősleves” kémiai összetétele megfelelő, rendelkezésre áll egy megfelelő energiaforrás, és a hőmérséklet megfelelő határok között állandó, akkor

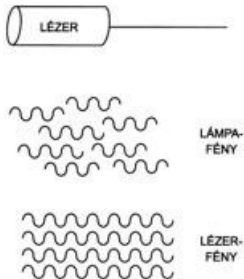
az élő szervezetek bizonyos, geológiailag ésszerű időtartam alatt (ami itt évmilliókat vagy évmilliárdokat jelent) feltétlenül kifejlődnek. Gyakran említik azt a tényt, hogy a Földön már nem kevesebb, mint 3,6 milliárd éves mikrobák ősmaradványait is megtalálták. A Föld kora 4,5 milliárd évre tehető, de az első néhány tíz-, vagy akár néhány százmillió évben bolygónk felszínén a körülmények egészen bizonyosan túlságosan ellenségesek voltak az élet megtelepedéséhez. Súlyos veszélyt jelentett a meteorok folyamatos bombázása, a pusztító erejű vulkánkitörések, a Föld belsejéből kigőzölgő sűrű és mérgező gázok, a Nap instabilitása (a Nap nagyjából a Földdel egy időben keletkezett, ezért az időtájt valószínűleg gyerekbetegségekkel bajlódott), a roppant forróság, a folyékony víz hiánya és a Nap halálos sugarai. Mindezek alapján úgy tűnik tehát, hogy az élet szinte az első adandó alkalommal megjelent a Földön. Ha az élet a Földön alakult ki, akkor mindezek a tények azt sugallják, hogy a folyamat meglehetősen gyors volt. Természetesen ha a pánspermia-elmélet helytálló, és a Világegyetem telis-tele van otthont kereső mikrobákkal, akkor nem meglepő, hogy hamar rátaláltak az újszülött Földre, és meghódították azt. Óvatosaknak kell lennünk azonban, amikor egyetlen példa alapján statisztikus érvényű következtetéseket akarunk levonni. Pontosán ez az, ami miatt a Földön kívüli élet akár csak egyetlen példájának felfedezése óriási elméleti jelentőségű volna a (3) pontban megjelölt világnézeti alapállás számára.

Eme szemlélet hívei érvelésük alátámasztására az

önszerveződés jelenségét hívják segítségül. Az elmúlt években tisztázódott, miszerint sok fizikai és kémiai rendszer képes arra, hogy bizonyos feltételek megléte esetén önmagától nagyobb szervezettségű állapotba ugorjon át. (A jelenséget az 5. fejezetben szándékozom részletesen tárgyalni.) Az önszerveződés jellegzetes példáját figyelhetjük meg a nemlineáris, nyílt rendszerekben, amelyeket környezetük a termodinamikai egyensúlytól távoli állapotba hoz. Eszerint a fizika és a kémia törvényei maguk is olyanok, hogy általuk az anyag utat talál az egyre bonyolultabb állapotok felé, ami megnöveli a bonyolult biokémiai molekulák felépülésének esélyét. Manfred Eigen vegyész tanulmányozta azokat a módozatokat, amelyek, révén a kémiai folyamatok önszerveződő, egymással összefonódó ciklusai, vagyis az általa hiperciklusoknak nevezett folyamatok sokkal nagyobb fokú komplexitást képesek létrehozni, mint a molekulák egyszerű, véletlen összerendeződései. Eigen munkáinak eredményét a maga útját járó biofizikus, Stuart Kauffmann írta le és fejlesztette tovább. Közelmúltban kiadott könyve, a *The Origins of Order* (A rend eredete) a hagyományos neodarwinisták ellen intéz támadást.

Az önszerveződés effajta gyakorisága a természetben mindenképpen azt látszik alátámasztani, hogy az élet spontán kialakulásának összehasonlíthatatlanul nagyobb a valószínűsége, mint ahogyan az a molekulák véletlenszerű összerendeződése alapján várható statisztikai becslésekből kiderül. Nyilvánvaló, hogy az előző alfejezetben említett valószínűségek erősen túlzottak. Ma

még lehetetlen megmondanunk, hogy az önszerveződés folyamata képes-e ezeket a valószínűségeket valamilyen 1-hez közeli értékre emelni, mindenesetre sok tudós, többek közt Sagan is úgy véli, hogy igen. Az 5. fejezetben részletesen kifejtendő okok miatt magam is ezen az állásponton vagyok.



2.1. ábra

A közönséges lámpa fényét számtalan, egymáshoz képest rendezetlen elhelyezkedésű hullámtöredék alkotja. Ezzel szemben a lézerefény koherens, azaz a hullámok pontosan azonos ütemben haladnak, a hullámhegyek és a hullámvölgyek minden egyes hullámvonulatban ugyanott vannak. A lézer egyszerű példa egy élettelen fizikai rendszerben végbemenő önszerveződésre.

A Földön kívüli mikroorganizmusok felfedezésének a (3) pontban megjelölt lehetőségét elemezve hasznos lehet megkülönböztetnünk a felfogás gyenge és erős változatát. A gyenge változatban a fizika és a kémia törvényei

olyanok, hogy megfelelő feltételek mellett az anyag fejlődése természetesen és szinte automatikusan halad a mind magasabb rendű szervezetségi szintek felé. Ha ez a szervezett bonyolultság átlép egy bizonyos küszöböt, ettől kezdve a rendszert élőnek nevezhetjük. A folyamat pontos részletei nem fontosak, csupán általános menete, amely az egyszerűtől a bonyolult felé vezet. Számos fejlődési út létezik, melyek mentén a kémiai (és talán nem kémiai) folyamatok önszerveződése eljuthat az élet felbukkanásáig, ezért nem várhatjuk, hogy a Földön kívüli élet kémiai alapjai hasonlítsanak a földi életére. Ez esetben viszont joggal feltételezhetjük, hogy az élet a környezeti feltételek tág határai között szökkenhet szárba. Nincs szükség például a folyékony víz vagy akár a szén jelenlétére. Felettébb egzotikus életformákra is számíthatunk, például a Jupiter sűrű légkörében lebegő vagy a Titán nitrogénóceánjaiban úszkáló teremtményekre, melyek létezését néhány tudós már felvetette.

Az elmélet erősebb változata sokkal határozottabban jelöli ki a fejlődés irányát, eszerint az „őslevesből” csak bizonyos nukleinsavak és fehérjék alakulnak ki. Ebben az esetben az élet biokémiai alapjainak a Világegyetem bármely részében meglehetősen hasonlóaknak kell lenniük, s ezért az élet születéséhez többé-kevésbé azonos fizikai és kémiai feltételekre van szükség (jelentős mennyiségű szénre és vízre, 0°C és 100°C közötti hőmérsékletre stb.). Ha a (3) felfogás erős változata bizonyul helyesnek, akkor ebből az következik, hogy a Földön kívüli mikrobáknak nagyon hasonlítaniuk kell a földiekre. Sajnos ebben az

esetben az elmélet végkövetkeztetése megkülönböztethetetlené válik a pánspermia-hipotézisétől. Nehéz lenne például bebizonyítani, hogy egy Marson talált (és a földiekre hasonlító biokémiai felépítésű) mikroba nem a Földről egy kisbolygó vagy üstökös becsapódása következtében valamikor a Marsra vetődött földi baktérium távoli leszármazottja.

3. Az idegenek üzenete

Mivel a Phoenix-program már folyik, érdemes alaposabban fontolóra vennünk, milyen filozófiai következményekkel járna egy Földön kívüli civilizáció üzenetének észlelése. Pontosan mit is jelentene az emberiség számára, hogy nemcsak mi vagyunk értelmes lények a Világegyetemben? Vajon felvillanyozna vagy kétségbe ejtene minket a felfedezés híre? Izgalomba jönnénk vagy halálra rémülnénk? Fellelkesülnénk vagy elcsüggednénk?

Sokan úgy vélik, egy ilyen váratlan bejelentés óriási megrázkódtatást jelentene, s az emberi társadalom elemeire hullhatna. A tudományos-fantasztikus történetekben a kormányokat általában összeesküvőknek festik le, mert el akarják titkolni felfedezésüket, attól tartva, hogy annak ismerete veszélyes lehet az egyszerű emberek számára. Az idegenek jelzéseit felfogó tudósokat általában őrizetbe veszik, s megtiltják, hogy felfedezésről bárkinek is szóljanak, mivel pánik törhet ki. Hogy valóságos esetet vegyünk alapul, vajon a pulzárok felfedezésének szándékos

elhallgatásában milyen mértékű volt a kísérletben részt vevő tudósok természetes, tudományos megfontoltsága, és milyen mértékű a riadalomkeltéstől való félelem?

Természetesen abszurd az az elképzelés, amely szerint a politikusok és a tudósok képesek magukra vállalni annak a terhét, hogy tudnak az idegen lények létezéséről, miközben a hétköznapi emberekkel nem tanácsos megosztani a felfedezés hírét. A Phoenix-programban részt vevő tudósok bizottságot alakítottak annak vizsgálatára, milyen módon lenne legcélszerűbb bejelenteni a felfedezés hírét, amennyiben sikerülne felfogni az idegenek jelzéseit.^[8] Ugyanez a testület vizsgálja azt is, hogy milyen lépéseket kellene tenni az esetleges válaszadás érdekében. Csak remélni lehet, hogy ezeket a kérdéseket a lehető legteljesebb nyilvánosság előtt fogják megtárgyalni, hogy az egész emberiség részesedhessen a nagy jelentőségű felfedezésből.

E fontolgatások során az idegenektől származó jelek több fajtáját elemezték. A legegyszerűbb esetben csupán a tőlük érkezett (de nem kifejezetten nekünk szóló) rádiójeleket fognánk fel. Ezek a jelzések csupán arra szolgálnának, hogy hírül adják egy civilizáció létezését mindazoknak, akik éppen ilyenek után kutatnak. Mindebből nem következne, hogy az idegenek tudnak létezésünkről. A jelzés lehet egyszerű, szabályos füttyjelek sorozata, bár feltétlenül kevésbé félreérthető lenne, ha valamilyen, az értelemre utaló tartalmat hordozna, például a törzsszámok sorozatát vagy a számjegyeit. Természetesen az idegeneknek esetleg okuk lehet arra, hogy ne rádióhullámokat, hanem

inkább lézersugárzást használjanak, esetleg megtervezett perturbációkat hozzanak létre saját csillaguk mozgásában, vagy valamiféle számunkra egyelőre ismeretlen műszaki megoldást alkalmazzanak. Mindamellet, ha komolyan az a szándékuk, hogy felhívják magukra a figyelmünket (márpedig mi más oka lehetne annak, hogy jelzések leadásával vesződnek), akkor minden kétséget kizáróan sejtik, hogy nekünk valószínűleg vannak rádiótávcsöveink. Még izgalmasabb lenne, ha a felfogott üzenet valamilyen információt is tartalmazna az idegen civilizációról, sőt, esetleg kapcsolat felvételére buzdítana bennünket. Minthogy egy viszonylag rövid rádió- vagy lézerimpulzusba hihetetlenül nagy mennyiségű információ zsúfolható bele, ezért már az első rövid, bemutatkozó jelzés alapos elemzése révén is elképesztő mennyiségű új ismeretre tehetnénk szert.

Talán az idegenek már rájöttek, hogy itt a Földön létezik értelmes faj, és égnek a vágytól, hogy kapcsolatot teremtsenek velünk. A földönkívüliek többféleképpen is tudomást szerezhettek létezésünkről. Kizárólag földi használatra szánt rádióadásaink egy része elkerülhetetlenül kiszóródik a világűrbe, és fénysebességgel távolodik bolygónktól. Megfelelően érzékeny antennával jelenleg néhányszor tíz fényévnyi környezetünkön belül bárhol fel lehetne fogni egykori rádió- és tv-adásainkat. Még érzékenyebb vevővel a légköri kísérleti atomrobbantások által keltett elektromágneses jeleket is ki lehetne mutatni, vagy akár a légkörünkben lévő üvegházgázok koncentrációjának könyörtelen növekedését is érzékelni

lehetne. Létezésünkre abból is következtethetnek, hogy fizikai tulajdonságai alapján a Föld olyan bolygónak látszik, amely valószínűleg alkalmas az értelmes élet kialakulására ezért feltétlenül érdemes a rendszeres megfigyelésre. Az is elképzelhető, hogy a földönkívüliek időről időre meglátogatták bolygónkat, ezért biztosan tudják, hogy itt a közeljövőben varható értelmes faj megjelenése. Az sem kizárt, hogy egyik látogatásuk alkalmával itt hagytak vagy réges-régen ideküldtek egy automatikus szondát, amelyik értesíti őket műszaki civilizáció kifejlődéséről. Egy ilyen szonda az idők végezetéig nyugodtan keringhetne Nap körüli pályáján, anélkül, hogy a legcsekélyebb esélyünk lenne a felfedezésére.

Rá kell azonban döbbernünk, hogy az idegenek jelzéseinek vétele nem jelenti a két civilizáció közötti párbeszéd azonnali megindulását. A hozzánk legközelebbi csillag távolsága ugyanis több mint négy fényév. Még a legderülátóbb becslések szerint is roppant csekély annak valószínűsége, hogy száz fényévnyi körzetünkben létezik másik civilizáció. Márpedig a száz fényév távolságban lakó idegenek üzenete száz év alatt érkezik el hozzánk, majd újabb száz évbe telik, mire válaszuk odaérkezik beszélgetőpartnerünkhöz. Jó néhány évszázadba telne tehát, mire az üzenetváltások rendszerét sikerülne kialakítanunk. A párbeszédet megelőzően ugyanis, a kezdeti időszakban a rendszer beszabályozásának fáradságos munkájára lenne szükség. Ekkor kellene felbecsülnünk a kapcsolat várható következményeit, egyelőre anélkül, hogy a tartalmas eszmecsere előnyeiből

részeseződne.

Elképzelhető azután, hogy valahol a Földön vagy a Föld közelében bukkanunk rá az idegenek üzenetére vagy egy általuk alkotott tárgyra (mint ahogyan ez Arthur C. Clarke *2001: Űrodüsszeia* c. regényében történik). Ez ugyan nagyon valószínűtlennek tűnik, ám nem teljességgel lehetetlen, különösen akkor nem, ha ezt a bizonyos idegen eredetű szerkezetet úgy programozták be, hogy csak akkor adjon hírt magáról, ha a földi civilizáció fejlődése elért egy meghatározott szintet. Elképzelhető, hogy erre a szerkezetre valahol a Holdon, a Marson vagy éppen az óceán fenekén bukkanunk, de az sincs kizárva, hogy a Föld felszínén találunk rá, amikor elérkezett az ideje. Ezután a szerkezethez közvetlenül kérdéseket intézhetünk, akárcsak egy korszerű, interaktív számítógépes terminálhoz, aminek eredményeképpen kialakulhat a párbeszéd tulajdonképpen a Földön kívüli civilizációval. Egy ilyen szerkezet – amely valójában egy Földön kívülről érkezett idő-palackposta – óriási mennyiségű, és számunkra rendkívül fontos információt tartalmazhat.

Ha sikerülne felfedeznünk, hogy a Tejútrendszer meghatározott pontjáról értelmes lényektől származó jelzések indulnak ki, akkor ennek sokkal mélyrehatóbb következményei lennének ama tény pusztá megállapításánál, hogy létezik a miénken kívül más civilizáció. Ha a civilizáció oly csekély valószínűséggel létrejövő jelenség, hogy az egész belátható Világegyetemben csupán kettő van belőle, felettébb valószínűtlen, hogy mindkettő éppen a Tejútrendszerben

alakult volna ki. Felfedezésünk alapján tehát arra kellene következtetnünk, hogy más galaxisokban, számtalan egyéb civilizáció létezik (esetleg létezett vagy fog létezni). Hasonlóképpen, amennyiben a Naprendszer szűkebb kozmikus környezetének fürkészése során fedeznénk fel az idegenek jelzéseit, ebből az következne, hogy civilizáció a Tejútrendszeren belül is meglehetősen gyakran fordul elő. A lehetőségek köre tehát szemlátomást kettőre szűkült: vagy egyedül vagyunk a Világegyetemben, vagy az intelligens civilizációk meglehetősen elterjedtek. Vizsgáljuk meg mindezek után az idegenek jelzéseinek hatását az élet eredetével kapcsolatos háromféle hipotézisre.

Csoda

Annak tudatában, hogy léteznek Földön kívüli értelmes lények, rendkívül nehéz volna fenntartani a csoda hipotézisét. Természetesen, amint arra már korábban rámutattam, logikailag nem teljesen lehetetlen, hogy az élet valamilyen csoda folytán keletkezett, majd elterjedt az egész Világegyetemben, vagyis az idegenekkel egyazon csodás őson osztoznánk. Ebből a képből azonban hiányzik mindaz, ami a vallásos emberek számára a csoda-hipotézis vonzerejét jelenti. Egyúttal súlyos kétségeket ébreszt az értelem és a tudat isteni eredetét illetően. Nincs számottevő valószínűsége annak, hogy a különböző civilizációk csillagközi utazásainak eredményeképpen közvetlen rokonságba kerültünk a Földön kívüli értelmes

lényekkel, fajunk ugyanis egészen nyilvánvalóan a földi biológiai folyamatok szülötte. A földönkívüliek üzenetének vétele rádöbbenetene bennünket arra, hogy civilizációnktól függetlenül a Világegyetemben másutt is megjelent az értelem, így a *Homo sapiens* nem foglal el kitüntetett helyet a világ rendjében. Továbbá, amint azt korábban megvilágítottam, a felfedezésből az is következne, hogy számtalan más civilizációnak is léteznie kell, így a miénk csupán egyik jelentéktelen tagja a kozmikus civilizációk népes közösségének.

Nincs kétségünk afelől, hogy ez a felismerés megkövetelné a vallási tanok alapos újraértékelését. A Szentszék a közelmúltban foglalkozott ezzel a kérdéssel. Amint azt az 1. fejezetben említettem, az elmúlt évszázadokban heves vita alakult ki a Földön kívüli lények létezésének teológiai következményeiről, ez a vita azonban századunkban érdekes módon lecsillapodott.

Earnest Barnes, Birmingham püspöke, 1927 és 1929 között Edinburghben tartott (Gifford-) előadásaiban így beszél erről: „Vajon az egész Világegyetem az értelmes lények otthona?” Barnes kiváló tudós volt, s szerinte Isten „a tudatosság magasabb rendű formáinak alapjául” teremtette a Világegyetemet. Ezt a célt legjobban a lakott világok sokasága szolgálja, jelentette ki (vagyis ismét felbukkant a bőség elve). Figyelembe véve a Világegyetemben feltehetően létező bolygók óriási számát, és kinyilvánítva azt a figyelemreméltóan korai meggyőződést, amely szerint Tejútrendszerünknek „sem a tömege, sem mérete, sem egyetlen más tulajdonsága nem rendkívüli” (előkerül tehát a

kopernikuszi elv is), Barnes arra a következtetésre jutott, hogy a belátható Világegyetemben értelmes lényekkel benépesített bolygók milliárdjainak kell létezniük, s e civilizációk közül jó néhány sokkal fejlettebb a miénknél. Érvelésének alátámasztására leszögezte, az élet a Földön jött létre, mégpedig természetes folyamatok eredményeképpen: „Bonyolult, szerves vegyületek keletkeztek, amelyek azután hidat alkottak az élettelen és az élő között.” A püspök ezután folytatta következtetései sorát, kijelentvén, hogy az élet elvben akár mesterséges úton is létrehozható. „Ha laboratóriumunkban elő tudjuk állítani ugyanazokat a körülményeket, amelyek a Földön az élet megjelenésének időszakában fennálltak, elérhetjük, hogy az élet ismét megszülessék.”

Sok valláskommentátor felfigyelt arra, milyen rengeteg csillag alkotja a Világegyetemet, és feltették a kérdést, mivégre vannak ezek a világon, ha a Föld az egyetlen lakott bolygó. Amiként E. A. Milne oxfordi kozmológus roppant velősen megfogalmazta: „Tiszteletlenség-e arra gondolnunk, hogy egy végtelen hatalmú Isten aligha talál lehetőséget saját maga gyönyörködtetésére és isteni hatalma gyakorlására, amennyiben csupán egyetlen olyan bolygó létezik, melyre tevékenysége kiterjed?”

1952-ben kiadott, *Modern Cosmology and the Christian Idea of God* (A modern kozmológia és a keresztény istenkép) című könyvében látnoki módon megjósolta a rádiócsillagászat új tudományának születését és a világűrből jövő rádióhullámok felfedezését: „Nem lehetetlen, hogy ezek más »bolygókon« élő értelmes lényektől

származó jelzések. Az idő végtelen távolában elvben az is lehetséges, hogy kapcsolatot teremtünk ezekkel a lényekkel.”

Milne azonnal rámutat azonban egy súlyos problémára, amellyel a keresztény embernek szembe kell néznie, amennyiben az idegenek valóban léteznek. Mivel hisz abban, hogy „a keresztény tanítás lényegéből fakadóan Isten beavatleozik a történelem menetébe”, ezért megjegyzi: „Isten legjelentősebb beavatkozása a történelem folyásába a keresztény világszemlélet szerint a Megtestesülés volt. Vajon ez egyedi esemény volt, vagy a számtalan lakott bolygó mindegyikén bekövetkezett? A keresztény ember elborzad erre a gondolatra. Aligha tudjuk elképzelni, hogy Isten Fia a bolygók miriádjának mindegyikén szenvedésével váltja meg a világot. A keresztény tanítás annak leszögezésével kerüli el ezt a következtetést, hogy Földünk páratlan és egyedülálló a maga nemében. De vajon mi a sorsa a többi bolygó feltételezett lakóinak, ha a megváltás csak a mi bolygónk szerencséje? Im már mély vizekre jutottunk a világ legnagyobb rejtelseinek tengerén.”

Milne saját megoldását kínálja a problémára, vállalva, hogy lehetőség van a csillagok közötti rádiós kapcsolatteremtésre. Ily módon véleménye szerint az idők végtelenjében lehetővé válna, hogy az emberiség hírül adja az idegen lényeknek: a Megtestesülés éppen a mi bolygónkon következett be.

Ezt a megoldást határozottan elutasította E. L. Mascall, a filozófus pap, aki 1956-ban tartott (Bampton-)

előadásaiban cáfolta Milne teológiai elméletét. „Mindez éles ellentétben áll a keresztény gondolkodás nagy, klasszikus hagyományaival”, Krisztus kínszenvedésével, mivel a megváltás „szükséges és elégséges feltétele Isten teremtményei számára, az, hogy a megváltottaknak *tudniuk kell* ennek tényéről.” Mascall szerint a keresztény világkép sarkpontja, és a megváltás lényege az, hogy „Isten Fia önnön személyébe egyesítette annak a fajnak a természetét, amelynek megváltására eljött”. Más szavakkal, a történelmi esemény, hogy Isten Fia *emberként* született a Földre, kizárólag a *Homo sapiens* szempontjából bír jelentőséggel. Az idegen lényekre vonatkozóan ezzel szemben Mascall az alábbi következtetésre jut: „Nehéz kitartani a feltevés mellett, hogy a Fiú, aki egy értelemmel és testtel bíró faj alakjában testesült meg, egyúttal más, ugyancsak értelemmel és testtel bíró fajok alakját is magára öltötte volna. ...Krisztus, az Isten által teremtett ember Fia valójában amiatt, hogy őt ember szülte, a *világ* Megváltója, feltéve, hogy a »világ« szót az emberre és az ember kapcsolatrendszerére alkalmazzuk; de vajon a tény, hogy ember hozta világra, nem teszi-e egyúttal a nem emberi testtel és értelemmel rendelkező lények Megváltójává is? Számomra ez felettébb kétségesnek tűnik...”

Mascall inkább hisz abban, hogy az Ige Megtestesülése más bolygókon is bekövetkezett: „Véleményem szerint... nincsenek meggyőző *teológiai* érvek annak cáfolatára, hogy amennyiben léteznek a Világegyetem valamely

vidéken vagy vidékeink értelemmel és testtel rendelkező lények, akik bűnt követtek el és ezért szükségük van a megváltásra, akkor e lények számára és az ő megváltásuk érdekében Isten Fia ne egyesíthette volna (vagy egyesíthetné egy napon) isteni Személyébe minden tulajdonságukat, ahogyan ez az emberiség esetében megtörtént...”

A közelmúltban alkalmam volt megvitatni ezt a kérdést George Coyne jezsuita atyával, a Vatikáni Csillagvizsgáló igazgatójával. Coyne maga is tevékenyen részt vesz a Naprendszeren kívüli bolygók keresésében. Úgy véli, a megváltáshoz nincs szükség isteni Megtestesülésre. Hite szerint amennyiben az idegen lények egyáltalán léteznek és ha bűnt követtek el, Isten tetszőlegesen választhatja meg annak módját, miképpen szabadítja meg őket a bűn terhétől, akár úgy, hogy felölti testüket, akár más módon. Ezen álláspont szerint a keresztény tanításból tehát nem feltétlenül következik a többszörös Megtestesülés.

További teológiai problémák merülnek fel azon várakozásunk alapján, mely szerint ha az idegen társadalmak léteznek, sok közülük lényegesen fejlettebb a miénknél. Vizsgáljuk meg alaposabban ezt az érvelést. A Naprendszer mintegy ötmilliárd éves, ismerünk azonban olyan csillaghalmazokat is, amelyek tizenötmilliárd éve születtek. Csillagrendszereknek tehát jóval a Nap és a Föld megjelenése előtt jöttek létre és indultak hanyatlásnak. Ha az élet valóban gyakori jelenség a Világegyetemben, akkor sok helyütt már évmilliárdokkal a földi élet kifejlődése előtt felbukkant. Hacsak valamilyen okból a Földön nem

lényegesen gyorsabb az élet fejlődése, mint másutt (ami egyébként is ellentmondana a kopernikuszi elvnek lásd azonban Carter antropikus érvelését a 4. fejezetben), akkor arra kell számítanunk, hogy léteznek a Világegyetemben olyan értelmes lények és technikai civilizációk, amelyek több milliárd évvel ezelőtt keletkeztek. Mivel az emberi társadalom mindössze néhány ezer éves, továbbá az emberiség mint technikai civilizáció csupán néhány évszázada létezik, el sem tudjuk képzelni, milyen lehet egy olyan közösség műszaki és társadalmi fejlettsége, amely sok millió vagy milliárd éves múltra tekint vissza. Nincs kizárva, hogy számunkra ezek a szuper-fejlettségű lények istenként jelennének meg. Arthur C. Clarke hívta fel a figyelmet arra, hogy a technika pár lépéssel a mindennapok előtt járva is megkülönböztethetetlen a mágiától. Vajon mit kezdenénk egy több milliárd éves technikai civilizációval?

Természetesen nem tudjuk, hogy egyáltalán képesek-e ilyen technikai civilizációk hosszú időn keresztül fennmaradni. Lehetséges, hogy a társadalmi fejlődés előrehaladtával a közösségek veszedelmes, múló szeszélyként elvetik a műszaki haladást. Vagy talán létezik valamilyen beépített önpusztító mechanizmus, amelynek következtében a fejlődés bizonyos szintjét elérő társadalom ingataggá válik, és elpusztítja önmagát. Sokan és sokszor rámutattak már, hogy a műszaki fejlődés legfontosabb hajtóereje az erős versenyszellem, továbbá, hogy az emberiség technikai kultúrájának jelentős részét az egyre hatékonyabb fegyverek előállítására irányuló vágy motiválja.

Ezek a mozzanatok szintén nagy valószínűséggel ugyancsak a civilizáció pusztulásához vezetnek.

Mégis nyilvánvaló, hogy ha sikerül felfognunk egy Földön kívüli társadalom üzenetét, biztosak lehetünk abban, a szóban forgó civilizáció nem pusztította el önmagát (hacsak nem egy halálra ítélt civilizáció valamilyen megkövesedett üzenetéről van szó, talán ilyen formában: „Isten veletek, galaktikus társaink, ne kövessétek el a mi hibánkat”). Ebben az esetben szinte teljesen bizonyosak lehetünk abban, hogy a kérdéses társadalom sokkal fejlettebb a miénknél. Az ok nagyon egyszerű. Elhanyagolhatóan kicsiny a valószínűsége annak, hogy Tejútrendszerünkön belül két civilizáció többé-kevésbé egy időben érje el a technikai fejlődésnek azt a szintjét, amikor elkezdi használni a rádiótávcsövet. Tekintve, hogy az élet kialakulása és a törzsfejlődés milliárd éves nagyságrendben zajlik, fölöttebb valószínűtlen, hogy két bolygó civilizációinak fejlettségi szintje között mondjuk egymillió évnél kisebb legyen a különbség. Ha tehát véletlenszerűen kiválasztunk egyet a létező technikai civilizációk közül, akkor valószínű, hogy az sok millió vagy akár több milliárd évvel előttünk jár a fejlődésben. Amennyiben nincs valamilyen egyetemes oka annak, hogy rádiótávközléssel miért csak viszonylag fiatal civilizációk foglalkoznak, arra kell számítanunk, hogy ha felfognak egy rádióüzenetet, akkor az minden tekintetben rendkívül magas fejlettségű lényektől származik, akik nemcsak a technikai és társadalmi fejlődésben járnak messze előttünk, hanem a természet megértésében és a filozófiai

gondolkodásban is. Várhatóan olyan lényekkel kerülünk tehát kapcsolatba, akiknek bölcsessége és ismeretei összehasonlíthatatlanul nagyobbak a miénknél.

Mindez a keresztény vallás számára azért jelent nehézséget, mert ha Isten beleavatkozik a történelem menetébe, és ha az emberiség nem az egyetlen, amely méltó Isten kitüntető figyelmére, akkor a Teremtő szándékainak és céljainak némely bolygóval kapcsolatban sokkal kimunkáltabbaknak kell lenniük, mint a Földre vonatkozóan. Amint arra Barnes már régen rámutatott: „Ha Isten csupán megvalósítja Önmagát az evolúciós folyamatban, akkor másutt Ő már elérte a létezés teljességét és tündöklő nagyságát, amihez a Föld fejlődési folyamata már semmit nem tud hozzátenni.”

Kijózanító tény, hogy csaknem minden intelligens Földön kívüli szomszédunkhoz képest valahol a szellemi fejlődés létrájának legalsó fokán téblábolunk. Egyszerű okoskodással rájöhethetünk, hogy helyzetünk távolról sem felsőrendű, sőt, inkább az a természetes, ha valahol a mezőny legvégén kullogunk. Ennek oka a „szellemiség” pontos fogalmával magyarázható. A legtöbb teológus egyetért azzal, hogy a szellemi fejlődés fogalma csak akkor nyer értelmet, amikor az emberi faj már létrejött, vagy legalábbis akkor, amikor már létezik egy olyan állatfaj, amely elég fejlett ahhoz, hogy öntudata legyen, és amely elérte az értelemnek azt a szintjét, melynek révén tudatában van cselekedetei következményének. Bármelyik lehetőséget választjuk is, meg kell állapítanunk, a földi élet csak valamikor a fejlődés legutolsó egymillió évében érte el

ezt a szintet. Ha viszont a kialakulásuk óta eltelt idő hosszúságának mértékében rangsoroljuk a lehetséges intelligens társadalmakat, akkor a sok milliárd éve fejlődők listáján a néhány millió éves újoncnak valóban csak a legutolsó helyek valamelyike juthat. Számot kell tehát vetnünk a lehetőséggel, hogy az egész Világegyetem szellemileg legkevésbé fejlett lényei vagyunk. Egyeseket ez talán jóleső érzéssel tölt el, mert arra gondolnak, hogy amennyiben sikerülne kapcsolatot teremtenünk az idegenekkel, tudásuk mindenképpen jótékonyan befolyásolná szellemi fejlődésünket, másokat azonban hatalmába keríthet a fenyegetettség érzése.

A vallás számára további nehézség merül fel a lélek fogalmával kapcsolatban. A számítástechnika területén a közelmúltban elért fejlődés belátható közelségbe hozta a gondolkodó gépek megvalósításának lehetőségét. Korunk filozófusai számára a legnagyobb kihívást annak a kérdésnek a megválaszolása jelenti, vajon tudatos lényekké válhatnak-e a számítógépek, és ha igen, lehet-e akár lelkük is. Miközben az elme és a test közötti kapcsolat problémája megoldhatatlanabb, mint valaha (lásd az 5. fejezetet), szembe kell néznünk azzal a lehetőséggel, hogy esetleg kiderül, az idegenek valamiféle robotok. Természetesen magát az üzenetet mindenképpen valamiféle gép sugározza ki, amelyet feltehetően számítógéppel vezérelt rendszer tervezett és irányít, és legjobb esetben is csak az üzenet elküldésének szándéka ered egy intelligens nem-géptől.

Számos érv szól amellett, hogy a biológiai intelligencia

csupán a tudatos értelem világegyetembeli fejlődésének átmeneti szakaszát képviseli. A technikai fejlődés röpke, alig néhány évszázadának elteltével az emberiség fejlődése máris eljutott arra a pontra, amikor a gépek számos olyan „ész” igénylő feladatot hajtanak végre, amelyre eddig kizárólag emberek voltak képesek (például olyan jól sakkoznak, mint egy nagymester, szöveget fordítanak egyik nyelvről a másikra, írott szöveget beszéddé alakítanak). A számítógépes szakemberek azon elmélkednek, hogy mindössze néhány évtizeden belül valóban tudatos, intelligens gépek fognak rendelkezésünkre állni. Ha számítógépeket használunk a még jobb számítógépek tervezésére, akkor a gépi intelligencia fejlődése a lineárisnál sokkal meredekebb lesz, így hamarosan azt kell majd tapasztalnunk, hogy az emberi intelligencia messze lemarad a gépek képességeinek rohamos fejlődése mögött. Ez lesz az a pillanat amikor a „mi” szerepünket „ők” veszik át, amikortól a nagy gondolatokat számítógépek találják ki, amiként a legnagyobb szabású tetteket is gépek hajtják végre.

Bár sok embert mérhetetlenül taszít ez a távlat, semmilyen érv nem szól amellett, hogy az emberi lényeknek háttérbe kellene szorulniuk, ha majd megszületik a gépi intelligencia. Reménykedhetünk abban, hogy a robotokat majd úgy tervezik, hogy jobban törődjenek embertársaikkal, mint ahogy manapság az ember, s a belátható jövőben békés, bár kissé egyenlőtlen ember-robot együttélésnek nézhetünk elébe. Hozzá kell szoknunk, hogy a fogalmi különbség „természetes” és „mesterséges”, „szerves” és „szintetikus”,

„szervezet” és „gép” között egyre inkább elmosódik majd, s végül teljesen eltűnik. Biztonsággal megjósolhatjuk, hogy az emberi agy és idegrendszer teljesítőképességét parányi áramkörök (mikrochipek) beültetésével fogják fokozni. Ugyanakkor a számítógépes szakemberek már jelenleg is keresik a megoldást, hogyan lehetne szerves anyagokat használni a számítógépek előállításához. Hamarosan lehetségessé válhat a számítógépek egyes alkatrészeinek szerves úton való termesztése, a szilárd anyagokból felépülő automatába pedig agyszövetet ültetnek. Ez a helyzet sokkal fejlettebb szintre juthat az úgynevezett neuronhálózatok tanulmányozásának ma még csak gyerekcipőben járó eredményeinek felhasználásával. A neuronhálózatok olyan mesterséges, számítógéppel vezérelt, információfeldolgozó hálózatok, amelyek megpróbálják a lehető leghívebben utánozni az agy működését, szemben a hagyományos számítógépek huzalozással létesített belső kapcsolódásaival. A neuronhálózatok sokkal rugalmasabbak a közönséges számítógépeknél, például képesek „tanulni” saját tapasztalataikból. Ha az imént felvázolt kép legalább nagy vonalakban helyes, a Világegyetem felderítésének fáradságos munkáját a gépekre vagy speciálisan előállított bio-robotokra hagyhatjuk. A gépek végül is sokkal alkalmazkodóképesebbek, mint a hús-vér (illetve az idegenek esetében bio-ekvivalens) lények, ezért sokkal alkalmasabbak a barátságtalan vagy éppen ellenséges környezetben végrehajtandó nehéz és veszélyes feladatok elvégzésére. Ezt a gondolatot a 4. fejezetben

részletesebben is kifejtem.

Nem szükséges feltételeznünk, hogy minden idegen civilizáció a saját maga által létrehozott gépek „kezére kerül” ahhoz, hogy belássuk e lehetőség óriási jelentőségét. A gépeket nem szorítják korlátok közé a biológiai kényszer feltételeik. Például tetszőleges méretű agyuk lehet, ezenkívül tartalmazhatnak valamilyen beépített javító és alkatrészeket cserélő részegységeket, amely gyakorlatilag halhatatlanná teszi ezeket a szerkezeteket. Megtervezhetők úgy, hogy egyáltalán ne érezzenek fáradságot vagy unalmat, így hosszú és unalmas feladatokat is zokszó nélkül végezzenek el (például évmilliókon keresztül várhatják a választ figyelemfelkeltő rádióadásukra). Nyilvánvalóan sok tekintetben messze túlszárnyalhatják a természetes, biológiai úton kifejlődött lények képességeit. Ebből az következik, hogy technológiai és egyéb irányú fejlődésük valószínűleg gyorsabb lesz, mint létrehozóiké. Szükségszerű tehát, hogy csak mesterséges lényekből álljon a Tejútrendszerben esetleg létező számottevő civilizáció. Más szóval, még ha az idegen biológiai lények itt-ott megpróbálkoznának is a rádióhullámok útján történő kapcsolatteremtéssel, sokkal valószínűbb, hogy a nagyobb erőforrásokkal és végtelen türelemmel rendelkező gépek kibocsátotta hullámok dominálnak a világűrben. Ezért, ha egyáltalán lehetséges intelligens gépeket alkotni, a véletlenszerűen felfogott, üzenetet hordozó rádióhullámok a legnagyobb valószínűséggel tőlük erednek.

Az idegenekkel létesített rádiókapcsolatban elsőrendű

fontosságú feladat lesz annak meghatározása, vajon gépek vagy szerves anyagból álló lények üzeneteire bukkantunk-e. Ha kiderül, hogy gépekkel kezdtünk beszélgetni, rá fogunk döbbsenni, hogy az értelem nem korlátozódik a biológiai szervezetekre. Ennek óriási hatása lehet az olyan ősi filozófiai és vallási kérdésekre, mint például a test és a elme problémája, a lélek létezése vagy a halál utáni élet.

A felfedezés, amely szerint az ember nem jelenti a fejlődés csúcspontját, kétélű fegyvernek bizonyulhat. Egyrészt ennek hatására az emberek elcsüggedhetnek, a perifériára szorultnak és alsóbbrendűnek érezhetik magukat. Másrészt viszont az a tudat, hogy mi mindent lehet elérni a folyamatos fejlődés eredményeként, egészen bizonyosan lelkesítően és ösztönzően hathat. Bárhogyan alakuljon is a helyzet, nagyon nehéz elképzelni, hogyan lennének képesek a világ nagy vallásai a jelenlegi formában tovább létezni azt követően, hogy felfogjuk az idegenek jelzéseit. Eltekintve az esetleges gépi intelligencia létrejöttének következményeitől, rengeteg mindent tanulhatnánk az üzenet tartalmából az életről, a Világegyetemről és sok egyébről, s ez az üzenet gyökeresen megváltoztathatná egész világképünket és viselkedésünket. Ki a megmondhatója, hogy milyen tudományos és filozófiai mélységekbe engedne bepillantani minket egy civilizáció, amely már több milliárd éve szemlélődik és gondolkodik? Ez a tudás és bölcsesség egészen bizonyosan gyökeresen átalakítaná az életről és az emberiség intézményrendszeréről alkotott képünket. A vallás szemszögéből tekintve a kérdést, előfordulhat, hogy az

idegenek mint primitív babonát, már réges-rég elvetették a teológiát és a vallás gyakorlását, és hamarosan minket is rábírnak ugyanerre. Másrészt viszont, ha megőrizték az istenhit valamilyen formáját, lelki tartalmát, be kellene látnunk, hogy ennek fejlődésében messze megelőztek bennünket. Ha létezik valami olyan tevékenységük, amely akár csak a legcsekélyebb mértékben is a mi vallásunkra emlékeztet, egészen biztosan hön óhajtánánk, hogy mielőbb elveszük saját vallásunkat és áttérjünk az övékre.

Véletlen

Az idegenek üzenetének észlelése alapjaiban ingatná meg azt az elméletet, mely szerint a földi élet rendkívül csekély valószínűségű véletlen folyamatok eredményeképpen. jött létre. Amint azt a 2. fejezetben kifejtettem, a fény véges sebessége olyan korlátot jelent, amelynek következtében csak a Világegyetem alig több mint néhány milliárd fényév sugarú részéből vagyunk képesek az idegenek üzenetét felfogni. Amennyiben tehát eseményhorizontunkon belül, rajtunk kívül legalább még egy civilizáció létezik, ez azt bizonyítja, hogy az élet legalább két alkalommal kifejlődött.

Ahhoz, hogy megbizonyosodjunk következtetésünk helyességéről, tisztáznunk kell, hogy a szóban forgó idegeneknek nincs-e velünk közös ősök. Amint arra a 2. fejezetben rámutattam, számos pánspermia-hipotézis létezik, s ezek mindegyike feltételezi, hogy az élőlények keresztül-kasul elterjedtek a Tejútrendszerben.

Annak is fennáll a lehetősége, hogy a földönkívüliek

személyesen keresik fel a Földet. Vajon hogyan lehetünk egészen bizonyosak abban, hogy az idegen élőlények tőlünk tökéletesen függetlenül alakultak ki?

Több évvel ezelőtt a NASA Pioneer-10 űrszondája volt az első, ember alkotta tárgy, amely elhagyta a Naprendszeret. A csillagközi téren át vezető végtelen útja során csak sok ezer év múlva ér legközelebb egy csillag szorosabb környezetébe. Az űrszonda kis fémtáblát visz magával, amely néhány alapvető információt tartalmaz az emberiségről, többek közt egy férfit és egy nőt ábrázoló rajzot. Alkotói a táblácskát egyfajta „csillagközi palackpostának” szánták, melynek elsősorban jelképes funkciója van, minthogy elenyészően csekély a valószínűsége annak, hogy a tér végtelenjében sodródó Pioneer-10-re valaha is ráakadnak az idegenek. Sokkal bonyolultabb üzenetet sugároztak ki 1974. november 16-án az arecibói rádiótávcsővel a Herkules csillagképben, tőlünk mintegy 25 000 fényév távolságban lévő, M13 jelű csillaghalmaz irányába. A 2380 MHz frekvencián kisugárzott jel effektív teljesítménye 3 billió watt volt, így ez volt eddig az emberiség által előállított legnagyobb teljesítményű rádiójel.

Tételezzük fel, hogy sikerülne felfognunk egy hasonló szerkezetű jelzést, amely az emberhez hasonló alkatú idegen lényeket ábrázolna. Vajon azt bizonyítaná-e mindez, hogy valamilyen rokoni kapcsolatban állunk az idegenekkel? Egyelőre nem tudjuk, hogy az idegenek tényleges fizikai felépítése segítségünkre lenne-e a kérdés eldöntésében. A biológusok jól ismerik a konvergencia

jelenségét, amikor lényegesen különböző fajokban hasonló szervek fejlődnek ki egymástól függetlenül. A szem például számos különböző fejlődési út eredményeképpen jelent meg. A halak és az emlősök alapvetően különböző szerkezetekből fejlesztették ki úszást segítő végtagjaikat. A denevérek és a madarak a felületes szemlélő számára hasonlóaknak tűnnek, ennek ellenére a denevér szárnya a törzsfejlődés során egészen másként alakult ki, mint a madaraké. Nem elképzelhetetlen tehát, hogy a Földön kívüliek az evolúciós konvergencia következtében első ránézésre hasonlítanak a földi emberekre, bár a legtöbb biológus ezt a feltételezést kétségbeejtően szűklátókörűnek tartja. (Egyesek azt állítják, hogy még az olyan alapvetőnek tűnő testi bélyegek, mint például a végtagok száma, sem egyebek pusztán véletlennél, így valószínűtlen, hogy megismétlődjenek a törzsfejlődés újrajátszásakor.) Természetesen utólag minden különösebb erőfeszítés nélkül pompás érveket lehet kitalálni az értelmes lények testi felépítésének sajátosságaira vonatkozóan. Törvényszerű, mondhatjuk, hogy agyuk nagyjából gömb alakú legyen, amelyet kemény, héjszerű védőburok vesz körül, és amely a talajszinttől a lehető legmesszebb helyezkedik el. Érthető továbbá, hogy az agy közelében legyenek a legfontosabb érzékszervek, hogy minél rövidebb útvonalon kelljen az információkat az agyba továbbítani; legyenek a hely- és helyzetváltoztatás céljára szolgáló végtagok; a stabilitás érdekében lehetőleg páros számú végtagra van szükség, de a hatékonyság érdekében nem túl sokra stb., stb. Alapjában elégedettek

lehetünk magunkkal, hiszen az ember testfelépítése az értelmes lények szervezete számára kialakítható kitűnő megoldásnak tetszik. Minderre azonban csak utólag, az emberi test ismeretében jöttünk rá, ugye? Minthogy nem ismerjük eléggé a törzsfejlődés folyamatát, ezért a pontos fizikai felépítés kérdésére sem tudunk végleges választ adni. Nyilvánvaló azonban, hogy önmagában a pusztán fizikai hasonlóságból nem kell szükségszerűen a közös őslétezésére következtetnünk.

Sokkal inkább perdöntő lenne, ha megvizsgálhatnánk az idegenek szervezetének biokémiáját és genetikai sajátosságait. Vajon DNS-en és fehérjéken alapul-e testük működése? (Ne feledjük azonban, hogy a párbeszéd minden egyes üzenete évszázadokig utazik a térben mielőtt elérne hozzánk, így nincs módunk sokat kérdezősködni. Feltételezem, ha az idegenek vennék maguknak a fáradságot hogy üzenetet küldjenek nekünk, akkor valószínűleg már az első üzenetbe belezsúfolnák a választ mindezekre az égetően fontos kérdésekre.) Az egyik lehetőség az lenne, hogy a rádióüzenet tartalmazza azt a pontos biokémiai receptet, amelynek alapján mi, itt a Földön meg tudjuk építeni az idegenek pontos másolatait. Ezt az ötletet egyébként Fred Hoyle vetette fel, az *A for Andromeda* (A mint Andromeda) című, az 1960-as években a BBC-n sugárzott tudományos-fantasztikus sorozatában.

Nagy valószínűségű természetes folyamatok

Bármilyen legyen is az idegenek üzenetének

természete, amennyiben valamilyen alapvető információt tartalmaz egy, a miénktől eltérő biokémiai működésre vonatkozóan, akkor ez bizonyára elegendő a független eredet igazolásához. Ha viszont az üzenetből az derülne ki, hogy a Földön kívüli élőlények szervezete is DNS-re és fehérjékre épül, akárcsak a miénk, két lehetőséggel kellene szembenéznünk: nem zárható ki, hogy mindkét társadalom ugyanazon közös őstől származik (a pánspermia-elmélet vagy annak valamilyen változata szerint); a másik lehetőség értelmében viszont az élet fejlődése korántsem a darwini elveknek megfelelően zajlik, hanem úgy, hogy az anyag fejlődése valamilyen teleologikus szemponttól (céloktól) vezérelve, bizonyos különleges és rendkívül bonyolult kémiai szerkezetek irányába tart.

Figyelembe véve, hogy Darwin elméletének milyen óriási hatása volt a tudományra, a vallásra és a társadalomra, joggal állíthatjuk, hogy a Földön kívüli DNS felfedezése óriási horderejű esemény lenne. Amint a 2. fejezetben már megjegyeztem, egészen Newton kora óta a tudomány egyik legfontosabb tétele a teleológia tagadása, azaz az olyan természet lehetőségének teljes elvetése, amelyben a fejlődés mozgatórugója valamely adott cél elérésére való törekvés. Ebből az alaptételből következik, hogy nagyon sok tudós komor és lehangoló következtetéseket vont le az emberiség Világegyetemben elfoglalt helyére vonatkozóan. Közülük ehelyütt csupán kettőt idézek. Jacques Monod, francia biológus így ír: „Az ősi szövetség romokban hever: az ember végre tudja, hogy egyedül van a Világegyetem érzéketlen végtelenségében, amelyből csupán a véletlen

emelte ki. Sem sorsát, sem kötelességeit nem fektették le előre.”

Ugyanez a lehangoltság visszhangzik a fizikus Steven Weinberg szavaiból is: „Minél jobban megértjük az Univerzum történetét, annál értelmetlenebbnek és céltalanabbnak tűnik.”

E tudósok arra a hitre alapozzák elképzeléseiket, hogy a természet folyamatai alapvetően véletlenszerűek, értelem és cél nélkül valók. Monod véleménye szerint a DNS nem egyéb, mint „befagyott véletlenszerűség”, ezért valószínűtlen, hogy bárhol másutt a Világegyetemben előforduljon. Mindebből azt a következtetést vonja le, hogy „egyedül vagyunk”. Ha sikerülne bebizonyítanunk, hogy a DNS a földi evolúciótól függetlenül másutt is kialakulhatott, akkor ez elsöpörné az egész fenti érvrendszert és az abból levont szomorú filozófiai következtetéseket.

4. Ellenérvék

Számos tudományos és filozófiai érvet sorakoztattak már fel az idegen lények létezésének cáfolására. A SETI program sikere nemcsak ezeket cáfolná, hanem megkérdőjelezné az ellenérvék alapjául szolgáló kiinduló feltevéseket is. Ebben a fejezetben három ilyen ellenérvet foglalkozok össze: a Carter-féle antropikus elvet, a Fermi-féle „Akkor hát hol vannak?” kérdésfeltevést, valamint a neodarwinisták esetlegességi érvét.

Carter antropikus elve

A londoni Királyi Társaságban (Royal Society) 1983-ban tartott emlékeztető előadásában az asztrofizikus Brandon Carter az úgynevezett antropikus elv szellemében fejtette ki gondolatait, amely már korábban is számos cikk tárgya volt. Leghasználatosabb formájában az antropikus elv kézenfekvő magyarázatot ad bizonyos, a természetben tapasztalható látszólagos egybeesésekre vagy kombinációkra, mégpedig oly módon, hogy kapcsolatot állít fel az egybeesések és mi magunk mint a Világegyetem megfigyelőinek létezése között. Azért, hogy az olvasó képet kapjon arról, miről is van szó, vázoljuk az antropikus elv egyik nyilvánvaló, a Világegyetemben elfoglalt helyünkre vonatkozó alkalmazását. Az emberi lények egy bolygó felszínén élnek, amely egyáltalán nem nevezhető jellemző helyzetnek a döntő többségében csaknem teljesen üres térből álló Világegyetemben. Mindamelllett minket nem lep meg, hogy ilyen kis valószínűséggel előforduló helyszínen élünk, hiszen az ember nem képes a világűrben élni. Nem tekinthetjük tehát véletlen egybeesésnek, hogy egy olyan bolygó felszínén élünk, amely az élet kivirágzásához megfelelő környezetet és egyéb kiegyensúlyozott fizikai körülményeket teremt, ugyanis pontosan ez az a környezet, amelyben a legnagyobb valószínűséggel számíthatunk biológiai szervezetek kifejlődésére.

Kevésbé magától értetődő az időben elfoglalt helyünkre vonatkozó érvelés. Az 1930-as években két brit tudós, Sir Arthur Eddington csillagász és Paul Dirac fizikus hívta fel a figyelmet arra, hogy a Világegyetem természetes atomi

egységeiben kifejezett korának számértéke nagyon közel áll az atomokban fellépő elektromágneses és gravitációs erők arányához (mindkettő 10^{40} körüli érték). Vajon ebben az esetben beszélhetünk-e véletlen egybeesésről? Robert Dicke amerikai asztrofizikus érvelése szerint korántsem véletlenről van szó, hanem ez az egyezés antropikus okok miatt alakul ki. Másképp fogalmazva: a Világegyetem kora kijelöli létezésünk időpontját. Mi határozza meg ezt az időpontot? – teszi fel a kérdést Dicke. Az élet kialakulásához, mint tudjuk, szükség van szénre és más „nehéz” elemekre, amelyek a Világegyetem keletkezése utáni időszakban nem voltak jelen számottevő mennyiségben. A szén, az oxigén, a nitrogén és jó néhány más elem a csillagok belsejében épül fel. Ezek az elemek akkor szóródnak szét a térben, amikor egy szupernóvarobbanás megsemmisíti a csillagot. A földihez hasonló típusú élet kialakulására tehát legalább addig kell várni, amíg a csillagok első generációja leéli életét és elpusztul. Létezésük időpontját a másik irányból az határolja be, hogy az élet kialakulása akkor is nehézségekbe ütközhet, amikor számtalan csillaggeneráció leélt az életét, mert ekkorra már csak kevés alkalmas csillag marad. Mindebből következik, hogy akkor kell legnagyobb valószínűséggel számítanunk saját jelenlétünkre a Világegyetemben, amikor az ősrobbanástól számítva legalább egy, de legfeljebb néhány csillag-élettartamnyi idő telt el.

Nos, a csillagok élettartamát azok a fizikai folyamatok határozzák meg, amelyek nukleáris tüzelőanyag-

felhasználásuk és ezáltal energiatermelésük úrbeszivárgásának ütemét szabályozzák. Ez a sebesség történetesen az elektromágneses és a gravitációs erők arányától függ. Dicke kimutatta, hogy a nagy számok Eddington és Dirac által felismert „véletlen egyezése” valójában korántsem véletlen egyezés, hanem a csillagok élettartama által meghatározott szükségszerűség. Saját létezésünk időpontja, maga is a csillagok élettartamától függ, azaz „kiválasztja” a Világegyetem azon korszakát, amelyben körülbelül egy nagyságrenden belül teljesül az említett két nagy szám egyezése.

1983-as előadásában Carter létezésünk időben elfoglalt helyével kapcsolatban egy másik érdekes egybeesésre is ráirányította a figyelmet. A földi élet kialakulásától mintegy négymilliárd év telt el a fejlett értelem megjelenéséig. Napunk várható élettartama ezzel szemben nem több tízmilliárd évnél, és a Föld egy vagy kétmilliárd évvel ezt követően lakhatatlanná válik. Ez azt jelenti, hogy nagyságrendileg legalábbis *ugyanannyi* idő telik el a mikrobák megjelenésétől az ember kifejlődéséig, mint amennyi a stabil Nap élettartama. Vajon ez is véletlen egybeesés volna? Hiszen a biológiai fejlődés sebessége végső soron teljes egészében függetlennek látszik a Nap és a csillagok öregedését meghatározó fizikai folyamatoktól.

Carter érvelése szerint amennyiben ezek a folyamatok *valóban* függetlenek egymástól, akkor az időskálák egyezésére antropikus magyarázatot kell találnunk. Carter

érvelésének lényege az az előfeltevés, hogy az értelmes élet kialakulása rendkívül valószínűtlen esemény, tulajdonképpen olyan valószínűtlen, hogy még egy „csillagöltőnyi” idő, azaz sok milliárd év elteltével is 1-nél jóval kisebb lesz a valószínűsége. Ez azt jelenti, hogy egy ilyen esemény bekövetkeztének időegységre eső valószínűsége nagyon közel van a nullához. Ha tehát ez az e s e m é n y *mégiscsak* bekövetkezik valahol a Világegyetemben, akkor az minden valószínűség szerint a lehető legkésőbb fog bekövetkezni, azaz az adott bolygórendszer „lakható” korszakának vége felé. Ha ugyanis nagyon valószínűtlen, hogy egy adott esemény t időtartam alatt bekövetkezzen, még sokkal kisebb a valószínűsége annak, hogy ugyanezen esemény t -nél lényegesen rövidebb idő alatt következik be. Minthogy a mi földi létünk egy legfeljebb kettes tényezőn belül igénybe vette a rendelkezésére álló lehetséges leghosszabb időt, ezért ez a tény egyúttal tapasztalati bizonyítékot szolgáltat azon hipotézis mellett, mely szerint az értelmes élet létezése felettébb valószínűtlen. A hipotézis egyenes következményeként kimondható: nagyon csekély annak valószínűsége, hogy értelmes élet a Földön kívül másutt is megjelent a Világegyetemben.

A saját létezésünkéből nem vonhatjuk le azt a következtetést, hogy az értelmes élet valószínűsége nagy, ahogyan a lottónyertes sem következtethet arra, hogy minden fogadó nyer. Akármennyire valószínűtlennek tűnjék is azonban *elméletileg* az értelmes élet kialakulása, mi

kétségbevonhatatlanul létezőnk. Márpedig ebből kiindulva úgy érvelhetünk, hogy bármennyire valószínűtlen lépések szükségesek is az értelmes élet kialakulásához, ezeknek a lépéseknek legalább egyszer be kellett következniük. Mindebből természetesen nem következik, hogy ugyanennek egynél többször is elő kell fordulnia.

A fent vázolt elképzelést pontosítva, Carter feltételezte, hogy tudattal bíró, értelmes lény (az ember) kialakulásához n számú, rendkívül valószínűtlen lépésre volt szükség. Annak a valószínűsége, hogy e lépések t idő leforgása alatt lezajlottak, körülbelül tn -nel arányos. Ha a Föld teljes lakható időtartama T , valamint megköveteljük, hogy az n lépés mindegyike bekövetkezzék T -nél rövidebb idő alatt (hiszen máskülönben nem lennénk itt), akkor egyszerű okoskodással rájöhethetünk, hogy a teljes folyamat befejeződése $Tn/(n+1)$ idő alatt várható. Az eredmény még sokatmondóbb lesz, ha kifejezzük belőle a még hátralévő lakható időtartamot: $T-t = T/(n+1)$. Minél nagyobb a kritikus lépések n száma, annál valószínűbb, hogy az értelmes élet a rendelkezésre álló időtartam „vége” közelében jelenik meg.

Ha elfogadjuk azt az optimista megközelítést, hogy T körülbelül kétszerese a Föld jelenlegi korának, akkor a Föld még legalább egy-két milliárd évig lakható marad, vagyis arra a figyelemreméltó következtetésre jutunk, hogy n értéke körülbelül 1 vagy 2. Carter ezt a két kritikus lépést a genetikai kód és a fejlett agyi funkciók megjelenésével azonosította. A biológusoknak ezzel szemben az a

véleménye, hogy n nagyon nagy szám. Ebben az esetben viszont Carter gondolatmenete azt sugallja, hogy a civilizációnk számára hátralévő idő, $T-t$, minden bizonnyal sokkal kisebb néhány milliárd évnél. Ha például $n=100\,000$, akkor $T-t$ csupán néhányszor tízezer év. Carter gondolatmenetét támogatta John Barrow és Frank Tipler is, akik *The Anthropic Cosmological Principle* (Az antropikus elv a kozmológiában) című nagy hatású, eredeti gondolatokban gazdag munkájukban amellettt érvelnek, hogy a „közeli vég” a legvalószínűbb változat, továbbá hogy a Föld az ökológiai katasztrófa felé rohan, ami már a közeli jövőben az értelmes élet számára lakhatatlan helyé teszi bolygónkat.

Nyilvánvaló, hogy amennyiben sikerülne fölfedeznünk a földtől teljesen függetlenül kifejlődött, Földön kívüli élet bármely formáját, akkor ez megsemmisítő csapást mérne Carter érveire. Ebben az esetben azt a tényt, hogy az értelem kifejlődéséhez körülbelül ugyanannyi időre van szükség, mint amennyi bolygók átlagos lakható élettartama, figyelemre méltó, mégis véletlen egybeesésnek kellene tekintenünk.

Elképzelhető azonban a Carter-féle egybeesés egy további magyarázata is. Carter érvelése azon a feltevésen alapul, hogy az értelem kifejlődése n számú, rendkívül valószínűtlen lépés bekövetkeztétől függ. Előfordulhat azonban, hogy az értelmes élet kialakulása egyáltalán valószínűtlen. Valójában, amint azt majd az 5. fejezetben részletesen megindokolom, az adott természeti törvények mellett az

élet megjelenése csaknem elkerülhetetlen szükségszerűség. Ha viszont az értelmes élet kialakulásának folyamata valamiféle törvényszerű tendencia, az ezt leíró törvényekből következnie kellene annak is, mennyi idő alatt megy végbe ez a fejlődés. Feltételezhetően ez az időtartam kifejezhető ismert fizikai mennyiségekkel mondjuk azokhoz hasonlóakkal, amelyek a csillagok élettartamát is meghatározzák. Ezek után elképzelhető, hogy ez a két, látszólag egymástól független időskála a közös fizikai alapokon keresztül mégiscsak valamiféle tartalmi kapcsolatban áll egymással.

Fermi kérdésfeltevése: „Akkor hát hol vannak?”

Évtizedekkel ezelőtt Enrico Fermi, a híres olasz fizikus arra a következtetésre jutott, hogy ha az értelmes élet gyakori jelenség lenne a Világegyetemben, akkor az idegeneknek már bizonyára gyarmatosították volna a Földet: „Ha léteznének, akkor itt kellene lenniük.” A Föld sokkal fiatalabb, mint maga a Világegyetem, ezért ha kifejlődtek volna idegen civilizációk, sok közülük már több milliárd éves múltra tekintene vissza, vagyis bőségesen lett volna idejük felkeresni bennünket. Minthogy azonban nincs semmiféle meggyőző bizonyítékunk arra vonatkozóan, hogy az idegenek az elmúlt négy milliárd év során valaha meglátogatták és gyarmatosították volna a Földet, ezért Fermi arra a következtetésre jutott, hogy egyedül vagyunk a Világegyetemben. Tipler szerint ez az érvelés nem Fermitől ered, hanem legalább két évszázaddal ezelőttig nyomon követhető a tudománytörténetben.

Gyakran hangzik el ellenérvként, hogy Fermi a számunkra teljességgel ismeretlen idegen lényeknek olyan emberi indítékokat tulajdonít, mint a kíváncsiság vagy a hódítás és a gyarmatosítás iránti vágy. Miért lehetnénk bizonyosak abban, hogy hozzánk hasonlóan az idegenek célja is a szaporodás, és az, hogy minden lehetséges életteret meghódítsanak maguknak? Kétségtelen persze, hogy elegendő, ha egyetlenegy erőszakosan terjeszkedő társadalom létezik a Tejútrendszerben, hiszen előbb-utóbb uralma alá hajtaná a tétlenebb és békésebb természetű civilizációkat. Ha a SETI lelkes híveinek igazuk van abban, hogy a földi élet a természet tipikus megnyilvánulása, ésszerűtlen feltételeznünk, hogy az emberi értelem fent jellemzett tulajdonságai csupán ránk jellemzőek.

Másik ellenérv, hogy a Tejútrendszer roppant nagy kiterjedésű és rengeteg csillagot tartalmaz, így elképzelhetetlenül hosszú időbe telne, mire egy távoli civilizáció képviselői felfedeznék a Földet. Lehetséges, hogy az idegen gyarmatosítók már elkezdték bejárni a Tejútrendszert, azonban még nem bukkantak ránk.

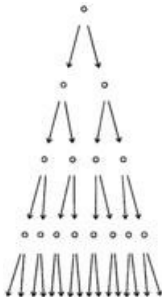
Ezt az ellenérvet Frank Tipler vizsgálta meg alaposan Carl Sagannel folytatott élénk levelezésében. Tipler azt hozza fel példaként, ahogyan a déli tengerek szigetlakói szigetről szigetre haladva meghódították a Csendes-óceán szigetvilágát. Tegyük fel, hogy az őslakosok elérik az *A* jelű szigetet. Letelepdednek rajta, uralmuk alá vonják, majd néhány nemzedék elteltével, amikor a népesség erőteljes növekedésnek indul, az *A*-sziget lakói felderítő expedíciót

küldenek a következő szigetre, B -re. Amikor B -n is stabilizálódik a társadalmi helyzet, elküldik felderítőiket C -re, és így tovább.

Könnyen elképzelhető, hogy az idegenek ehhez nagyon hasonlóan, „bolygóról bolygóra ugrálva” hódítják meg a Tejútrendszert.

A bolygóról bolygóra ugráló gyarmatosító stratégia azonban exponenciális természetű. Az exponenciális növekedés karakterisztikus idejét^[9] két tényező határozza meg: a megfelelő tulajdonságokkal rendelkező bolygók közötti utazás átlagos t_1 időtartama, valamint az a t_2 időtartam, amelyre az újonnan meghódított bolygón megtelepedő közösségnek szüksége van ahhoz, hogy elindítsa saját csillagközi felderítő utazását a következő, megtelepedésre alkalmas bolygó irányába. Az utazáshoz szükséges t_1 időt a fény sebessége korlátozza. Nos, a fénysugár 100 000 év alatt ér el a Tejútrendszer egyik szélétől a másikig, vagyis jóval rövidebb idő alatt, mint a Tejútrendszer (tizenötmilliárd év) vagy a Föld kora (ötmilliárd év). A földönkívüliek tehát a rendelkezésre álló idő alatt még akkor is több ízben, keresztül-kasul beutazhatták a Tejútrendszert, ha űrhajóik csupán a fénysebesség töredékével haladnak. Ezek szerint tehát t_1 tipikus értéke néhány ezer év lehet. A t_2 időtartam hossza valószínűleg nem több, mint száz nemzedék, vagyis az ember esetében ugyancsak néhány ezer év. Így t_2 hasonló nagyságrendű, mint t_1 , és t_1+t_2 sokkal kisebb, mint a

csillagászatban vagy a törzsfajlásban megismert folyamatok karakterisztikus időtartamai.



4.1. ábra

Bolygóról bolygóra lépegetve az egész Tejútrendszer viszonylag rövid idő alatt meghódítható. Az idegenek (vagy értelmes robotjaik) kiinduló bolygójukról elutaznak a közeli, az élet hordozására alkalmas bolygókra, ahol településeket hoznak létre. A telepések rövid idő alatt uralmuk alá hajtják a bolygót, majd újabb gyarmatosítókat indítanak el további bolygók felé. A meghódított bolygók száma exponenciálisan nő, ezért ezzel a módszerrel a galaxis összes lakható bolygója rövid idő alatt gyarmatosítható.

Tekintettel a gyarmatosítás exponenciális jellegére, megállapíthatjuk, hogy az egész Tejútrendszer saját koránál lényegesen rövidebb idő alatt „lerohanható”. Mindezt könnyen beláthatjuk. Tétélezzük fel, hogy $t_1+t_2 = 10\,000$ év, vagyis ennyi idő alatt megkétszereződik a már meghódított

bolygók száma. Ha feltételezzük, hogy a Tejútrendszerben mondjuk 109 meghódítható bolygó létezik, akkor az egész gyarmatosítás egymillió évnél rövidebb idő alatt végrehajtható!

Tipler véleménye szerint a klasszikus tudományos-fantasztikus történetek „emberes” csillagközi űrutazásai nagyon kevésbé hatékonyak, ezért valószínűtlenek. A kitűzött célok sokkal könnyebben megvalósíthatók, ha az utazásra intelligens robotokat küldünk. Egyszerű stratégiaként például olyan viszonylag kis és könnyű gépet építhetünk és indíthatunk útnak, amely képes arra, hogy leszálljon egy távoli, alkalmasnak látszó bolygón, és életre keltse a magával vitt megtermékenyített petesejtek ezreit. Másik lehetőségként a gép arra is beprogramozható, hogy az úticélját jelentő bolygórendszerben hatalmas űrállomást építsen. A gép felnevelhetné és oktathatná a „csillaggyerekeket”. Elmagyarázná nekik a Tejútrendszer meghódításában játszott szerepüket, és rábeszelné őket a következő lépésre, azaz hogy építsenek hasonló gépeket és indítsák útnak azokat más bolygórendszerek irányába, a megszerzett információkat pedig továbbítsák annak a civilizációnak, ahonnan ők maguk útnak indultak.

A végső cél olyan általános működésű és önszaporító gép megépítése lenne, amelyről Neumann János már régen bebizonyította, hogy elméletileg megvalósítható. (A Föld természetesen tele van ilyen „gépekkel”, csak éppen ezeket állatoknak nevezzük.) Ezután már nem lenne szükség arra, hogy megtermékenyített petesejteket küldjünk az utazásra. A gép elvben mindent

megvalósíthatna, amire a szerves anyagokból felépülő lények képesek, beleértve azt is, hogy ha minden szükséges információ és nyersanyag rendelkezésre áll, akkor ilyen lényeket tudjon alkotni. Képzeljük el, hogy elküldünk egy Neumann-gépet valamelyik idegen bolygóra, majd közöljük vele az emberi DNS szerkezetének pontos leírását. Így a gép anélkül lenne képes az idegen bolygón embereket „létrehozni”, hogy ténylegesen részt kellene venniük az űrutazáson. E stratégia alkalmazásával számottevően csökkenthetők az űrutazás költségei; ugyanakkor lehetővé válna, hogy az egész Tejútrendszer elárasszák a hasonló küldetésű csillagközi űrhajók. A fenti gondolatmenet alapján nem lehetetlen, hogy a Tejútrendszer már előzőlőtték egy idegen civilizáció által alkotott Neumann-gépek.

Tipler érvelésének sarkpontja az, hogy egy efféle galaktikus program végrehajtásához szükséges technikai háttér nem különbözik lényegesen attól, amire a csillagközi rádióüzenetek váltásához szükség van, ugyanakkor a Tejútrendszer felderítésének és meghódításának indítékai nagyon hasonlóak azokhoz, amelyek a rádiókapcsolat felvételére ösztönöznek. Ezért Tipler következtetése szerint nincs okunk feltételezni, hogy az idegenek rádiójelek küldözgetésével vesződnek, amikor akár le is rohanhatnak bennünket.

Bár Tipler érvelése bizonyos mértékig a SETI-program ellen szól, *önmagában* ennek alapján nem zárhatjuk ki az idegen lények létezését. Az emberiség rendelkezik ugyan az ahhoz szükséges technológiával, hogy akár évmilliókon

keresztül üzeneteket sugározzon ki más égitestek irányába, eddig azonban még senki nem vetette fel komoly formában, hogy ezt meg is kellene tennünk, sőt, még csak azt sem, hogy egy ilyesfajta vállalkozás a belátható jövőben kívánatos lenne. A SETI kiinduló feltevése ugyanis az, hogy **ők** sugározzák ki a jeleket. Mi megelégszünk azzal, hogy a rendelkezésünkre álló erőforrások elhanyagolhatóan csekély morzsáját tétlen várakozásra fordítjuk: várjuk, hogy felfogjuk az idegenek által kisugárzott jelzéseket. A csillagközi rádióüzenetek kisugárzásához szükséges erőfeszítések és az egyszerű hallgatódzás közötti aránytalanság olyan súlyos egyenlőtlenséget feltételez az ilyen kapcsolatban, hogy a SETI igazolásához fel kell függesztenünk a kopernikuszi elv érvényességét (vagyis hogy a Világegyetem tipikus teremtményei vagyunk). Fel kell tételeznünk, hogy az idegenek emberfeletti erőfeszítéseket tesznek a kapcsolatteremtésre, azaz évezredek keresztül hatalmas összegeket költenek arra, hogy a tér minden irányába folyamatosan kisugározzák jelzéseiket, még hozzá elenyészően csekély sikerreményében. Ha mi nem vagyunk erre hajlandók, miért várjuk el ugyanezt a másiktól? Könnyen lehet tehát, hogy amennyiben nincsenek a Naprendszerben idegenek alkotta Neumann-gépek, ez pusztán annyit jelent, hogy a Tejútrendszer – akár rádióhullámokkal, akár űrhajókkal megvalósuló – meghódításának költségei oly magasra rúgnak, hogy ez egyszerűen elejét veszi bármiféle próbálkozásnak. Mindez tehát nem feltétlenül jelenti azt, hogy nem élnek rajtunk kívül értelmes lények a

Világegyetemben.

Tipler érvelésének további gyenge pontja az, hogy a világűr meghódításának költségeit a jelenlegi technikai és gazdasági folyamatok egyszerű kiterjesztése alapján becsüli fel. Emellett elfogadhatatlanul derülátó feltevései vannak az emberiség együttműködő-készségéről, technikai eszközeink megbízhatóságáról, s nem veszi figyelembe a különféle, egyelőre ismeretlen veszélyeket sem. Annak ellenére, amit a 3. fejezetben a gépi intelligencia uralkodóvá válásáról írtam, Tipler feltevései a Neumann-gép megvalósíthatóságára vonatkozóan számomra meghökkentően leegyszerűsítettnek tűnnek, hiszen a Neumann-gép tulajdonképpen olyan élő számítógép, amely az emberét meghaladó értelemmel rendelkezik. A legcsekélyebb elképzelésünk sincs arról, milyen elvi akadályok hiúsíthatják meg az efféle próbálkozásokat, a gyakorlati problémákról nem is beszélve. Ugyanez vonatkozik az űrutazásra is: a Mars Observer űrszonda közelmúltbeli kudarca újra felhívta a figyelmet a földi technika sebezhetőségére a világűrben. A feltevés, amely szerint az ember (vagy az idegenek) alkotta gépek évmilliókon keresztül képesek hibátlanul működni egy ellenséges környezetben, nagy hiszékenységre vall.

Nincs kizárva, hogy egymilliárd éves civilizáció képes mindeme problémákat kiküszöbölni, ám éppenséggel alapvető korlátokkal is számolhatunk. Ezzel kapcsolatban hadd mondjam el, mire tanított minket a káosz elmélete. Általában feltételezzük, hogy amennyiben elég erőforrás áll rendelkezésünkre és megfelelően nagy teljesítőképességű

számítógépeink vannak, a hosszú távú időjárás-előrejelzés tetszés szerint pontosítható. Márpedig ha az időjárást valóban kaotikus folyamatok alakítják, akkor nem technikai vagy pénzügyi, hanem *alapvető fizikai korlátai* vannak az előrejelzés pontosságának. Időjárásunk tökéletes előrejelzésére egyetlen Földön kívüli civilizáció sem lenne képes, bármilyen fejlett is a technikai színvonaluk. Elképzelhető, hogy hasonló elvi korlátok állják útját az űrhajózás területén elérhető sikereinknek.

Az esetlegesség neodarwinista érve

Ez a legmarkánsabb és legmeggyőzőbb valamennyi érv közül. Azon a biológusok által csaknem teljesen egyöntetűen elfogadott feltevésen alapul, mely szerint az evolúció menete nem követ semmiféle törvényszerűséget, hanem tisztán véletlenszerű. Ezt a „vak órásmeister” tételének nevezett állítást leghatározottabban egy biológus, Richard Dawkins vette védelmébe, azonos című könyvében, továbbá Stephen Jay Gould, az evolúcióról írt számos könyvében. Amennyiben hipotézisük helytálló, az élet sajátosságai, például az értelem teljességgel véletlenszerűek, így rendkívül csekély a valószínűsége, hogy a földi élettől függetlenül, másutt is kifejlődik. Ebből következik, hogy amennyiben az emberiség egy napon megsemmisíti önmagát, nagyon valószínűtlen, hogy később kifejlődik a Földön egy másik értelmes faj, amelyik átveszi a helyünket. Ebben az esetben, még ha létezik is más bolygókon az élet valamilyen formája, az csaknem bizonyosan nem jut el az értelem és a társadalmi

szervezettség bolygónkon tapasztalt szintjére. Sok biológus, ezen túlmenően azt is feltételezi, hogy az élet születése merőben véletlen – azaz nagyon kis valószínűséggel bekövetkező esemény – volt, ezért valószínűtlen, hogy bármely formája valahol másutt előforduljon. Eszerint tehát a Földön kívüli élet fogalma alapvetően ellentétes a darwinizmussal.

A hipotézis, mely szerint az élőlények döntő többségükben esetlegesség szülöttei, oly mélyen beivódott a neodarwinista világképbe, hogy érdemes alaposabban is utánanézni, miben gyökeredzik ez az elképzelés. Így azt is érzékeljük, mi forogna kockán a tudományos világkép szempontjából, ha valaha fölfedeznénk a Földön kívüli életet. A 19. században minden korábbinál bonyolultabb formát öltött az úgynevezett természets teológia, vagyis az a próbálkozás, amely Isten létezését a természeti világ jellegzetességeire támaszkodva akarta bizonyítani. Az úgynevezett tervszerűség érve legfőbb ösztönzését a biológiától kapta. Ezen érvelés szerint az élőlények megfeleltethetők az emberek alkotta gépeknek, amennyiben azokat is valamilyen cél érdekében, tervszerű tevékenységgel hozták létre. Az érvrendszer a hihetetlenül tökéletes alkalmazkodást, ahogyan a földi élő szervezetek alkalmazkodnak a környezetükhöz, egy isteni tervező munkálkodásaként említik. William Paley angol lelkész híres óra-hasonlatát szokták felhozni példaként. Eszerint, ha véletlenül rátalálnánk egy órára, és kíváncsiak lennénk arra, hogyan működik ez a szerkezet, akkor az alkatrészek elmés illeszkedése és egymással szorosan összehangolt

működése alapján még akkor is rájönnénk, hogy a szerkezetet valamilyen cél elérése érdekében tervezték, ha egyébként nem tudnánk mi lehet a feladata. Hasonlóképpen, az élő szervezetek részeinek egymással összehangolt együttműködéséből ugyancsak meghatározott célt szolgáló tervezés jeleire következtethetünk.

Darwin evolúciós elmélete megdöntötte a tervszerűség érvét (bár nem szükségszerűen, ha azt a fizikára, nem pedig a biológiára alkalmazzuk – lásd a szerző *Isten gondolatai* c. könyvében) és az isteni tervezőt a vak órásmesterrel helyettesítette. Darwin szerint a véletlenszerű mutációk és a természetes kiválasztódás tökéletesen képes utánozni a tervezést.

Bár az Egyház kezdetben elutasította Darwin elméletét, később mégis elfogadta az evolúciós elméletet. Valójában a haladó teológusok a bűnből erényt csiholva az evolúciós leszármazást Isten keze munkája gyanánt magyarázták. Fogadjuk tehát el, mondják, hogy a földi élet fokozatos, lassú evolúcióját valamiféle előre meghatározott tervnek megfelelően Isten irányítja, és a folyamat végállomása az Ember. Ezt a teleologikus világképet sok filozófus, például Bergson, Engels, Spencer és Whitehead vallotta magáénak, akik hittek abban, hogy a természet és az ember dolgaiban létezik valamiféle történelmi dimenzió, amely általában a „fejlődés” irányába mutat.

Ennek megfelelően a biológiában megjelent a „fejlődési létra” fogalma, amely szerint az élet ősi nyálka formájában

vette kezdetét, majd lassan, de elkerülhetetlenül létrejöttek az egyre bonyolultabb szervezetek, végső soron pedig az ember. E szerint mi, emberi lények a létra legtetején helyezkedünk el, a legegyszerűbb mikroorganizmusok pedig az alján. Az elképzelésben kimondatlanul benne rejlik, hogy a törzsfajlás iránya a növekvő bonyolultság felé mutat, méghozzá progresszív módon, azaz a később kifejlődött szervezetek valamilyen értelemben „jobbak” őseiknél. Ha a törzsfajlás építményének csúcsára az Embert helyezzük, akkor fenntartható Istenhez fűződő különleges kapcsolatunk, bár annak Isten felőli oldala kevésbé közvetlen, mint a teremtés bibliai történetében. Pontosan ragadják meg ezt a helyzetet Louis Agassiz szavai: „A Föld története Teremtőért kiált. Arról ad hírt, hogy a teremtés tárgya és végpontja az ember. Mindez már az első szerves élőlények megjelenésekor a természet tudtára adatik. E lények sorozatának minden jelentős módosulása újabb előrelépés a szerves élet fejlődésében, a meghatározott végcél, az ember felé.”

Bár az ősmaradványok elemzéséből nyilvánvaló, hogy az élet fejlődése nagyon egyszerű szervezetektől kiindulva jutott el a meghökkentően bonyolultakig, mindamelllett a *törzsfajlás* fogalma a biológusok számára mindmáig tabu. A puristák a legcsekélyebb utalást is mellőzik ennek irányultságára, attól félve, hogy ezen a kiskapun keresztül visszalopakodhatna a tervszerűség fogalma. Minthogy a biológusok már réges-régen kiűzték Istent az Édenkertből, most vonakodnak elismerni a folyamatokat irányító Kéz szerepét, még akkor is, ha ez a természeti törvények

formájában jelentkeznek. Dawkins szerint „Az evolúcióban nincsen semmilyen eredendően progresszív jelleg.” Stephen Jay Gould még ellentmondást nem tűrően fogalmaz: „A haladás fogalma kártékony, mégis a kultúránkba mélyen beágyazódott, ellenőrizhetetlen, működésképtelen és megragadhatatlan elképzelés, így ha meg akarjuk érteni a történelem kialakult rendszerét, akkor ezt a fogalmat valami mással kell helyettesítenünk.” A törzspejlődés minden egyes lépése pusztán a véletlen műve, Jacques Monod találó kifejezésével élve „*röptében elkapott esély*”. A természet egyszerűen csak véletlen sorrendben összetákolja a szerkezeteit, mígnem valami új születik. A törzspejlődés vakon és ötletszerűen arra botladozik, amerre az esetlegességek vezérlik. A felszín a zseniálisan azonos irányba tartó folyamat benyomását kelti, a mélység ezzel szemben merőben kaotikus.

A problémát az okozza, hogy a tudósok közelmúltban végzett vizsgálataik szerint a káosz *korántsem egyszerű szerkezetű*. A kaotikus rendszerek vizsgálata a fizikában, a kémiában és a csillagászatban mély kapcsolatot tárt fel a látszólag véletlen-szerű viselkedés és a rend spontán megnyilvánulása között. Tömören és velősen, a káosz mélyén rend lakozik. Amint arra már korábban utaltam, egy egyensúlytól távoli állapotú rendszer esetében felléphet az önszerveződés jelensége, aminek hatására a rendszer hirtelen, ugrásszerűen sokkal bonyolultabb szervezettségű állapot felé tolódik el. Mindezt az 5. fejezetben részletesebben is ki fogom fejteni.

Az önszerveződés a fizikában és a kémiában sok helyütt előfordul: a szupravezetőkben, a lézerekben, az elektronikus hálózatokban, a folyadékok örvényeiben, a nem egyensúlyi kémiai reakciókban vagy éppen a hópihéek kialakulásakor. A jelenséget akár a gazdasági folyamatokban is megfigyelhetjük. Az önszerveződés tehát oly gyakori, hogy az lenne a meghökkentő, ha a biológiában egyáltalán nem fordulna elő. Ennek ellenére a neodarwinisták veszedelmes eretnekségnek tekintenek minden olyan álláspontot, amely szerint az élővilág rendje spontán folyamatok eredményeképpen is kialakulhat, azaz a bonyolult biológiai rendszerekben belső szervező elv lakozna.

Ugyanazon rendszerek, amelyek bizonyos körülmények között önszerveződést mutatnak, máskor gyakran kaotikusaknak bizonyulnak. A kutatók azonosították a jelenségek egy új köret, amit a „káosz peremének” neveznek, ahol a rendszerek rendkívül érzékenyek a változásokra, anélkül, hogy teljes egészében instabilakká válnának. A káosz peremén a megjósolhatatlanság együtt létezik a kreatív és következetes alkalmazkodással. Úgy tűnik, ez az a pont, ahol az élet tűnékeny minősége megfogható, itt ugyanis a szabadság és a rugalmasság egyesül a holisztikus teljességgel. Az önszerveződés kulcsfontosságú vonása a káosz peremén az, hogy a rendszerek hirtelen, önmaguktól és meglepően hatékonyan képesek a szervezett bonyolultság létrehozására.

Darwin elméletének lényege legalábbis mai értelmezői szerint akövetkező: az élő szervezetekből álló populációk

véletlenszerű változásokon mennek keresztül. A sikeresebb mutációk szelekciós előnyt hagynak utódaikra, amit azok a túlélésért vívott kíméletlen versenyben kamatoztatnak. Az idő múlásával az alkalmazkodóképesebb változatok nagyobb lehetőséget kapnak a túlélésre, mint kevésbé alkalmazkodóképes versenytársaik. A darwinisták azt állítják, hogy a véletlen változások és a természetes kiválasztódás kettőssége az elmúlt évmilliárdok során valamilyen ősi, kémiai „őslevesből” hozta létre a földi élet rendkívüli változatosságát és bonyolultságát.

A változatosság megléte bizonyított tény. Ennek logikus következménye a jobban alkalmazkodó változatok szelekciós előnye. Egyik folyamat működése sem vonható kétségbe. De vajon elegendő-e ez a két folyamat ahhoz, hogy magyarázatot adjon a földi bioszféra jelenlegi állapotára? Létrejöhett-e csupán a rendelkezésre álló hosszú időnek köszönhetően a természetben megfigyelhető rengetegféle bonyolult és „okos” szerv, szervezet?

A közelmúltban Stuart Kauffman biofizikus közreadta alternatív elméletét, amely teljes egészében figyelembe veszi az önszerveződés és a káosz peremén lejátszódó jelenségek új ideáit. Kauffman azt állítja, hogy a bonyolult rendszerek belülről fakadó törekvése a rendre spontán módon ellátja a természetet azzal a „nyersanyaggal”, amelyre épülve a természetes kiválasztódás kifejti hatását. Véleménye szerint a természetes kiválasztódás önti formába az eleve létező biológiai rendet. Ennek megfelelően nem egy, hanem két folyamat működik,

melyek közül az önszerveződés az erősebb és néha a kiválasztódással szemben is érvényesül. Minthogy ezek az erők az együtt fejlődő populációkban összekuszálódnak és versenyre kelnek egymással, ezért a kiválasztódás hatására a rendszer a káosz pereme felé halad, ahol a változás és az alkalmazkodás a leghatékonyabb.

Merész elmélete bizonyításául Kauffman éveken keresztül végzett kutatásaira támaszkodik, melyek során felhasználta az „alkalmazkodás-tájképnek” (fitness landscape) nevezett matematikai modelleket. Ezek az alkalmazkodás sikeres és kevésbé sikeres szakaszait hegycsúcsokkal és völgyekkel ábrázolva a biológiai populációk szemléletes leírását adják. Néhány évvel ezelőtt Kauffman megállapította, hogy a génhálózatok egyszerű számítógépes modellje meglehetősen hatékony önszervező képességről tanúskodott, s a látszólag véletlenszerű kezdeti viselkedésből a végén kikristályosodott a rend. A matematikának ez az ága az úgynevezett Boole-algebra. Kauffman munkásságának java részében a Boole-hálózatokra kapott eredményeket értelmezi az alkalmazkodás tájképeinek csipkézett (tagolt és göröngyös) világában.

A matematikai és fizikai leírasmódok elég erősek ahhoz, hogy azokat az élet eredetére és az evolúcióra is alkalmazni lehessen. Kauffman véleménye szerint a természet adott törvényei mellett és megfelelő körülmények közt az élet automatikusan előbukkan az élettelen kémiai „őslevesből”. Nincs szükség csodára, sem a hihetetlenül valószínűtlen molekuláris véletlenre. A kémiai

önszerveződés egyedül is képes a varázslatra: „Az élet a katalitikus polimerek kiszámítható, együttes önszerveződésének eredménye. ...Ha ez igaz, akkor számos különböző út vezet el kifejlődéséhez, miközben eredete mélyen gyökeredző, mégis egyszerű.”

Kauffman elméletének alapvetően fontos alkotóeleme az autokatalitikus ciklus, melynek során a kölcsönható szerves molekulák (polimerek) elérik a bonyolultság olyan fokát, hogy ezen a küszöbön túljutva katalizálni kezdik önmaguk előállítását, s ezáltal egy önmagát erősítő, hurokszerű folyamatot indítanak el. Amint azt a 2. fejezetben már említettem, ezt a megközelítést Manfred Eigen biokémikus tette népszerűvé. Kauffman a továbbiakban hangsúlyozza, hogy az együttműködő kémiai reakciók önszerveződés révén jóval a gének kialakulása előtt, az evolúció előrehaladtának magas szintjére jutottak. Az RNS és a DNS ezután egyszerűen csak átvette és hatékonyabbá tette a meglévő biológiai rendet.

Kauffman elképzelése az önszerveződésről voltaképpen bevezeti a biológiába „a növekvő bonyolultság törvényének” egy változatát, amely éppoly kényelmetlennek tűnik, mint a jó öreg fejlődési létra. Miközben a biológusok gyűlölik az ilyesfajta elméleteket, a nem biológusok ügyet sem vetnek rá. Kozmológusként talán kijelenthetem, hogy nagyobb az áttekintésem erről a kérdésről (ennek részleteit *The Cosmic Blueprint – A kozmikus tervrajz* c. könyvemben fejtettem ki). Meggyőző bizonyítékaink vannak arra vonatkozóan, hogy a Világegyetem fejlődése egy jellegtelenül egyszerű állapotból, amelyből az idők során, az

önszervező folyamatok hosszadalmas és bonyolult sorozatának eredményeképpen fejlődött ki a ma megfigyelhető gazdagság, sokféleség és bonyolultság. Számomra az élővilág fejlődése csupán további példa a kozmoszt uraló, törvényszerűen a fejlődés irányába mutató törekvésekre. Amint azt egyszer Ralph Estling brit író megfogalmazta, „*Csak egy fejlettebb életforma tagadhatja, hogy az élet az elmúlt hárommilliárd év folyamán jelentős fejlődésen ment keresztül.*”

Természetesen senki sem állítja, hogy a darwinizmus hibás, csupán azt, hogy nem teljes. Éppígy nem állítjuk azt sem, hogy a törzsfejlődés valamely eleve elrendelt cél irányába haladna. Az esetlegesség kétségtelenül jelentős szerepet játszik a részmozzanatokban. Számomra azonban úgy tűnik, hogy az egyszerűtől a bonyolult felé, a mikrobától az értelem felé mutató általános tendencia alapvető módon beleépül a természet törvényeibe. Márpedig ha ez igaz, akkor fel kell tételeznünk, hogy ugyanaz az általános tendencia, amelyik a Földön az élet és az értelem kialakulását eredményezte, hasonlóképpen érvényre juthatott a Világegyetem más égitestjein is. A Földön kívüli élet felfedezése meggyőző erővel bizonyítaná a fenti tétel helyességét.

Monod leírta, hogyan következik az evolúciós folyamat a véletlen és a szükségszerűség kölcsönhatásából. A szükségszerűségen itt Monod elkerülhetetlen törvényszerűséget ért. A véletlen szerepét a véletlenszerű mutációk jelenítik meg, míg a szükségszerűség a természetes kiválasztódás formájában jelentkezik. Utóbbi

alakítja ki a rendet az előnyös mutációk módszeres felerősítésével és a károsak elnyomásával, míg végül a szervezetekből álló populáció tökéletesen nem alkalmazkodik a rendelkezésére álló ökológiai élettérhez. Carter azonban hangsúlyozza, hogy Monod szükségyszerűsége önmagában meglehetősen véletlenszerű, mivel a kiválasztódást irányító környezetet is jobbra véletlenszerű változások uralják (például jelentős éghajlatváltozások, kisbolygó-becsapódások, kontinensvándorlás stb.).

Mindamellet a törzsfajlás még a „véletlen szükségyszerűség” hatására is szemlátomást bizonyos fejlődési útvonalak mentén megy végbe. Ez a biológiai konvergencia jelensége, amelynek köszönhetően a különböző künduló helyzetekből a természet sokféle megoldást talál ugyanarra a problémára, ezzel a törvényszerű fejlődési irány látszatát keltve. Vizsgáljuk meg például a szemet. Ezt a szervet a Föld története során nyilvánvalóan egymástól függetlenül több alkalommal is fölfedezte az élővilág. Bár minden fajta szeme ugyanazt a feladatot látja el, „kivitelezésük” lényegesen eltérő lehet (a rovarok, a halak és az ember szemének működése például alapvetően eltérő), ami különféle evolúciós eredetüket tükrözi. Mindezt egyszerűen megmagyarázhatjuk: a szem nyilvánvalóan olyan leentősen megnöveli a túlélés esélyét, hogy a törzsfajlás folyamatában jelentős szerephez jut ennek a szervnek a fokozatos tökéletesedése.

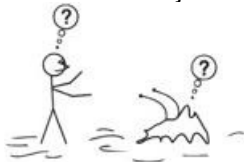
Más tulajdonságok talán kevésbé előnyösek. A szárnyat például a természet csak három vagy négy alkalommal

találta fel, miközben a kerék egyetlenegyszer sem fordul elő a természet felfedezései között. Sok mutáció ugyanakkor közömbös a kiválasztódás szempontjából, így legfeljebb véletlenszerű eltolódást képvisel. Képzeljük el, hogy a lehetséges szervezetek hatalmas teret töltenek be, melyben a fejlődés az egyre bonyolultabb szervezetségű állapotok felé irányul, miközben a tényleges földi populációk úgy hódítják meg ezt a teret, hogy kitöltik a rendelkezésükre álló lehetőségeket. Az ortodox neodarwinisták szerint ez a helykitöltés jobbra véletlenszerűen megy végbe. Való igaz, az ősmaradványok elemzése nem árulkodik meghatározott tervről vagy programról a törzsfajlás menetében. Imitt-amott azonban a helyek kitöltésének folyamatát szoros mederbe szorítja a kiemelkedően előnyös tulajdonságok adománya, ezért a szóban forgó fejlődési útvonalon adott irányba való törekvés jelei mutatkoznak, hiszen a fejlődés maximálisan ki akarja használni a kérdéses tulajdonság biztosította előnyöket (mint például a szem fejlődése esetében). Ezért valamilyen belső irányítottság megléte még ebben a leegyszerűsített darwinista képben is teljesen kézenfekvőnek tűnik.

A magam részéről nyitva szeretném hagyni annak a kérdését, létezik-e valamilyen mélyebb, törvényszerű, a természetes kiválasztódáson túli és annál magasabb rendű összefüggés, amely határozott mederbe szorítja és az egyre bonyolultabb szervezetségű állapotok felé kényszeríti a fejlődés menetét – talán éppen a Kauffman-féle vonalak mentén. Ez a Monod által elképzelnél sokkal

mélyebb értelmű „szükségyszerűség” lenne, mert a kozmosz átfogóbb folyamataival állna kapcsolatban.

A Földön kívüli élet vizsgálatakor a következő problémával kerülünk szembe: a földi élet hány tulajdonsága eredhet a véletlenből és hány következhet a szükségyszerűségből? Nevezetesen, az értelem kialakulása vajon véletlen, vagy valamilyen meghatározott „irányultság” eredménye? A legtöbb biológus véletlennek tartja. Ernst Mayr például a következőképpen fogalmazott: „Tudjuk, hogy az élet Földünkön létező bizonyos fajtája (a makromolekulák rendszere) képes az értelem létrehozására. ...Feltehetjük mármost a kérdést, mekkora a valószínűsége annak, hogy ez a rendszer létrehozza az értelmet (gondoljunk csak arra, hogy ugyanez a rendszer nem kevesebb mint negyven alkalommal volt képes a szemet kifejleszteni).”



4.2. ábra

Aligha van okunk feltételezni, hogy az idegen lények fizikai felépítésüket tekintve az emberhez hasonlóak.

Nem remélhető tehát, hogy pusztán külső megjelenésük alapján felismernénk az idegen értelmes lényeket (vagy ők bennünket).

Mayr ezután mérlegre teszi a földi élőlények törzseinek, osztályainak, rendjeinek, családjainak, nemzetségeinek és

fajainak roppant számát, és megjegyzi, hogy ezek közül csupán egyetlenegy élőlény, az Ember rendelkezik azzal a tulajdonsággal, amelyet valóban értelemnek nevezhetünk. Ezért az alábbi következtetésre jut: „Ennélfogva, a szemmel ellentétben, az értelem kifejlődése nem valószínű.” Várhatóan tehát a Földön kívüli élőlényeknek szemük van, értelmük azonban nem fejlődött ki.

C. Owen Lovejoy tudománytörténész különbséget tesz az értelem és a megismerésre, valamint kapcsolatteremtésre való képesség között: „»Értelmes« állatok más bolygókon is kifejlődhetnek, a Földön tapasztalthoz hasonló fejlődési útvonalak mentén, ezzel szemben a »megismerés« jelensége alapvetően különbözik a pusztá értelemtől, ezért előfordulására csak rendkívül ritkán számíthatunk.”

A megismerés képességét pusztán szerencsés, véletlen fordulatnak tartja: „Nyilvánvaló, hogy a megismerés képességének kifejlődése nem lehet a fejlődés valamilyen irányultságának eredménye, továbbá nem lehet kicsiny véges valószínűségű esemény sem, hanem csakis meghatározott fejlődéstörténeti események sorozata vezethet el hozzá, amelyek végső okát olyan, egymással kapcsolatban nem álló tényezők kormányozta kiválasztódásban leljük föl, mint ami a mozgás és a táplálkozás fejlődését eredményezte.”

A SETI hívei szerint az értelem a természetes kiválasztódásnak köszönhetően már ki is alakult néhány más faj, például a majmok, a delfinek és talán a madarak esetében. Azzal érvelnek, hogy az értelem nyilvánvalóan előnyös a túlélés szempontjából, és állítják, hogy idővel

minden bizonnyal más bolygókon is megjelent. Az ortodox álláspont szerint ezzel szemben amennyiben egy világméretű katasztrófa elpusztítaná az emberiséget, a Föld történetében ezentúl már soha nem ismétlődne meg a lehetőség a jelenkori értelmi szint elérésére. A különböző tudományos-fantasztikus történetekben a majmok, a delfinek vagy éppen a hangyák rövid idő alatt „átveszik a helyünket”, ez azonban merő képzelgés. Egyesek szerint bizonyos fajok magukban hordozzák az értelem elérésére való veleszületett törekvést. A jövőkutatók gyakran úgy ábrázolják a távoli jövő emberét, mint akinek a mienknél nagyobb az agya és természetes úton (tehát nem valamiféle gésebészeti beavatkozás eredményeképpen) magasabb az értelmi színvonala. Az ősmaradványok tanúsága szerint létezik egy matematikailag is leírható szabályszerűség, tudniillik az agy és a test tömege arányának (az úgynevezett enkefalizációs indexnek) a növekedése, ezt az összefüggést azonban nem szabad a magasabb értelem mint elérendő cél felé való teleologikus törekvésként értelmeznünk. Ha létezik is valamilyen folyamatos fejlődés a törzsfajlás során az értelem kialakulása és tökéletesedése irányában, valószínűtlen, hogy az néhány kitüntetett fajon belül valamiféle, a fejlődést irányító „erőként” működik, sokkal valószínűbb, hogy a bioszféra egészére nézve tendencia-jelleggel érvényesül. Természetesen a Föld történetének bármely időszakában kiválaszthatjuk az akkor éppen élő fajok közül a „pillanatnyilag legértelmesebbet”, amely például jelenleg a Földön az Ember. Ennek a mindenkor legértelmesebb

fajnak elkerülhetetlenül létezik valamilyen leszármazási vonala, amelyen belül szembeszökően érvényesül a magasabb értelem felé való törekvés. Ebből azonban még nem következik, hogy minden egyes vagy akár csak jelentős számú faj eredendően rendelkezne az időben egyre növekvő értelem képességével.

Az emberi értelem egyik furcsasága, hogy fejlődése olyan, mintha túlzottan fölényes győzelmet aratna. Némi kis többletértelem jelentős előnyt biztosít a túlélésért vívott harcban, azonban egyáltalán nem nyilvánvaló, hogyan alakultak ki a természetes kiválasztódás során olyan tulajdonságok, mint a magasabb matematika művelésére, bonyolult zeneművek megalkotására vagy a nyelvi gazdagság létrehozására való képesség. Ezeket a magasabb szellemi funkciókat világok választják el az „őserdőben” a puszta létért való küzdelemben előnyös tulajdonságoktól. E tulajdonságok közül jó néhány csak a közelmúltban alakult ki, legalábbis jóval később, mint ahogy az emberi faj biztosította maga számára az uralkodó szerepet az emlősök között, és elfoglalta a rendelkezésére álló ökológiai életteret.

Ez felveti azt az érdekes kérdést, hogy mikor alakultak ki a szellemi képességek. A legtöbb biológus úgy véli, hogy az emberi agy szerkezete az elmúlt néhány tízezer évben alig változott, ami azt jelenti, hogy a bonyolult szellemi tevékenységre való képesség már nagyon régen kialakult az ember agyában, e tulajdonság azonban a közelmúltig nem jutott érvényre. Ha viszont ezeket a képességeket nem használta fel az agy, amikor kialakultak, vajon miért

alakultak ki? Hogyan tud a természetes kiválasztódás szunnyadó tulajdonságokat alapul véve működni? Véleményem szerint egyáltalán nem meggyőzőek azok a magyarázatok, amelyek feltételezik, hogy mondjuk a matematikai képesség pusztán valamilyen más, a hétköznapi életben nyilvánvalóbban hasznos tulajdonság „tartozéka”. (Ezt *Isten gondolatai* c. könyvemben fejtem ki részletesebben.)

Másrészt viszont ha a magasabb rendű képességek az elmúlt évszázadok során alakultak ki aligha tudjuk felismerni a természetes kiválasztódás munkájának kezenyomát. A történelem nem sugallja, hogy a kivételes matematikai tehetséggel vagy művészi hajlammal megáldott egyének sikeresebben szaporodó populációt alkottak volna. Márpedig ha ez így van, akkor eme tulajdonságok megjelenését a szellemi fejlődésben megmutató nem-darwini jellegű előremutató tendencia bizonyítékának kellene tekintenünk.

Érdekes például Ausztrália őslakosainak az esete. Ezek az emberek mintegy negyvenezer évvel ezelőtt csaknem tökéletesen elszigetelődtek a világ többi részétől. Elszigeteltségük egészen az első európaiak érkezéséig fennállt. Ennek ellenére ma már művészi, zenei és nyelvi képességeik, sőt, megfelelő iskoláztatás esetén matematikai képességeik tekintetében is szinte megkülönböztethetetlenek az európaiaktól. Mindez vagy azt jelenti, hogy a „matematikus” és más hasonló gének több mint negyvenezer évvel ezelőtt kialakultak, majd számtalan emberöltőn át rejtve maradtak, vagy azt, hogy ezek a

magasabb rendű képességek az emberiség többi részével párhuzamosan fejlődtek, ami viszont a biológiai konvergencia haszontalan és bizarr megnyilvánulása volna. Bármelyik lehetőség is igaz, az ortodox darwinizmus keretei között megoldhatatlan rejtéllyel állunk szemben.

Ha az emberi értelem merőben a törzsfajlás véletlen szüleménye, amint azt az ortodox darwinisták állítják, és legbonyolultabb megnyilvánulásai (a matematikai, nyelvi és művészi hajlam) csupán rendkívül valószínűtlen adománynak tekinthetők, nincs okunk feltételezni, hogy akár egyetlen más bolygón is kialakulhat a miénkhez hasonló értelem. Ebben az esetben viszont a rádiókapcsolatra épülő SETI-próbálkozások hiábavalóak. Következtetésünk azonban megfordítva is áll, amennyiben a Földön kívüli értelem nyomára sikerülne bukkannunk, ez alapjaiban rengetné meg az ortodox darwinizmus szellemét vagy mindenestől a süllyesztőbe küldené, mivel a természetes kiválasztódáson kívül valamilyen más, a fejlődést előremozdító hatás meglétét bizonyítaná.

5. A tudat természete

A Földön kívüli élet létezésére vonatkozó legtöbb tudományos vita tárgya valójában a Földön kívüli *értelem*; elég arra utalnunk, hogy a SETI betűszó l-je is az intelligencia rövidítéséből ered. Ez azért szükségszerű, mert a Földön kívüliekkel csak akkor tudunk rádiókapcsolatot teremteni, ha az idegenek elég értelmesek ahhoz, hogy rendelkezzenek a megfelelő

technikai eszközökkel. Filozófiai értelemben azonban az idegenek tudatossága (azaz megismerésre való képessége) a fontos. Ennek ellenére roppant horderejű esemény lenne, ha sikerülne felfedeznünk olyan, tudatos Földön kívüli lényeket, akik nem felelnek meg az emberi „értelemmel” szemben felállított követelményeknek. Végző soron még a pszichológusok is eltérően vélekednek az emberi értelem méréséről.

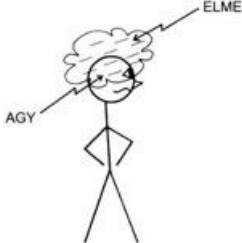
Megfordítva, az is elképzelhető, hogy felfedezzük a tudat nélküli értelmet. Ma még nem tudjuk, lehet-e tudattal rendelkező számítógépeket megalkotni, ám rohamos léptekkel közeledik az idő, amikor a Földön megjelennek az úgynevezett értelmes számítógépek. Nagyon valószínű, hogy néhány évtizeden belül lesznek már olyan gépeink, amelyek viselkedésük alapján joggal nevezhetők értelmesnek a valódi öntudat legcsekélyebb jele nélkül. Az öntudat nélküli értelem jeleivel találkozhatunk a társas rovarok esetében, például a hangyáknál, ugyanakkor sokan úgy vélik, hogy bizonyos apró állatok, például az egerek rendelkeznek tudattal, ha értelmük meglehetősen csekélyke is. A két tulajdonság tehát semmiképpen nem kötődik egymáshoz elválaszthatatlanul. Ha sikerülne ráakadnunk számítógép-jellegű értelemre a Földön kívül, ezt valószínűleg a tudat jeleként értelmeznénk, mert feltételeznénk, hogy a gépeket egykor tudatos lények építették, akik azóta esetleg kipusztultak. Korántsem biztos, hogy nem alakulhat ki a tudattól függetlenül magasan fejlett értelem, ezért nem árt világosan megkülönböztetnünk a két fogalmat.

Tekintve, hogy a Földön kívüli élettelle kapcsolatban valójában a tudat meglehetősen érdekel bennünket, szabadon alaposabban megvizsgálom, mit jelent e fogalom számomra, fizikus számára. Az emberi tudat természete magától értetődően a bölcselet egyik legősibb és legmélyebb problémája. A kérdést meglehetősen egyszerűen megfogalmazhatjuk: miért van az, hogy a fejünkben lévő néhány kilogrammnyi anyag nemcsak a bennünket körülvevő világ megismerésére képes, az úgynevezett – szabad akarat révén e világ befolyásolására is?

Ezt nevezik az *elme és a test problémájának*. De valójában mi is a probléma? Nos, ha agyam fizikai rendszernek tekinthető, s ugyanazok a természeti törvények érvényesek rá, mint a környező világ tárgyaira, akkor minden körülmények között azt teszi, amit e törvények előírnak a számára, akár jelen van a belsejében az őt nyilvánvalóan irányító „én”, akár nincs. Akkor viszont hogyan képes az elme vagy az énünk bármit is tenni, anélkül, hogy megsértené a természet törvényeit vagy felfüggesztené azok érvényességét? Ez tehát a probléma. Szemléletesen fogalmazta meg az elme és a test közötti kapcsolatot René Descartes francia filozófus. Szerinte kétféle anyag létezik a Világegyetemben. Az egyik a testünket és az agyunkat alkotó, fizikai vagy közönséges anyag, míg a másik egy tünékenyebb, megfoghatatlanabb, ködszerű „lélek-anyag”, amelyből a gondolatok és az álmok szövődnek. A lélek-anyag valamiféleképpen kapcsolatban

áll az agyunkat felépítő közönséges anyaggal, hiszen elménk kormányozza, irányítja agyunkat. Közöttük olyan kapcsolat áll fenn, mint a jármű és vezetője között. A jármű az agy, vezetője pedig az elme. Az irányítórendszerbe történő parányi beavatkozásokkal vezérelni tudjuk agyunk, és azon keresztül testünk működését.

Descartes modellje alapvetően kettős természetű (dualisztikus), mert feltételezi, hogy valójában két különböző dologról van szó: az egyik az agy és a közönséges anyag, a másik pedig az elme. Gilbert Ryle, filozófus ezt a dualisztikus modellt gúnyosan a „szellem a gépben” elnevezéssel illette, mert a modell által sugallt kép szerint a test bonyolult gép, amelyhez hozzátapad ez a sajátos észanyag, vagyis a lélek. A szellem a gépben elképzelés sokak számára rokonszenves, mert azzal kecsegtet, hogy amikor a test elpusztul, a lélek tovaköltözhét valahová vagy akár valakibe. Még ma is meglepően sok híve van ennek az elme és test viszonyát így megnyugtatóan megfogalmazó nézetnek, jóllehet a természettudósok és a filozófusok körében ma már keresve sem találunk olyant, aki komolyan kiállna mellette.

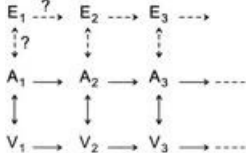


A GÉPBEŒ LAKOZÓ
SZELLEŒ

5.1. ábra

René Descartes szerint az elme az emberi aggyal kapcsolatban álló, mégis önálló létező. Ezt az elméről (vagy a lélekről) alkotott népszerű elképzelést Gilbert Ryle nevetségessé tette, amikor „a gépben lakozó szellemnek” nevezte el. Napjainkban nagyon kevés természettudós és filozófus fogadja el a fenti dualista elgondolást.

Ezek után megpróbálom felvázolni az elme és a test, illetve az elme és az agy kapcsolatát. Természetesen az agy és az elme nyugalmi állapota nem különösebben érdekes, bennünket inkább az idő függvényében változó állapotuk foglalkoztat. Három szintet szeretnék megkülönböztetni. Először is a külső világot mindenkor saját, pillanatnyi fizikai állapota jellemzi. Ezután képzeljük el ennek megfelelő sorrendben az agy A_1, A_2, A_3, \dots állapotait, valamint az ezzel párhuzamos, mindenkori E_1, E_2, E_3, \dots szellemi állapotokat.



5.2. ábra

Az agy (A), az elme (E) és a világ (V) állapotai közötti (lehetséges) oksági kapcsolatokat bemutató vázlat.

Az egyes állapotok közötti oksági kapcsolatokat a megfelelő irányba mutató nyilakkal ábrázolhatjuk. Tudjuk mindenekelőtt, hogy az agy állapotai nem függetlenek egymástól, bármelyik az előtte fennálló állapotból következik. Emellett az agy állapota soha nem független a külső világtól, egyrészt azért, mert érzékszerveinken keresztül folyamatosan információ áramlik innen az agyunkba, másrészt, mert akaratlagos tevékenységünkkel mi magunk is képesek vagyunk befolyásolni a környező világot. A Descartes-féle dualisztikus modell szerint az agy állapota befolyással van az elmére, míg az utóbbi visszahat az agyra. Egy csomó nyilat kell tehát az állapotok közé berajzolnunk! Nem tudjuk, mert Descartes soha nem árulta el, hogy feltételezése szerint miképpen működik az elme, ezért azt sem tudjuk, hogy egymást követő állapotai közvetlen kapcsolatban állnak egymással, vagy pedig csak az agy megfelelő állapotai teremtenek kapcsolatot közöttük.

Említettem, hogy a természettudósok és a filozófusok között ma már alig akad olyan, aki kiállna a fenti elképzelés

mellett. De vajon miért? Milyen nehézségeket rejt magában ez a kettős természetű kép? Nos, számos problémával kell szembenéznünk. Az első azzal kapcsolatos, vajon hogyan képes az elme kivitelezni saját működése fortélyait, tehát miképpen tudja működésre ösztökélni az agyat alkotó anyagot. Vajon hogyan reagálnak akaratomra az agyamban található elektronok? Ha például tudatom azt akarja, hogy emeljem föl a karomat, akkor milyen utasítást kapnak a megfelelő idegek, hogy az eltervezett cselekvést testem végre is hajtsa? Úgy tűnik, hogy a gépben nem egyszerű szellem rejtőzik, hanem a spiritizta szeánszok kopogó szelleme, mert ez a szellem szemlátomást képes az anyag mozgatására. Mindez sok fejtörést okoz a fizikusok számára, akik ugyanis nem szeretik, ha az anyag nem közönséges, fizikailag pontosan meghatározható más, anyagi részecskékből eredő erők hatására jön mozgásba.

Nem ez azonban az egyetlen probléma. Már a Descartes-féle kettősség korai bírálói is feltették a kérdést, hogy akkor tulajdonképpen *hol is van* az elme lakhelye. Hol helyezkedik el a testen belül? A koponyánk belsejében? A bal lábunkban? A jobb kezünkben? Vagy talán nem is a testünk belsejében található, hanem néhány méterrel a fejünk fölött lebeg? Hol? A filozófia történetében alapvetően kétféle választ fogalmaztak meg erre a kérdésre. Az egyik szerint az elme nem köthető egyetlen meghatározott térbeli ponthoz sem, azaz tulajdonképpen „sehol sincs”. Ez önmagában rendben is volna, a probléma csak akkor merül fel, amikor ez a sehol sem lévő valami

kölcsönhatásba lép az agy meghatározott pontjaival, azaz például működésbe hoz egy adott neuront. Vajon hogyan képes erre? Hogyan történik mindez? Másrészt, ha az elme helye pontosan behatárolható, nyilvánvalóan tudni szeretnénk, hol van. Ráadásul ha sikerülne megszerezni magunknak ezt az örömet, további kérdések tolnának fel. Mekkora az elme? Milyen a formája? Élesek-e a szélei? És így tovább. Ha ily módon önálló létezőnek képzeljük el az elmét, akkor ezek a kérdések képtelenségre vezetnek (*reductio ad absurdum*).

Végül nem kerülhetjük ki az elme tényleges működésével kapcsolatos problémákat sem. Nagyon jól hangzik, amikor észről, elméről, szellemről vagy lélekről beszélünk, a tudomány számára azonban mindez semmit sem jelent, ha nem rendelkezünk az elmeműködés elméletével. Egy ilyen elméletnek kapcsolatot kell teremtenie az E_1 , E_2 , E_3 ,... állapotok között, oly módon, hogy felállítja a változás törvényszerűségeit, amelyek éppúgy átfogják az elme birodalmát, amiként a dinamika elmélete a maga speciális törvényeivel a fizikai világot.

Erre a problémára is kétféle választ adhatunk. Az egyik szerint valóban felállíthatjuk az elme működésének törvényeit, ezáltal azonban a szellemi tevékenységet egy közönséges gép működésének szintjére fokozzuk le. Más szóval, a gép belsejében egy másik gép van elrejtve. Ezzel azonban nem sokra jutunk, sőt, még bonyolultabb is lett a helyzet. Nem elég az egyik géppel – az aggyal – bajlódnunk, most még be kell vonnunk a képbe egy éteri

másikat is, amely valamiképpen az agy fölött vagy körül lebeg, miközben azt irányítja. Így tehát a gépbe rejtett másik gép elképzelésével nem sokra mentünk. A másik elképzelés szerint nem tudjuk, sőt, soha nem is fogjuk megtudni, hogyan működik az elme. Ezáltal tehát az elme működésének leírását a tudomány hatókörén kívülre toltuk. Ez felettébb kényelmes lehet azok számára, akik talán soha nem is akarják megoldani az elme és a test problémáját. Ha azonban valaki – hozzám hasonlóan – úgy érzi, hogy nem adhatjuk fel ilyen könnyen, vagy legalábbis meg kell próbálkoznunk a megoldás keresésével, akkor a kettősség elképzelése zsákutcába vezet. A filozófus Daniel Dennett *Consciousness Explained* (A tudat magyarázata) című könyvében megjegyzi, hogy „a dualizmus egyenlő a feladással”. Ez az eszmerendszer ugyanis mindezeket a problémákat az agyon kívülre, az „elme” homályos és meghatározhatatlan birodalmába tolja, ahol azután nem tudunk mit kezdeni velük. Így megint csődöt mondunk.

Térjünk át ezek után az elmére vonatkozó további elméletekre! Már a kezdet kezdetén el kell mondanom, hogy könyvem jelen fejezetében nem tudom a teljesség igényével bemutatni a test-elme problémakör valamennyi kínáló megoldását és megoldási kísérletét. Egyszerűen csak megpróbálok ízelítőt adni az olvasónak azokból a problémákból, amelyekkel szembekerülünk, ha ezzel a fogas kérdéssel gyötörjük magunkat.

Az egyik meglehetősen népszerű elméletet epifenomenalizmusnak, azaz a másodlagos jelenségek elméletének nevezzük. Az epifenomenalista modell szerint

is megkülönböztetjük a külvilág, az agy és az elme különböző állapotait, azonban az elme és az agy között nincs *fizikai* kapcsolat. Mindössze annyi történik, hogy az elme állapota egyszerűen követi az agy állapotváltozásait. Más szóval, a fizikai változások az agyban mennek végbe, az elme csupán ezen változások nyomában kullog. Egyeseket kielégít ez az elképzelés, amely pedig az elme szerepét csekélynek láttatja, akár a folyó tajtékát, azaz mint aminek semmiféle oksági hatása nincs. Amennyiben ez az elmélet helytálló, akkor az akarat szabadságáról vallott elképzeléseink illúzióknak bizonyulnak, és az elme befolyása megsemmisül, legalábbis ami az oksági hatásokat illeti.

Az epifenomenalizmussal kapcsolatos legfőbb probléma véleményem szerint az, hogy úgy tűnik, mintha semmi különbség nem lenne az elme jelenléte és jelen nem léte között. Ha például Önnel beszélgetnék, és eközben az Ön agyműködése hirtelen kikapcsolna, akkor ezen modell szerint ez semmi különbséget nem jelentene. Ön továbbra is pontosan ugyanúgy viselkedne, beszélne és cselekedne, akár működne a tudata, akár nem. Más szóval, az epifenomenalizmus nem tesz különbséget a valódi öntudattal rendelkező egyedek és az okosan programozott gépek között. Ha viszont az elme valójában semmit sem tesz, akkor miért van? Nem tűnik hihetőnek, hogy a tudatnak az égvilágon semmi szerepe nem lenne, hiszen miért hozta volna létre akkor a biológiai fejlődés? Úgy tűnik tehát, hogy az epifenomenalizmus semmi érdemlegeset nem képes nyújtani számunkra, amennyiben célunk annak

megértése, miért létezik tudat.

A következő, napjainkban ugyancsak nagyon népszerű nézet a funkcionalizmus. Ez nem arra helyezi a hangsúlyt, hogy miből áll az elme és az agy – ész-anyagból, agy-anyagból, atomokból vagy valamilyen éteri anyagból –, hanem arra, hogy hogyan épül fel mindez. Pontosabban fogalmazva, hogyan szerveződnek az agyi funkciók. Képzeljük el például, hogy kivesszük valakinek az agyát és egyes részeit, és szilíciummorzsákkal (mikroáramkörökkel, idegen szóval chippekkel) vagy a mindenkori legkorszerűbb hasonló eszközökkel helyettesítjük. Másképp fogalmazva, az agy egyik vagy másik darabkájának szerepét valamilyen merőben más típusú eszközzel helyettesítjük. Képzeljük el, hogy ezt a folyamatot apró lépésenként mindaddig folytatjuk, amíg az agy összes feladatkörét át nem veszik ezek a parányi ember alkotta szerkezetek. A funkcionalisták azt állítják, hogy az ilyen helyettesítés nem változtatja meg a kulcsfontosságú megismerési funkciókat, „odabent” továbbra is megőrződne a tudatos és érzésekkel szabadon rendelkező személyiség. A funkcionalizmus különösen népszerű a mesterséges intelligenciával foglalkozók körében, akik úgy gondolják, hogy egy napon (talán hamarabb, mint gondolnánk), olyan gépeket készíthetünk, amelyekről elmondhatjuk, hogy öntudattal rendelkeznek és az emberi lényekhez hasonló módon gondolkodnak.

E nézet szerint (amely személy szerint hozzám a legközelebb áll), a *funkcionális szervezethez* a legfontosabb. Nem az az érdekes, hogy miből van az agy,

hanem az, hogyan állnak össze a tudatot létrehozó részei. Elvben lehetséges lenne olyan gépet építeni, amelynek az emberéhez hasonló elméje és tudata volna. Ha elfogadjuk ezt a vélekedést, akkor fel kell tételeznünk, hogy az emberi tudat az idők során hirtelen megjelenő tulajdonság, azaz valami olyasmi, ami a bonyolultság adott szintjét elérő fizikai rendszerekben mindenképpen létrejön. A mi esetünkben ennek a törzsfajlódás meghatározott szakaszában kellett bekövetkeznie. Más szavakkal ez azt jelenti, hogy a tudatosság nem „valamiféle odabiggyesztett” tulajdonsága az élő szervezeteknek. Sokakkal ellentétben a magam részéről nem tudom elhinni, hogy Isten valahol egy kozmikus raktárban tárolja a lelkeket, amelyeket azután folyamatosan belélehel minden egyes testbe.

A tudat hirtelen felbukkanásának fogalma fizikai és filozófiai értelemben egyaránt rendkívül fontos, ezért szeretnék kis kitérőt tenni és részletesebben is megvilágítani, mit értek ezen. A hirtelen felbukkannó jelenségekre számos nevezetes példa létezik, amelyek megvilágítják az olvasó számára, mit is értek azon, hogy a tudatosság hirtelen megjelenő tulajdonság. Az egyik közismert jelenség a víz nedvessége. Mindannyian jól tudjuk, hogy a víz nedves. A víznek tehát van egy bizonyos tulajdonsága, amelyet érzékelni tudunk. Ez a tulajdonság teljesen valóságos, nem csupán a képzeletünk szüleménye. Mégsem rendelhetjük hozzá egyetlen vízmolekulához, hiszen egyetlen molekulát semmilyen értelemben nem nevezhetünk nedvesnek. Ha azonban összegyűjtünk rengeteg vízmolekulát, akkor ezek együttesen már

rendelkeznek a nedvesség tulajdonságával. Azt mondhatjuk tehát, hogy a nedvesség hirtelen megmutatkozó tulajdonság, minthogy akkor bukkan fel, amikor a vizsgált rendszert már a megfelelő bonyolultsági szinthez szükséges számú molekula alkotja.

További, számomra különösen kedves példa az idő úgynevezett irányával kapcsolatos. Az idő iránya mindannyiunk számára magától értetődő fogalom, hiszen ennek segítségével tudunk különbséget tenni múlt és jövő között, az egyes atomok szintjén azonban ez a különbségtétel ugyancsak értelmét veszti. A természet törvényei (csekély számú és jelentéktelen kivételtől eltekintve) szimmetrikusnak tűnnek az időben, azaz a múltra és a jövőre egyaránt vonatkoztathatók. Ezért az egyes molekulákhoz nem rendelhetjük hozzá az idő múlásának irányát. A molekulák nem képesek megmondani, merrefelé telik az idő.

Szeretném, ha ezután elképzelnének egy kísérletet, amelyben a kezembe veszek egy parfümös üveget és kinyitom. Úgy tíz-tizenöt perc múltán Önök is érezni kezdenék az illatot. A parfüm kis része elpárolgott és molekulái keveredtek a szoba levegőjének molekuláival. Ez a helyzet a levegőmolekulák és a parfümmolekulák közötti ütközések eredményeként alakult ki. A folyamatot megfordíthatatlannak (irreverzibilisnek) nevezzük, azaz hozzárendelhetjük az idő irányát, mert nyilvánvalóan meglehetősen nehéz lenne az elpárolgott parfümmolekulákat arra kényszeríteni, hogy sorba visszabújjanak az üvegbe. Még ha a szobát légmentesen

lezárva csapdába záránk is a parfümmolekulákat, akkor is elképzelhetetlenül hosszú ideig kellene várnunk arra, hogy véletlen mozgása során az összes parfümmolekula pontosan ugyanabban az időben jusson vissza az üvegbe. A parfüm párolgása tehát olyan folyamat, amelyhez hozzárendelhetjük az idő irányát – azaz gyakorlatilag megfordíthatatlan. Bármely parfümmolekulát kiválasztva azonban a sokaságból, azt tapasztalánk, hogy azt a sorozatos ütközések véletlenszerűen, hol erre, hol arra lökdösik, ezért egyetlen molekula viselkedése alapján nem jelölhető ki az idő iránya. Ez a fogalom csak akkor nyer értelmet, amikor a molekulák összességéből álló rendszer viselkedését tanulmányozzuk. Beláttuk tehát, hogy az idő iránya is hirtelen felbukkanó jelenség.

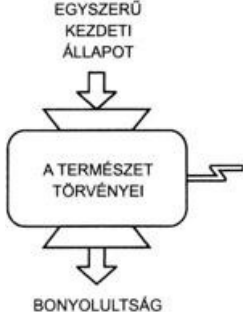
Harmadik példám maga az élet. Szeretem feltételezni, hogy magam is egy élő szervezet vagyok. Egészen bizonyos vagyok abban, hogy értelmes állítás valakiről azt mondani, hogy él, megkülönböztetve ezáltal a nem élő vagy az élettelen dolgoktól, például egy kősziklától. Ennek ellenére a testemet felépítő egyetlen atomról sem jelenthetem ki, hogy él. Ha kiválasztom mondjuk a hüvelykujjam egyik szénatomját, akkor ezt az atomot nem nevezhetem „élő” szénatomnak. Ez az atom ugyanis semmiféle olyan tulajdonsággal nem rendelkezik, amelynek alapján élőnek tekinthetnénk. Sőt, ez a szénatom semmiben nem különbözik a világ összes többi szénatomjától, például azoktól amelyek a levegőben vagy akár egy holdközvetben találhatóak. Nem egyéb közönséges szénatomnál, pontosan ugyanolyan, mint a

Világegyetem bármely más szénatomja. Nem az számít tehát, hogy miből áll a testem, hanem az, hogy hogyan épüljenek fel ezek az alkotóelemek. Másként fogalmazva, a testemet felépítő összes atom együttes, szerveződése az, ami megadja nekem az „élet minőségét”. Ez a tulajdonság valóságos, ám csak akkor lép fel, amikor az anyag szerveződése kellőképpen bonyolulttá válik. El tudjuk képzelni a bonyolult kémiai állapotok olyan ősi sorozatát a Föld (vagy bármely más égitest) történetének az élet megjelenése előtti szakaszában, amely egy bizonyos fejlődési állapotban eléri a bonyolultságnak azt a fokát, amelyről már joggal jelenthetjük ki, hogy „íme, megjelent az első élőlény”. Eszerint tehát maga az élet is hirtelen megjelenő tulajdonság.

Ezek után felteszem a kérdést: „Hogyan bukkant fel a bonyolultság a Világegyetemben? Hogyan történt ez általánosságban és hogyan jelent meg hirtelen a tudat?” E kérdések nyomán felmerül az úgynevezett „önszerveződő Világegyetem” kérdésköre. Nyilvánvaló, hogy a természet hajlandóságot mutat az önszerveződésre, vagyis az egyszerű fizikai állapotok igyekeznek bonyolultabbakba rendeződni, mégpedig önmaguktól, bármiféle külső beavatkozás nélkül. Számos olyan jelenség vesz körül bennünket, melyekben a fizikai rendszerek elérik saját bonyolult szervezetszerű állapotukat.

Az eddig leírtakat egy hurkatöltő gép példáján szeretném bemutatni. A gépbe felül különféle egyszerű állapotokat töltünk be. Ezután megforgatjuk az idő múlását és a fizikai törvények működését szimbolizáló kart, aminek hatására a

gép alján bonyolult állapotok hullanak ki. Engedjék meg, hogy egy, az életnél és a tudatnál sokkal egyszerűbb példával éljek, amit bármelyik háziasszony megfigyelhet a saját konyhájában. Tegyük egy serpenyőben valamilyen folyadékot a tűzhelyre. Mit látunk, ha rögtön ezután felülről ránézünk? Először nem sokat, csupán az egynemű, belső szerkezetet nem mutató folyadékot. Nemsokára azonban, amikor a folyadék alja és teteje közötti hőmérsékletkülönbség elér egy kritikus értéket, a folyadékban megindul az anyag áramlása, a konvekció. Ezt akkor a leghönyyebb észlelnünk, ha a folyadékban más apró szemcsék lebegnek. Látjuk, hogy ezek a szemcsék körkörös mozgást végeznek. Ha tovább melegítjük a folyadékot, végül az egész forni kezd, és a belsejében megfigyelhető mozgás tökéletesen rendezetlenné, kaotikussá válik. A hőközlés hatására tehát a folyadék a kezdeti egyszerű, belső szerkezet nélküli állapotból a bonyolult belső szervezettséget mutató, átmeneti állapoton keresztül eljutott a szervezetlenül bonyolult végállapotba, a káoszba. Ha a kísérletet gondosan végezzük el (amire az átlagos konyhákban rendszerint nincs lehetőség, laboratóriumi körülmények közt azonban igen), kiderül, hogy a konvektív állapot rendkívül érdekes sajátosságokat mutat, s nem egyszerűen csak a részecskék bolyongó mozgását jelenti. A folyadékban a méhsejthez hasonló, szabályos hatszög alakú, úgynevezett konvekciós cellák rendezett mintázata jelenik meg.



5.3. ábra

A természet törvényeinek figyelemreméltó tulajdonsága, hogy az anyagot és az energiát arra tudják készíteni, hogy egyszerű kezdeti állapotokból kiindulva a bonyolult végállapotok (például élő vagy gondolkodó rendszerek) irányába fejlődjön. A természet ezen általános önszervező törekvése azt sugallja, hogy az élet felbukkanása egyetemes jelenség, nem pedig csoda vagy roppant valószínűtlen, véletlen események eredménye.

Nos, a vízmolekulákkal senki nem közli, hogyan kell ezt a mintát kialakítani. Senki sem rendezi el őket hatszög alakba. A mintázat „magától” jön létre, a kezdeti egyöntetű, és belső szerkezet nélküli állapotból önmagától bukkan fel a rend és a bonyolult szerkezet. Bár példánk roppant egyszerű volt, mégis nagyon jól érzékelteti, hogyan képesek a tökéletesen buta molekulák együttesen valamilyen okos módon elrendeződni. A vízmolekuláknak

nyilvánvalóan nincs eszük. Nem gondolkoznak a konvekció jelenségéről. Nem tudják, mit csinál a rendszerhez tartozó többi vízmolekula. Minden egyes molekulát csupán a közvetlen szomszédai taszigálnak ide-oda. Mégis valamiféle együttműködés látszik kialakulni, mintha megjelenne valamiféle nyájszellem, aminek hatására a molekulák a tapasztalt, meglepően szabályos mintázatba rendeződnek.

A nyilvánvalóan ostoba anyag tehát egyfajta belső képességgel rendelkezik önmaga megszervezésére. Erre a természetben megszámlálhatatlanul sok további példát találhatunk. Visszatérve hurkatöltő gépünkhöz, elképzelhetjük az iméntihez hasonló önszervező lépések roppant hosszú sorozatát, melynek eredményeként a gépbe felül betöltött élettelen anyagból alul kijön az értelem. Eszerint amennyiben elfogadjuk, hogy az értelem a bonyolultság bizonyos kritikus szintjén hirtelen felbukkanó jelenség, könnyen elképzelhető, hogy az anyag és az energia vizsgálata során talált eredendő önszervező törekvések következtében és elegendően hosszú idő alatt elérhető a bonyolultságnak ez a kritikus szintje.

Az eddigiekben talán túlságosan könnyedén bántam a bonyolultság fogalmával, ezért most szeretném kijelentéseimet kissé pontosabbá tenni, nem minden fajta bonyolultság felel meg ugyanis céljainknak. Nem elég az, ha találunk egy bonyolult rendszert, majd addig várunk, amíg megjelenik a hozzá tartozó értelem. Példaképpen említhetném a lányom hálószobáját, amely rendszerint meglehetősen összetett, mondhatni kaotikus látványt nyújt.

Pontosabban szólva a szobában borzalmas összevisszaság van, mégsem merném a tudatosság fogalmát társítani a szoba képéhez. (Mindez persze csak a szobára vonatkozik, nem a lányomra!) Fontos tehát a bonyolultság *természete* is. A kaotikus bonyolultság elegendő. Ezt az állapotot valamilyen véletlenszerűen viselkedő gáz, mondjuk a korábban már tárgyalt elpárolgó parfüm példájával szemléltethetném. Eme rendszer természetesen bonyolult, a szó következő értelmében: ha megpróbálnánk teljes részletességgel leírni a levegő állapotát, akkor meg kellene adnunk a szobában található összes levegőmolekula helyét és sebességét. Márpedig a szobában iszonyú mennyiségű levegőmolekula tartózkodik. Viselkedésük leírásához ezért elképesztően hatalmas adattömegre lenne szükség. A nappali szobámban lévő levegőmennyiség állapotának pontos leírásához molekuláris szinten becslésem szerint mintegy 10^{26} bit információra volna szükség. Ez az információ azonban nem különösebben érdekes a számunkra.

A másik véglet az unalmas egyszerűség, amire mondjuk egy kristály szerkezetében találunk példát. A kristály gyönyörű látványt nyújt, bizonyos értelemben azonban mérhetetlenül unalmas: egymástól azonos távolságban elhelyezkedő atomok szabályos rácsa. Ilyenformán bonyolultsága rendkívül csekély, ezért szerkezetét atomi szinten is szinte gyerekjáték leírni. Elég, ha megadjuk a rácsállandót és a kristály alakját, és már készen is vagyunk. A kristály tehát csupán néhány bit információt hordoz,

szemben a szobát kitöltő véletlenszerűen kavargó gáz 10^{26} bit információtartalmával. E két példa a két szélsőséget mutatta be. Gondolom, az olvasó is egyetért azzal, hogy ha ezek bármelyike uralná a Világegyetemet, akkor a fizikai világ őrijítően unalmas lenne. Szerencsére azonban nem ez a helyzet. Az élet és a tudat bonyolultsága egyáltalán nem hasonlít az említett két példa egyikére sem. Ez az, amit „szervezett bonyolultságnak” nevezünk vagy néha a „mélység” szóval fejezünk ki.

A természettudósok és a matematikusok már régóta próbálják valahogy mennyiségileg is jellemezni a szervezett bonyolultság tűnékeny természetét. Bárki könnyűszerrel felismerheti, hogy a baktérium bonyolult, akárcsak a véletlenszerű belső mozgást végző gáz, a baktérium bonyolultságának mibenléte azonban alapvetően különbözik a véletlen gázétól, mert az előbbiben megtalálhatók mindazon belső kapcsolatok és együttműködő elrendeződések, amelyeknek köszönhetően a baktérium esetében „szervezetről” beszélhetünk (találón maga a szó is ugyanazon töből ered, mint a szervezetség). Csaknem olyan ez, mintha az élő sejt viselkedésében világméretű összeskúvés tanúi lennénk. Ez a minden tekintetben szervezett minőség az, amelyet a tudósok immár kezdenek megérteni és mennyiségileg is leírni. A kaotikus bonyolultság és a szervezett bonyolultság által tartalmazott információ mennyisége ugyanakkora lehet, az információ *minősége* azonban nyilvánvalóan különböző. Láthatjuk tehát, hogy a szervezett bonyolultságot nem

csupán információtartalma jellemzi, hanem az információ minősége is.

Amit eddig leírtam, az véleményem szerint többé-kevésbé megfelel az ortodox tudományos álláspontnak. Ezek után azonban szeretnék bemutatni egy sokkal vitathatóbb hipotézist is. Azt hiszem, működnie kell a Világegyetemben valamilyen formában „a szervezett bonyolultság növekedése törvényének”. Ez persze nem olyan jellegű törvény, mint például Newton gravitációs törvénye, sokkal inkább valamilyen tendenciaként érvényesül, megnyilvánulásai azonban félreismerhetetlenek. Valóban úgy tűnik, mintha a természetben létezne az egyre magasabb fokú szervezett bonyolultságra (azaz mélységre) való általános törekvés.

A fenti állításom alátámasztására szabadjon dióhéjban összefoglalnom a Világegyetem történetét. A legtöbb kozmológus véleménye szerint a Világegyetem kezdetét egy rendkívül egyszerű és a belső szerkezetet szinte teljesen nélkülöző állapot jelentette: egynemű forró gáz vagy a táguló, üres tér. A Világegyetemben jelenleg megfigyelhető bonyolultság jórészt a kezdet óta eltelt idő során jelent meg. Különös, hogy gyakran használják a „teremtés” szót az ősrobbanással kapcsolatban, holott a kezdet kezdetén nem sok minden jöhetett létre, valószínűleg semmi egyéb, mint a puszta űr. A bonyolult szerkezetű anyag teljes egészében azóta jött létre.

Vázlatosan ismerjük tehát, miként bukkant elő a természet törvényei nyomán a Világegyetem. A mindent átható természeti törvények ekkor ugyanis már valamiként

megvoltak, és a tér (pontosabban a téridő) volt az első, ami létrejött. Valamivel később született az anyag és az energia, bár ez a „valamivel később” elképzelhetetlenül rövid időtartamot jelöl, de mégsem a kezdet kezdetén történt. Azután, egy immár sokkal hosszabb ideig – évmilliárdokig – tartó időszakban a Világegyetem tágult és hűlt, miközben az anyag állapota egyre szervezettebb és egyre bonyolultabb lett. Az önszerveződő folyamatok hosszú és szövevényes sorának eredményeképpen a Világegyetem legalább egy bolygóján megjelent az élet. Ezután az élet fejlődése során létrejöttek az egyre bonyolultabb rendszerek, míg végül felbukkant a magát a Világegyetemet megfigyelő értelem. A megfigyelők már vissza tudnak tekinteni a Világegyetem múltjára, mert kíváncsiak arra, hogy honnan jöttek, és hogy vajon egyedül vannak-e a Világegyetemben.

A tudat egyetlen típusát ismerjük jelenleg, a testet öltött tudatot, vagyis az élőlények tudatosságát. Ezek közül a legalaposabban természetesen az emberi tudatot tanulmányozzuk. Magától értetődő tehát, hogy a biológusokhoz fordulunk, és megkérdezzük őket, mi az elképzelésük a tudatról, és hogyan jöhetett létre. Mint már említettem, ekkor rendszerint azt a választ kapjuk, hogy a tudat a véletlen műve, ami a fejlődés véletlen folyamatainak eredményeként jött létre, ilyenformán valójában csupán szeszélyes mellékterméke ezen folyamatoknak, semmiképpen sem valamilyen eleve elrendelt cél megvalósulása. A biológusok álláspontja szerint amennyiben eltörölnénk az életet a Föld színéről, és

megpróbálnánk újra lejátszani a földtörténet filmjét, akkor a második próbálkozásra valószínűleg nem jönne létre a tudat. Úgy tartják, a tudat csupán a véletlen jelentéktelen eredménye, vak mutációk esetleges szüleménye. Amennyiben igazuk van, akkor – amint láttuk – a Földön kívüli értelem felkutatására irányuló minden próbálkozásunk csaknem bizonyosan kudarcra ítéltetett.

A magam részéről ettől merőben eltérő elképzelést javaslok. Mindez a saját, személyes feltételezésem, bár azt hiszem, lesznek akik rokonszenvesnek találják. Véleményem szerint a tudat nem olyan lényegtelen dolog, mint amilyennek a biológusok által alkotott szabványos kép alapján tűnik. Sőt, valójában egyáltalán nem lényegtelen. Ez a természet egyik alapvető, méghozzá hirtelen felbukkanó tulajdonsága, a természeti törvények munkálkodásának magától értetődő következménye. Másként fogalmazva azt is mondhatjuk, hogy a tudat lényegében független a törzsfajlódás folyamatában előforduló kisebb véletlenszerű eseményektől. Gondolkodásmódunk finom részletei természetesen pontosan ezektől az apró változásoktól függenek, azonban a tudat megjelenésének ténye, tehát az, hogy az értelem valahol és valamikor kialakul a Világegyetemben, hitem szerint többé-kevésbé bizonyosnak tekinthető. Ez nem olyasmi, ami csak úgy véletlenül valahol bekövetkezik valamilyen jelentéktelen, de szerencsés fordulat hatására, és ami nem ismétlődik meg, ha a történetet újra lejátszunk. Azt állítom, hogy adottnak tekintve a természeti törvényeket és a Világegyetem kezdeti feltételeit, számítanunk kell az élet és a tudat

megjelenésére. A történetet újramegezdve a részletek másmilyenek lehetnének. Talán nem a *Homo sapiens* alakulna ki és nem éppen a Földön. Valahol a Világegyetemben azonban felbukkanna az értelmes élet. Egyértelműen és ismételten hangsúlyozni szeretném, a természet törvényei nem azt írják elő, hogy a mi fajunknak, a *Homo sapiens*-nek kell kialakulnia, azonban úgy gondolom, hogy az általános tendencia, az egyszerűtől a bonyolulton keresztül a tudatig húzódó fejlődés olyasvalami, ami a természeti törvények megnyilvánulásának szerves része, s rejtetten ott munkál a Világegyetem alaptörvényeiben.

Hadd próbáljam most már bebizonyítani álláspontomat. Lehet-e a tudat a véletlen műve, amint azt számos biológus állítja? Szerintem nem, amit négy érvel tudnék alátámasztani. Először is, a fenti afféle „így van, és kész” válasz. Borzasztóan esetleges. „Rendelkezünk ugyan tudattal, azonban valójában nem értjük, honnan ered, ezért véletlenül kellett keletkeznie, és létezése tulajdonképpen se nem oszt, se nem szoroz.” Ezzel semmi mást nem teszünk, mint kibújunk a felelősség alól. Valójában pontosan ugyanígy kibújunk a felelősség alól, ha azt mondjuk: „Csoda történt! Az élet javában fejlődött... amikor egyszerre csak csoda történt, és megjelent a tudat!”

Ezért azt mondom: nincs csoda és nincsenek lélegzetelállítóan valószínűtlen események. Ha valóban meg akarjuk érteni a tudatot, összhangba kell hoznunk a természetről alkotott általános képünkkel, a természeti törvényekkel, mégpedig úgy, hogy azok szerves részét

alkossa, és ne hivatkozzunk semmiféle időközben bekövetkező véletlenre. Megismétlem tehát: szentül hiszem, hogy az élet és a tudat a természet bonyolultságának *jellegetes* termékei, a törvényszerű és nem a véletlen eredményei – vagy legalábbis nem egyedül a puszta véletlen művei. Természetesen mind fizikai, mind pedig lelki tulajdonságaink számos vonása a véletlen szüleménye, az a tény viszont, hogy egyáltalán kialakult a tudat, amint az imént hangsúlyoztam, szükségszerű.

Ez a hipotézis több romantikus képzelgésnél, hiszen tényleges, bizonyító erejű értéke, hogy új tények előrejelzésére alkalmas. A hipotézis azt állítja, hogy igenis léteznie kell a Földön kívüli értelemnek, vagyis nem a miénk az egyetlen élő szervezetekkel benépesített bolygó a Világegyetemben. Feltéve, hogy elegendően hosszú idő áll rendelkezésre, az élet és a tudat felbukkanása a természeti törvények munkálkodásának magától értetődő következménye. Márpedig a természet törvényei a Világegyetemben mindenütt ugyanolyanok, ezért arra számítok, hogy megfelelő feltételek esetén az élet és a tudat bárhol felbukkanhat. Minthogy azonban a *Homo sapiens* sem fizikai felépítését, sem pedig lelki tulajdonságait tekintve nem különleges, ezért ne várjuk, hogy az idegenek feltétlenül hozzánk hasonlóak vagy hozzánk hasonló módon gondolkoznak.

A második ok, amiért úgy gondolom, hogy a tudat több puszta véletlennél, a kvantummechanikával kapcsolatos. A kvantumos tényező olyasvalami, ami mindannyiszor

előkerül, amikor a tudatról beszélünk. Az olvasó bizonyára számos könyvet ismer, közöttük néhány felettébb rossz hírűt, melyek azt állítják, hogy a kvantummechanikának valamilyen mély mondanivalója van a tudattal kapcsolatban. Mi is tulajdonképpen a kvantummechanika? Nos, dióhéjban annyit érdemes elmondani róla, hogy az atomnál kisebb, úgynevezett elemi részecskéknek van egy felettébb különös tulajdonságuk: néha hullámként, máskor inkább részecskeként viselkednek. De akkor vajon melyik a kettő közül? A válasz az, hogy egyik sem, ugyanakkor mindkettő. Az elektronnak például egyaránt vannak hullámszerű és részecskeszerű tulajdonságai. Lehetetlen azonban kijelenteni, hogy valójában az elektron hullám, vagy valójában részecske. Valahogy mindkettő tulajdonságai keverednek benne: bármelyik képében mutatkozhat. Az, hogy adott esetben éppen melyik természete mutatkozik meg, elsősorban attól függ, milyen kísérletben vizsgáljuk a részecskét. Lehet olyan kísérleteket végezni, amelyekben az elektron részecske-termeztete mutatkozik meg, ilyenkor részecskeként érzékeljük. Ugyanakkor vannak olyan kísérletek is, amelyekben az elektron hullámtermeztete kerül előtérbe, ezekben hullámként viselkedik. Lehetetlen azonban egyszerre megfigyelni az elektron mindkét természetét.

Az elektronnak és általában minden szubatomi részecskének ezt a furcsa, Jekyll-Hyde-kettősségét komplementaritásnak nevezzük. A komplementaritás alapgondolata az, hogy ugyanabban a dologban – esetünkben az elektronban – egyidejűleg két, egymásnak

nyilvánvalóan ellentmondó minőség lehet jelen. Valójában azonban nincs ellentmondás, a két minőség ugyanis kiegészíti egymást. Olyasvalami ez, ami a keleti gondolkodásmód számára sokkal magától értetődőbb, mint a nyugati számára. Most viszont a nyugati kultúrkörben használjuk a fogalmat, tudomásul kell vennünk tehát, hogy az elmondottak a kvantummechanika alapvető sajátosságai, s jóval többek pusztá találgatásnál. Az elektronok valóban ilyenek.

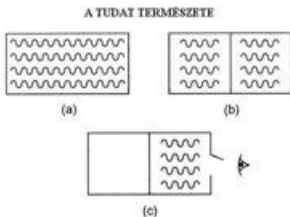
Képzeljük el a következő kísérletet! Tétélezzük fel, hogy egy doboz belsejében elhelyezünk egy elektront, de úgy, hogy a dobozon belüli pontos helyét nem ismerjük. Ismereteink ezen hiányosságát a dobozt betöltő, az elektronthoz tartozó hullámfüggvények képviselik. Nevezetesen, a kvantummechanika szabályai szerint a hullám erőssége a tér egy kiszemelt pontján annak mértéke, hogy milyen valószínűséggel található meg az elektron az adott pontban. Ha a hullám kitölti a dobozt, véges valószínűsége van annak, hogy az elektron megtalálható valahol a doboz belsejében. Ezután tétélezzük fel, hogy egy vékony hártyával középen kettéválasztjuk a dobozt. Minthogy eredetileg csak egy elektront helyeztünk a dobozba, annak most vagy a doboz egyik felében, vagy a másikban kell lennie. Másfelől viszont mivel az elektron tartózkodási helyét leíró hullám betöltötte az egész dobozt, mielőtt félbevágtuk volna, ezért most a hullámnak jelen kell lennie a doboz mindkét felében.

Tegyük fel, hogy egy kísérlettel szeretnénk eldönteni, hol is van tulajdonképpen az elektron. Kinyithatjuk a dobozt és

elvégezhetünk valamilyen mérést. Ennek eredményeképpen például a doboz bal oldali felében találunk rá az elektronra. Ebben az esetben viszont a jobb oldali fél dobozban lévő hullámnak hirtelen el kell tűnnie, hiszen ettől kezdve *bizonyosan tudjuk*, hogy az elektron nem lehet ott. Ezt a hirtelen ugrást a „hullám összeomlásának” nevezzük (pontosabban a *hullámfüggvény* omlik össze). Az ügy tehát felettébb rejtélyes, feszengnek is miatta a fizikusok. Ennek ellenére a legmegbízhatóbb kvantummechanikai kézikönyvek váltig állítják, amint az előbbieken elmondtam, hogy a hullám hirtelen eltűnik a doboz egyik feléből, amikor bizonyosságot szerzünk arról, hogy az elektron a doboz másik felében tartózkodik. Mindez azt sugallja, hogy a *megfigyelés folyamata* valamiképpen befolyásolta a hullám eloszlását a dobozon belül. Voltaképpen arról van szó, hogy amikor elvégezzük a megfigyelést, vagyis amikor megfigyelőként beleavatkozunk a rendszerbe, mélyreható változásokat idézünk elő benne.

A megfigyelés folyamatát a következő hasonlattal írhatjuk le. A rendszer megfigyelés előtti állapotát úgy jellemezhetjük, mint két állapot valamiféle egymást átfedő szuperpozícióját. Az egyik állapot az, hogy az elektron a bal dobozfélben helyezkedik el, a másik, hogy a jobb oldaliban van. Minthogy nem tudunk olyan képet alkotni a világról, amelyben mindkét lehetőség egyidőben, valamilyen hibrid valóságként létezhet, azért amikor elvégezzük a megfigyelést, eredményül vagy az egyik, vagy a másik állapotot kapjuk. Más szóval, a megfigyelés hatására a

valóságok egymást átfedő ötvözetéből egymástól elkülönülő és egymással nem érintkező alternatívák lesznek. Úgy tűnik tehát, mintha a megfigyelő nagyon mély és alapvető szerepet játszana a kvantummechanikai folyamatban.



5.4. ábra

Ha egyetlen elemi részecskét bezárunk egy dobozba (a), akkor a részecskéhez tartozó hullám egyenletesen kitölti a doboz belsejét. Ezután egy válaszfal betolásával két egymástól elszigetelt részre osztjuk a dobozt (b).

*Megfigyelhetjük, hogy a részecske a jobb oldali féldobozban tartózkodik (c). A megfigyelés pillanatában a doboz másik feléből eltűnik a részecske megtalálási valószínűségét jellemző hullámfüggvény. P. C. W. Davies és J. R. Brown szerk.: *The Ghost in the Atom* (Szellem az atomban) (Cambridge University Press, 1986) c.*

könyvéből, a szerzők engedélyével.

A téma legközismertebb és legszemléletesebb tárgyalásában szerepel egy Schrödinger macskájának nevezett lény, amely a kvantummechanika egyik megalapítójáról, Erwin Schrödingerről kapta a nevét. Az

elképzelés szerint egy doboz valamilyen kvantummechanikai rendszert, mondjuk radioaktív anyagot tartalmaz, amelyet a különböző állapotok szuperpozíciója alkot és amelyben az egyik atommag vagy eredeti állapotában van, vagy pedig már elbomlott. Ha a gondolkísérletben szereplő atommag elbomlik, akkor valamilyen kapcsoló szerkezet segítségével kiváltja egy kalapács lezuhanását. A kalapács összetör egy kis, ciángázt tartalmazó palackot. A kísérlet kezdetén a dobozba bezártunk egy macskát. Amikor tehát az atommag elbomlik, a macska elpusztul. Ha az atommag nem bomlik el, a macska életben marad. Schrödinger álláspontja szerint tehát ebben a kísérletben úgy tetszik, hogy a kvantummechanikai leírás azt mutatja, a macska az élő és a holt állapotok valamilyen szuperpozíciójában létezik. Mindez persze képtelenségnek tűnik. A macska például egészen bizonyosan tudja, hogy él-e vagy sem. Schrödinger gondolkísérlete mindamellett ráirányítja a figyelmet fogalmaink pontatlanságára. Mire van tehát szükség ahhoz, hogy „a hullámfüggvény összeomoljon”. Szükséges-e, hogy az ismeret az emberi tudatban alakuljon ki? Vagy esetleg elegendő a macska tudata is? Mi lenne a helyzet, ha Schrödinger csótányát zárnánk be a dobozba? Esetleg egy videokamerát vagy számítógépet? Mi történne ekkor?

Nos, sokkal több kérdést vetettem fel, mint amennyire válaszolni tudok. Mindössze annyit mondhatok, hogy a kvantummechanikai mérés problémáját mind a mai napig nem sikerült minden fizikus meglegélésére megoldani.

Ez persze nem teljesen igaz. A legtöbb fizikus úgy érzi, hogy sikerült a kérdést saját szája íze szerint megoldania, abban azonban már nem tudnak megegyezni, mi is a helyes megoldás. Ha megkérdezzük őket, azt felelik, hogy „ugyan, ez nem is probléma, egyáltalán nem probléma”. Ezután előhozakodnak a kérdés öt vagy hat népszerű megoldása közül valamelyikkel. Kijelenthetjük tehát, hogy nem létezik közmegegyezésen alapuló, minden fizikus által elfogadott megoldás, a probléma tehát létezik. Az egyetlen dolog, amiben mindenki egyetért, az, hogy a kvantummechanikában a megfigyelő és a megfigyelt világ rendkívül bonyolult módon egymásba gabalyodik, ami a kvantummechanikán kívüli fogalmaink szerint, vagyis az úgynevezett klasszikus fizikában egyáltalán nem nyilvánvaló. A klasszikus fizikában a megfigyelő „ott” van, a megfigyelt világ pedig „itt”, a kettő határozottan különválik, bár természetesen tudjuk, hogy például érzékszerveinken keresztül kapcsolatban állnak egymással. A kvantummechanika azt állítja, hogy a megfigyelő elképesztő módon összekeveredik a megfigyelt valósággal. Akárhogy is áll a helyzet, ez a második érv amellett, hogy a megfigyelő nem választható szét egyértelműen a megfigyelt világtól. Szerepe alapvetően fontos lehet, hiszen ő az, aki révén értelmet nyer a külső világ fogalma – ám a szó fizikai, nem pusztán filozófiai értelmében.

Lássuk ezek után a harmadik bizonyítékot a tudat jelentékenysége mellett. Ez az önszerveződő Világegyetemmel áll kapcsolatban, amelyről korábban már említést tettem, miszerint az idő iránya a Világegyetemben

mindig az egyszerű fizikai állapotoktól a bonyolultabbak felé mutat. A fentieket a hurkatöltő gép példájával világítottam meg, amely az egyszerű kezdeti feltételeket és folyamatokat feldolgozva előállítja a szervezett bonyolultság állapotát. Nos, mindez nagyon szépen hangzik, egészen addig, amíg valaki el nem kezd kérdéseket feltenni a fizikai rendszerek meglepő önszervező képességéről. A törvények mely csoportja képes az egyszerű kezdeti állapotokat a bonyolult stádiumokká alakítani? Milyeneknek kell lenniük a kezdeti feltételeknek? Hasonlatunkkal élve, milyen típusú hurkatöltő gépet kell vásárolnunk, és mit kell felül beletöltenünk, hogy alul a kívánt mélységű állapotokat kapjuk eredményül? Bármelyik törvényt előrángathatjuk a régi kacatok közül? Akármit dobunk be a gép tetején, mindig a szervezett bonyolultság fog kijönni alul?

Az utolsó két kérdésre a válasz természetesen nem. Mindezt inkább sejtésként mondom el, mégis úgy vélem, a legtöbb fizikus egyetért abban, hogy a bonyolultság megjelenése érzékenyen függ a tényleges Világegyetemben munkáló tényleges természeti törvények pontos részleteitől. Vagyis, ha felkérném az olvasót, hogy tervezzen meg egy világegyetemet, állítsa fel benne a természeti törvényeket, majd figyelje meg a működését, nagyon valószínű, hogy elmaradna a szervezett bonyolultság megjelenése, legalábbis nem jelentkezne olyan hatékonysággal, ahogy az a való világunkban tapasztalható. Az egyszerűtől a bonyolult felé tartó folyamat tehát nem a dinamika törvényeinek egyetemes tulajdonsága, hanem sokkal inkább a valódi Világegyetem

tényleges törvényeinek konkrét sajátossága.

Az önszerveződő Világegyetem tehát azt a nagyon fontos üzenetet hordozza számunkra, hogy a spontán módon teremtő Világegyetemet megengedő törvények megjelenési formájának nagyon speciálisaknak kell lenniük. Ez a következtetés a 4. fejezetben említett antropikus elvel áll kapcsolatban. Még ha minden különösebb megütközés nélkül el is fogadjuk a természeti törvények *megjelenési formáját*, bizonyos *számszerű részletek*, amelyeket a fizikusok „természeti állandóknak” neveznek, továbbra is rejtélyesek maradnak. A természeti állandók olyan meghatározott nagyságú számok, amelyek a természet törvényeit leíró matematikai egyenletekben megjelennek. Kiderül, hogy az élet és a tudat létezése meglehetősen érzékenyen függ ezen állandók nagyságától. Bizonyos esetekben az állandók értékének nagyon csekély megváltoztatása (legalábbis jelenlegi ismereteink szerint) hathatósan megakadályozná az élet megjelenését a Világegyetemben. Egyes természettudósok és filozófusok úgy vélik, a fizikai állandók értékének finom behangolása éppen úgy történt, hogy lehetővé tegye az élet és a tudat kifejlődését a Világegyetemben. Másképpen fogalmazva, az élet és a tudat felbukkanása nemcsak a természeti törvények megjelenési formájától, mondjuk Newton fordított négyzetes gravitációs törvényétől vagy Maxwel egyenleteitől függ, hanem a törvényekben megjelenő állandók számértékétől is, mint például a gravitációs erő nagysága vagy az elektromágneses kölcsönhatás erőssége. Mindezen állandóknak pontosan megfelelő

nagyságúaknak kell lenniük ahhoz, hogy általánosságban a bonyolultság és speciálisan az élet megjelenhessen. Ezzel kapcsolatban el szeretnék mondani Önöknek egy meglehetősen híres példát, amelyet Fred Hoyle brit csillagász fedezett föl. Az 1950-es években Hoyle és William Fowler együtt próbálták megérteni a Világegyetemben található kémiai elemek eredetét. Röviden megemlítem, hogy az ősrobbanás annak idején főként hidrogént és héliumot szült. Az elemek közül a szén, vagyis az az anyag, amely ismereteink szerint minden élő szervezet kémiai alapját alkotja, a kezdet kezdetén számottevően nem volt jelen. Mi hát a helyzet az olyan gyakori elemekkel, mint például a szén, az oxigén, a vas és többiek? Honnan származnak ezek az elemek? A válasz: a csillagokból. A csillagok nukleáris kohók, amelyek belsejében az anyag átalakul. Az ősrobbanáskor keletkezett hidrogénből és héliumból fokozatosan felépülnek a nehezebb elemek, így a szén, az oxigén, a vas, sőt még az urán is.^[10]

Vegyük alaposabban szemügyre a szenet, az élet alapját jelentő elemet. Hogyan kerül ki a csillagok belsejéből? Úgy, hogy a csillagok időnként felrobbannak. Ez talán első pillanatban tragikusan hangzik, amennyiben azonban nem robbannának föl, akkor mi nem lehetnénk itt, hiszen éppen ezek a robbanások teszik lehetővé, hogy a szén és az élet számára nélkülözhetetlen további elemek szétszórjanak a Világegyetemben. Ez a szétszóródott anyag azután részt vesz a csillagok és bolygók következő nemzedékének a létrehozásában. A csillag ilyen módon bekövetkező viharos

heveségű pusztulását szupernóvarobbanásnak nevezzük. A jelenségre jól ismert példa a közelmúltból az 1987A szupernóva, amelyet 1987-ben a Nagy Magellán-felhőben figyelhettünk meg.

Fogadjuk el tehát, hogy a szén valóban kulcsfontosságú az élet és a tudat létrejötte szempontjából, és vizsgáljuk meg részletesebben a keletkezését eredményező fizikai folyamatokat. Szén-atommagok a csillagok legbelsejében a héliumatommagok hármastalálkozásai során jöhetnek létre. Két héliummag ütközése egy csillag belsejében meglehetősen gyakori folyamat, három héliummag találkozása azonban felettébb ritka esemény. Olyan ritka, hogy valójában egyáltalán nem számíthatnánk számottevő mennyiségű szén keletkezésére, ha csak nem létezne a véletlenek egyfajta szerencsés összejátéka. Az atommagreakciók lefolyása nagymértékben függ az energiától. Egyes esetekben egy bizonyos kritikus energiánál hirtelen, ugrásszerűen megváltozik az adott magreakció hatékonysága. Ezt a jelenséget „rezonanciának” nevezzük, ami a reakció hatékonyságát az energia függvényében ábrázoló görbén hegyes csúcsként mutatkozik meg. Kiderül, hogy a természet roppant előzékenyen pontosan akkora termikus energiához rendelte meg a hármastalálkozásos héliumreakció rezonanciáját, amekkora energia a csillagok legbelsejében uralkodik. Ennek köszönhetően sokkal nagyobb mennyiségben termelődik szén a csillagok belsejében, mintha a rezonancia nem létezne, vagy más energiánál lenne. A természet törvényei és a csillagok belső szerkezete

szerecsés összeesküvése gondoskodik arról, hogy a más körülmények közepette roppant valószínűtlen széntermelés bőséges hozamot szolgáltatson.

A szén óriási mértékben felfokozott ütemű szintézisének azonban az égvilágon semmi haszna nem lenne, ha az atommagok felépülési sorának következő reakciója a keletkező szén maradéktalanul fölemésztené. Ebben a reakcióban a szénatommag egy újabb héliummaggal ütközik, aminek eredményeképpen egy oxigénmag keletkezik. Minthogy utóbbi csak kettős, nem pedig hármas ütközés, ezért eredendően sokkal valószínűbb. Úgy tűnik tehát, hogy minden szénünk oxigénné fog alakulni, feltéve, hogy ott is akad a megfelelő energián egy rezonancia. Nos, a természet kegyes hozzánk, *létezik* ugyanis ez a rezonancia is, azonban a kritikustól némileg eltolódott energián, így a keletkező szén legnagyobb része érintetlenül megmarad. Ugye, milyen csodálatos?

Menjünk tovább! Milyen feltételek szükségesek ahhoz, hogy a keletkező szén a szupernóvarobbanás eredményeként szanaszét szóródjék a térben? Hogy, hogy nem, újabb véletlen egybeesések, a finom hangolás újabb csodái következnek. James Jeans egyszer úgy fogalmazott, hogy réges-rég elpusztult csillagok hamujából vagyunk. Magával ragadó gondolat, miszerint a testünket felépítő anyagok tulajdonképpen a csillagok belsejében keletkeztek. Az emberek csak ritkán gondolkoznak el azon, honnan is származik a testüket alkotó anyag. Bizonyára azt hiszik, az alapanyagok mindig is jelen voltak, egyszerűen csak össze

kellott belőlük allnia a szervezetünknek. A testünket felépítő összes fontos elem, például a szén, azonban valaha egy csillag belsejében volt. Minden egyes szénatomunk egykor valahol egy csillag belsejében kuksolt, amely csillag azután, minden bizonytalansággal szupernóvaként, felrobbant. Így talán megérthetjük Fred Hoyle-t, aki azt vizsgálva, a véletlenek milyen láncolatára van szükség az elmondottakhoz, így kiáltott fel: „A Világegyetem megrendezett trükk.” Már-már úgy tűnik, mintha a Világegyetem szerkezete és a természet törvényei előre megfontoltan, pontosan úgy lennének beállítva, hogy létrejöhessen az élet és a tudat – beleértve természetesen azokat a csillagászokat is, akik kíváncsiak minderre. Ez a következtetés meglehetősen figyelemreméltónak látszik. A tetejében, amikor Fred Hoyle mindezt kifundálta, még senki nem tudott az atommagreakciók kritikus rezonanciáiról. Ezeket ugyanis a kísérleti magfizikusok csak később mutatták ki. Hoyle ezért úgy érvelt, hogy kell lennie ilyen rezonanciáknak, hiszen *mi* legalábbis itt vagyunk. A magfizikusok erre fogták magukat, elkezdték keresni, majd meg is találták a Hoyle-féle rezonanciákat. Ez tehát azon ritka esetek egyike, amikor az antropikus elvet valamilyen tudományos felfedezés előrejelzésére sikerült alkalmazni.

Nagyon röviden szeretnék még egy példát felhozni, mielőtt továbbmennénk. A jelenségre elsőként Freeman Dyson hívta fel a figyelmet, ezért azt Dyson-féle bi-proton halálnak fogom nevezni. Említettem, hogy születésekor a Világegyetem túlnyomórészt hidrogénből és héliumból állt. A jelenleg megfigyelhető hélium egy része ősi, azaz

közvetlenül az ősrobbanást követően keletkezett, a többi viszont a csillagok belsejében folyó magreakciók során épült fel. Dyson arra kér minket, képzeljük el, mi történne, ha az atommagot alkotó protonokat és neutronokat egymáshoz láncoló magerő egy hajszálnyival erősebb lenne. Nos, a Világegyetem történetének első néhány percében a roppant forró kozmológiai anyagot egymástól függetlenül kószáló elemi részecskék leve-se alkotta. Tételezzük fel, hogy két proton összeütközött és a magerők hatására egymáshoz kapcsolódott. Ez az úgynevezett „bi-proton” mag szinte azonnal átalakult volna egy sokkal ismertebb atommaggá, az egy protonból és egy neutronból álló deuteronná (vagyis a deutérium, más néven a „nehéz hidrogén” magjává). Ezzel azonban még nincs vége a történetnek. Két összeütköző deutron, szívesen egyesül a hélium atommagjává. Találtunk tehát egy lehetséges utat a hélium keletkezésére. Valójában ez hihetetlenül hatékony lenne, sokkal-sokkal hatékonyabb, mint ahogyan a csillagok termelik a héliumot. A folyamat végeredménye az volna, hogy amennyiben a bi-proton létre tudna jönni, az ősi Világegyetemben található összes hidrogén-atommag (proton) nagyon rövid idő alatt héliummá alakult volna, vagyis a Világegyetemben egyáltalán nem maradt volna hidrogén.

Miért rossz ez a hír? Nos, ha az összes hidrogén már a kezdet kezdetén héliummá alakult volna, akkor a Világegyetemben ma nem lenne hidrogén. Ezzel szemben tudjuk, hogy a Világegyetemben található atommagok mintegy 90%-a hidrogénmag, ami viszont az élet és a tudat

szempontjából két okból is nagyon fontos. Egyrészt mert a Nap (és természetesen a hozzá hasonló összes többi csillag) energiasugárzása a hidrogénmagok egyesülésének köszönhető: a Nap tulajdonképpen egy fúziós atomreaktor. Hidrogén nélkül nem léteznének állandó fényel sugárzó csillagok, így például a Nap sem. A hidrogén másik életfontosságú szerepe, hogy vizet (H_2O) alkot, ami, mint tudjuk, elengedhetetlenül szükséges az élethez. Nagyon valószínű tehát, hogy hidrogén nélkül soha nem fejlődött volna ki a tudat a Világegyetemben.

Ezután lássuk, mi a helyzet a bi-protonnal. Ez a képződmény a való világban nem létezik (hiszen máskülönben, mint láttuk, mi nem lehetnénk itt), azonban, amint arra Dyson rámutatott, csupán *hajszálon múlik*, hogy nem létezhet. A bi-proton stabilitása az erők versengésétől függ. Egyrészt adott a magerő, amely roppant erővel igyekszik összetartani a két protont. Másrészt viszont az elektrosztatikus taszítás szeretné egymástól minél távolabb lökni az azonos töltésű protonokat. Ennek a leheletfinoman kiegyensúlyozott nukleáris kötélhúzásnak az eredményétől függ a sorsunk. Az elektrosztatikus erő orrhosszal győz a magerő ellenében. Ha a magerő néhány százalékkal erősebb lenne, erősebbnek bizonyulna versenytársánál, ezért a Világegyetem minden bizonnyal megfigyelő nélkül maradna. Kijózanító gondolat, hogy létezésünk a természet erőinek ilyen kényes egyensúlyán múlik.

Ezeket a meglehetősen zavarba ejtő tényeket sokféleképpen értelmezhetjük. Mondhatnánk például:

„Mindig is tudtam! Isten tervezte számunkra a Világegyetemet, ezért illeszkedik minden apró részlet tökéletesen egymáshoz.” Ennek a lehetőségnek azonban a természettudósok közül nem túl sokan örülnének. Mondhatnánk viszont azt is: „Mi ebben a meglepő? Ha nem így lenne, nem volnánk itt, és nem spekulálnánk ezeken a dolgokon, nem tudnánk visszamenőleg érvekkel alátámasztani a történeteket. Létezésünk ténye azt sugallja, a körülményeknek pontosan olyanoknak kellett lenniük, hogy lehetővé tegyék kifejlődésünket. Lehet, hogy mindez zavarba ejtő, de miért ne fogadjuk el tényként bármiféle magyarázat nélkül?”

A harmadik magyarázat az úgynevezett „sok-világ”-hipotézist hívja segítségül. Ennek az az alapötlete, hogy nem a miénk az egyetlen Világegyetem, hanem számos másik is létezik, melyek mindegyike kissé különbözik a többitől. Esetleg olyanok is léteznek, amelyekben stabil a bi-proton, vagy olyanok, amelyekben a gravitációs és az elektromágneses erők aránya nem pontosan ugyanakkora, mint nálunk. Akár végtelenül sok ilyen univerzumot is elképzelhetünk, amelyekben a természeti törvények és természeti állandók minden lehetséges változata megvalósulhat. Ha ez lenne a helyzet, nem csoda, hogy a Világegyetem ennyire testre-szabottnak tűnik, hiszen éppen azért *tudunk élni* benne, mert alkalmas feltételeket teremt az élet számára. Ha a többi lehetséges univerzum alkalmatlan arra, hogy éljünk bennük, nem meglepő, hogy meg sem tudjuk figyelni ezeket. Csupán azokat az univerzumokat figyeli meg valaki, amelyek megfelelőek az

élet számára. Mindez már ismeretelméleti probléma. Rengeteg univerzum létezik, azonban csupán elenyésző töredékük az, amely valóban megismerhető. Ez tehát az úgynevezett „sok-világ” magyarázat.

A magam részéről azért nem szeretem ezt az elméletet, mert túl légből kapottnak, csodavárónak érzem. Túlságosan drasztikusnak tűnik végtelen sok más univerzum létezését feltételezni csupán azért, hogy megmagyarázzuk az általunk megfigyelhető egyetlen Világegyetem látszólagos egybeeséseit. Mindez szöges ellentétben áll „Occam borotvájával” (amely szerint a természettudomány azokat a magyarázatokat részesítse előnyben, amelyekhez kevesebb alapfeltevésre van szükség). Véleményem szerint tudományos szempontból sokkal célravezetőbb, ha megpróbáljuk a dolgokat a *saját* Világegyetemünkön belül megérteni, mint számtalan, megfigyelhetetlen univerzum kiagyaltásával kibújni a feladat alól.

Ezek után szeretnék áttérni a tudat alapvető természete mellett szóló bizonyítékok utolsó csoportjára. Ez azzal a rejtéllyel kapcsolatos, hogy miért tudja az emberiség „megfejtani” a természet titkait. Mindez egy mélyebb rejtély része, amelyet az „ésszerűség talányának” nevezhetünk. Miért engedi a természet, hogy kifürkésszük titkait? Miért tűnik úgy, mintha a fizikai valóság ésszerű rendben tartalmazná a létezőket? Amikor megfigyeljük a bennünket körülvevő világot, első pillanatban a jelenségek meglehetősen szövevényes dzsungelével találjuk szembe magunkat. Itt-ott talán feltűnnek bizonyos

szabályszerűségek, mondjuk a hópelyhek vagy a Nap alakja, az évszakok szabályos váltakozása, és így tovább, általában azonban a természet meglehetősen bonyolultnak tetszik. Első pillanatban úgy tűnik, semmi esélyünk sincs, hogy bármiféle rendet tudjunk teremteni a világban, vagy mélyebb szinten megértsük a jelenségeket. Csupán a természettudományok kialakulását követően kezdtük feltárni a dolgok mélyén rejtőző rendet, egy, a természet törvényeibe sűrűsödő ésszerű rendet.

Amikor megfigyeljük a természetet, nem látjuk a természet törvényeit, csak a ténylegesen végbemenő jelenségeket. Keményen kell dolgoznunk, a legkülönbébb fortélyokat kell alkalmaznunk, bonyolult berendezésekkel és matematikai formulákkal bűvészkedünk ahhoz, hogy kiássuk a dolgok legmélyén rejtőzködő rendet. Az egyik ok, amiért azt hiszem, hogy a természettudomány nyújtja számunkra a legbiztonságosabb utat a megbízható ismeretek megszerzéséhez pontosan az, hogy elvezet bennünket ehhez a rejtett rendhez, amelynek létezéséről még csak sejtelmünk sem lenne, ha valamilyen más gondolatrendszer foglyai volnánk. Egyesek azt állítják, a természettudósok nem a természetből olvassák ki a rendet; hanem saját céljaik érdekében emberi típusú rendet erőltetnek rá. A magam részéről nem értek ezzel egyet. Azt hiszem, hogy amit felfedezünk, vagy felderítünk, az a Világegyetemben valóban létező rend. Miért hiszek ebben? Részben azért, mert ha pusztán az emberi rendet kényszerítenénk rá a Világegyetemre, akkor ezt a hétköznapi jelenségek felszínes körében tennénk. Ehelyett azonban legnagyobb

megrökönyödésünkre azt tapasztaljuk, hogy a rend különféle szintjei sorakoznak legmélyebben fekvő rétegei fölött. Lássunk erre egy példát a részecskefizika világából. A legtöbb elemi részecske akkor keletkezik, amikor más részecskék összeütköznek egymással, és csupán röpké pillanatokig létezik. Mindamellet ezek a tisztavirág életű képződmények olyan matematikai struktúrába rendeződnek, és olyan szabályszerűségnek, törvényeknek engedelmeskednek, amilyenek létezéséről korábban a tudósok még csak nem is álmodtak, és amelyeket természetesen nem a világ alkalmi megfigyeléséből ismerünk.

Létezik tehát valamiféle rejtett rend: léteznek a természet mélyebb rétegeiben megbúvó törvények. Ez az, amit Heinz Pagels „ kozmikus kódnak” nevezett, a tudósokat pedig a kód megfejtőiként tüntette fel, akik a kísérletek és megfigyelések nyers adatait alaposan megrostálva próbálják kibogozni az elrejtett „üzenetet”. Micsoda lenyűgöző dolog, hogy nekünk, *Homo sapiens*-eknek sikerül megfejtenünk ezt a kozmikus kódot, aminek eredményeképpen előbukkan a kozmikus rend! Azért tartom ezt bámulatba ejtőnek, mert a törzsfajlódás szemszögéből vizsgálva a kérdést, a túlélés szempontjából semmiféle előnyt nem jelent számunkra, hogy ezekkel a kérdésekkel foglalkozunk. Ezt a kitételt gyakran félreértik, ezért megpróbálom valamivel jobban megvilágítani. Az ellentábor a következőképpen érvelne: „Nyilvánvalóan segít bennünket a túlélésben, ha tudatunkban kialakul valamilyen kép a világról, amelyben felismerjük a rendet, hiszen ennek

révén terveket készíthetünk, elmenekülhetünk a ragadozók elől, félreugorhatunk, ha valami a fejünkre készül esni, átugorhatjuk a patakokat, és így tovább”. Egyetértek: nyilvánvalóan némi szelekciós előnyt biztosít számunkra, ha van valamilyen, a rendet is magában foglaló világképünk, a fenti érvelésben azonban a világról alkotott képünknek két különböző típusa keveredik.

Fontosságára való tekintettel szeretném ezt a különbséget teljesen világossá tenni. Ha észrevesszük, hogy egy alma lehull a fáról, mit is látunk tulajdonképpen? Nos, semmi mást, csupán egy lehulló almát. Ez felettébb hasznos, hiszen ha el akarjuk kapni az almát, kinyújtjuk a kezünket, ha viszont a fejünkre készül esni, félre tudunk ugrani előle. Bármilyen történések is az almával, erre vonatkozó tapasztalatunkat közvetlen, avagy fenomenologikus ismeretnek nevezhetjük, hiszen tudásunk a ténylegesen bekövetkező jelenségre vonatkozik. Ilyen típusú ismeretekkel az állatok is rendelkeznek. Ők is el tudják kapni a dolgokat vagy félre tudnak ugrani előlük, sőt, mondjuk a példánkban szereplő alma esetében akár még egy nem túlságosan bonyolult gépet is szerkeszthetnénk, amelyik pontosan ugyanezen feladatok elvégzésére képes. Másként megfogalmazva, ez a fajta közvetlen tudás csupán felszínes, nem túlságosan mélyre ható ismereteket közöl a világról. Természetesen a törzsfajlás szempontjából az ilyesfajta ismeretek megszerzése is roppant fontos, ezért nem meglepő, hogy az erre való képesség szerepet játszik a természetes kiválasztódás folyamatában. Ami igazán meglepő, az az, hogy például a lehulló almával

kapcsolatban is létezik az ismeretek egy másik típusa, amit a folyamat *elméleti megértésé*-nek nevezhetnénk. A tudás és a megértés között óriási a különbség. A megértés, legalábbis ahogy a tudományban találkozunk a fogalmával, azt jelenti, hogy az alma lehullásának jelenségét Newton törvénye és sok egyéb segítségével össze tudjuk kapcsolni számos más fizikai jelenséggel. Ennek eredményeképpen rájövünk, hogy a fizikai valóság több, mint egymástól független események és folyamatok együttléte. A dolgok mélyén létezik egy elegáns és mindent átható matematikai egység, amely mindent elvont fogalmi rendbe fog össze.

A Világegyetem mélyén tehát valamilyen ésszerű rend lakozik, amelynek megnyilvánulására az alma lehullása csupán egyetlen példa volt. A természettudomány segítsége nélkül sehogy másképp nem juthatnánk el ezen mély matematikai egységig. Sőt, az az elképesztő, hogy egyáltalán eljuthatunk eddig, hiszen úgy tűnik, mintha ennek ismerete a túlélés szempontjából semmiféle értéket nem képviselne. Úgy tetszik, nincs semmilyen különleges oka, miért van szükségünk ezekre a mélyreható ismeretekre ahhoz, hogy elboldoguljunk ebben a világban. Tulajdonképpen bolygónk számos társadalma évezredekken keresztül túrhatóen elélt a Földön anélkül, hogy a fenti alapvető ismereteknek birtokában lett volna. Micsoda rendkívüli képességek rejtőznek az emberi agyban, melyek biztosítják számunkra a matematika eszközeit a természet titkainak megfejtéséhez és a Világegyetem működését irányító törvények rejtett kapcsolódásainak feltárásához. Bárhogyan alakult is ki ez

a figyelemreméltó képességünk, annyi nagyon valószínű, hogy nagyon régen történt, sok ezer évvel ezelőtt, amikor az emberi agy fejlődése során elérte mai formáját. Márpedig ha ez így van, akkor az elvont, magasabb matematikai gondolkodás képessége, amelyre a természet titkainak feltárásához és törvényei felismeréséhez szükségünk van, sok ezer, vagy talán sok tízezer éven keresztül ott szunnyadt kihasználatlanul agyunk belsejében, és csupán a közelmúltban ébredt fel Csipkerózsika-álmából, hogy a természettudományak nevezett nagyszerű szellemi kaland részesei lehessünk.

Korábban már hangsúlyoztam a matematika szerepét a világ megismerésében. A fizikus Wigner Jenő „a matematika érthetetlen hatékonyságáról” beszélt a fizikában. James Jeans valamivel költőibben fogalmazott, szerinte ugyanis „Isten matematikus!” Tulajdonképpen mindketten azt akarják mondani, hogy a kozmikus kód a matematika nyelvén íródott. Ha a matematika módszerei segítségével feltárjuk a természet titkait, azt vesszük észre, hogy a dolgok mélyén egyszerűség, elegancia és a kozmosz törvényeinek egyetemessége honol. Werner Heisenberg így fogalmazta ezt meg: „Bizonyára Önnek is volt része hasonló élményben; megdöbbenett az összefüggések már-már ijesztő egyszerűsége és teljessége, amit a természet szemünk elé terít.”^[11] Nem olyasvalami ez, amit belemagyarázunk a természetbe. Felfedezzük, meglepődünk rajta és örömmel tölt el bennünket. A matematikai leírás egysége és teljessége

megindítóan fenséges és gyönyörködtető.

Engedjék meg, hogy röviden bemutassam a jelenségek mélyén megbúvó egységet. A fizika története nem más, mint kísérlet a természeti jelenségek leírásának egységesebbé tételére. A természet kölcsönhatásait, valamint az olyan alapvető fogalmakat, mint a tér, az idő, a tömeg és az energia, mélyenszántó elméletek kapcsolják össze egymással. Az elmúlt években oly mértékben felerősödött a leírásmód egységesítésére való törekvés, hogy sok kollégám szerint karnyújtásnyira vagyunk az egész fizika gyökeresen új leírásmódjától, az úgynevezett „Mindenség elméletétől” (TOE, Theory of Everything). A Mindenség elméletében a természet valamennyi kölcsönhatását, az anyag összes részecskéjét, a teret és az időt egyetlen formulába sűrítve írhatnánk le, amely olyan általános érvényű és tömör lenne, hogy akár a pólónkra írva is viselhetnénk.

Elmondanám ezzel kapcsolatban, hogy a természetben négy alapvető kölcsönhatást (erőt) ismerünk. Közülük az elektromágnességet és a tömegvonzást már részletesen tárgyaltam, de említettem a magerőket is, amelyeknek tulajdonképpen két fajtáját különböztetjük meg. A fizikusok régi álma, hogy ezt a négy kölcsönhatást egyesítsék, oly módon, hogy amit négy különböző kölcsönhatásként érzékelünk, arról kiderüljön, tulajdonképpen ugyanannak az alapvető „szupererőnek” négyféle megnyilvánulásáról van szó. Furcsa azonban, hogy a természet éppen négy erő létezése mellett döntött. Miért pont négy? Miért nem három vagy huszonhét? És miért nem egyetlenegy?

A négy természeti kölcsönhatást egyetlen szupererővé egyesítő próbálkozások jelenleg az úgynevezett szuperhúr-elméletben öltenek testet. E hipotézis értelmében a fizikai valóság parányi, ide-oda tekergőző húr-hurkokból áll. Az ötlet meglehetősen hangzik, mindamellett működik. Függetlenül attól, hogy a szuperhúr-elmélet helyes leírását adja-e a természetnek vagy sem, kétségtelenül derűlátó hangulat lett úrrá a fizikusokon, mikor abban reménykednek, fokozatosan közeledünk a természet alapvető egységének felismerése felé. Eszerint egy szép napon valóban egyetlen varázs-képletbe sűrítve sikerülne leírni a világot alkotó minden részecskét és valamennyi kölcsönhatást.

A természetben tehát minden annak törvényein nyugszik. Ezek a figyelemreméltóan zseniális törvények lehetővé teszik az anyag önszerveződését egészen addig a pontig, ahol a kozmoszban felbukkan a tudat – tehát az anyag szellemmé szerveződik – és megjelenik az emberi elme legmeghökkenőbb terméke, a matematika. Ez az elképesztő ebben a folyamatban. A matematika nem olyasvalami, ami az utcán hever. Ez a tudomány az emberi szellem alkotása. Ugyanakkor, ha feltesszük a kérdést, vajon hol fejt ki működését legeredményesebben a matematika, kiderül, hogy mondjuk a részecskefizikában vagy az asztrofizikában, vagyis a legelvontabb alaptudományok területén, amelyek igazán távol esnek hétköznapi ügyeinktől. Valójában ezek az alaptudományok, illetve a hétköznapi élet problémái az emberi agy működésének két ellentétes végletét képviselik. Másképp

kifejezve, azt látjuk, hogy a természetben általunk ismert legbonyolultabb rendszer, az emberi agy összhangot talál a természet legátfogóbb, legegyszerűbb és legalapvetőbb szintjével, a világot felépítő elemi alkotórészekkel.

Véleményem szerint ez a meghökkentő és váratlan fejlemény azt sugallja, hogy a tudat és a matematikai képesség nem lehet pusztán a véletlen műve, nem lehet jelentéktelen közjáték és a törzsfejlődés elhanyagolható mellékterméke, amely valamilyen más, gyakorlatias tulajdonság potyautasaként fejlődött ki. Sokkal inkább annak az általam kozmikus kapcsolatnak nevezett mély összefüggésnek a létezésére utal, amely a matematika megalkotására képes elme, és az elmét létrehozó természet alapvető törvényei között fennáll. Az összefüggések köre tehát bezárult: a természet törvényei bonyolult rendszereket hoznak létre, amely rendszerek elvezetnek a tudat születéséhez, majd pedig a matematika megalkotásához, amely viszont alkalmas az egész folyamat kiindulási pontjául szolgáló természeti törvények szabatos és ihletett feltárására. Ezek után már csak arra lehetünk kíváncsiak, hogy ezek az egyszerű matematikai törvények miképpen tehetik lehetővé a bonyolultság pontosan azon fajtájának a hirtelen felbukkanását, amely elvezet az elme, illetve a nevezett törvényeket elegánsan leíró matematikai gondolkodás megjelenéséhez. A dolog szinte hátborzongató: akárha valamilyen titkos összeesküvés tanúi lennénk.

Mindezen megfontolások alapján arra következtetek, hogy a tudat kialakulása távolról sem tekinthető jelentéktelen

közjátéknak, hanem ez a Világegyetem alapvető sajátága, a természeti törvények munkájának magától értetődő gyümölcse, s ezekkel egyúttal mély és titokzatos kapcsolatban áll. Ismételten hangsúlyozni szeretném azonban: mindez nem jelenti azt, hogy a *Homo sapiens* mint faj létezése beleíródott volna a természet törvényeibe. A világ nem a mi számunkra teremtődött, és nem mi vagyunk a teremtés koronái. Nem mi vagyunk a legfontosabbak. Ezzel nem azt akarom mondani, hogy teljességgel jelentéktelenek lennénk. A természettudományok elmúlt háromszáz évben bekövetkezett fejlődésének egyik leglehangolóbb következménye az, hogy fokozatosan a háttérbe szorította és bagatellizálta az emberi lények jelentőségét, s ímígyen elidegenített bennünket az otthonunkul szolgáló Világegyetemtől. Meggyőződésem, hogy az embernek helye van a Világegyetemben – ha nem is a legfontosabb, de mindenesetre figyelemre méltó helye.

Ezt a hitvallást nem lehet tömörebben kifejezni, mint ahogy Freeman Dyson tette: „Nem érzem magamat idegennek ebben a Világegyetemben. Minél alaposabban kutatom a Világegyetemet és tanulmányozom felépítésének részleteit, annál inkább meggyőződöm arról, hogy a Világegyetemnek bizonyos értelemben tudnia kellett érkezésünkről.” Csodálatosan szép szavak.

Ha az elmondott elképzelés helyes, ha a tudat alapvető jelenség és a Világegyetemben munkáló törvények természetes következménye, akkor számíthatunk arra, hogy másutt is létrejött. A Földön kívüli értelmes lények

utáni kutatás sikere lehet e feltevés kísérleti igazolása. Kiderülhet, hogy valóban jelen van-e fejlődés a Világegyetemben, méghozzá nemcsak oly módon, hogy az ősi káoszról kifejlődik az élet és a tudat, hanem akképpen is, hogy a szellem alapvető szerepet játszik a Világegyetemben. Véleményem szerint a Földön kívüli élet felfedezésének legfontosabb eredménye az lehetne, hogy visszaadna az emberiségnek valamit abból a méltóságból, amelytől a tudomány megfosztott bennünket. Távolról sem áll szándékomban a *Homo sapiens*-t a végtelen kozmosz felsőrendű teremtményeként bemutatni. Az idegen lények létezéséről szerzett bizonyosság azonban feljogosítana bennünket arra a hitre, hogy mi, a magunk szerény módján, részei vagyunk egy nagyobb és fenséges folyamatnak, a kozmikus önmegismerésnek.

6. Személyes találkozás és vallási tapasztalat

A SETI-t sokan az űrkorszakra jellemző tudományterületnek tartják. Ugyanakkor, mint láttuk, a Földön kívüli lények létezésébe vetett hit és az idegenek keresésének gyökerei egészen az antik vitákig nyúlnak vissza. Napjainkban általában megkülönböztetjük a Földön kívüli életformákba, illetve a vallás világában megjelenő természetfeletti lényekbe vetett hitet, vagyis nem teszünk egyenlőségjelet az idegenek és az angyalok közé. Ez azonban nem mindig volt így. Az emberi történelem legnagyobb részében az „ég” vagy „menný”, „mennýország”, azaz a Földön túli világ az istenek

birodalma volt. A Földön kívül élő lényeket ezért magától értetődően természetfelettieknek tartották.

Annak ellenére, hogy a földönkívüliek mostanra már megvetették lábukat a tudomány világában, vagy legalábbis a fantasztikus irodalomban, a felszín alatt még jelen van a SETI vallásos vonatkozása. Sokan vigaszt merítenek abból, hogy a nagyon fejlett égi lények távolról figyelnek bennünket, s egy napon majd talán beleavatkoznak ügyeinkbe és megakadályozzák, hogy valamilyen örültséget kövessünk el.

Az irodalomban határozottan felismerhető az az irányzat, amely az emberi szellemiséget az idegenekkel való találkozásokkal összefüggésben vizsgálja. Vegyük szemügyre például David Lindsay brit író rendhagyó fantasztikus regényeit. *Voyage to Arcturus* (Utazás az Arcturusra) című művének kulcsfigurája Maskull, aki egy szeánszon tapasztalt természetfölötti élményének hatására vág neki az utazásnak. Miután eléri úticélját, az Arcturus körül keringő egyik bolygót, Maskull különféle furcsa, de emberszerű lényekkel találkozik, s miközben különböző kihívásoknak kell megfelelnie, egyre jobban megismeri önmagát. Mindez sok tekintetben John Bunyan: *A zarándok útja* című regényére emlékeztet.

Az ufókba vetett hit története fényesen igazolja a földönkívüliekkel való találkozások, illetve a vallási vagy természetfölötti élmények közötti bensőséges kapcsolatot. Az ufók, azaz a repülő csészealjok modern fogalma az 1940-es évek végén jelent meg. Ezeket a tárgyakat

általában fémes anyagú, repülő korongokként írják le, esetleg kiágazásokkal vagy ablakokkal, amelyek bonyolult manőverek végrehajtására képesek. Megjelenésükkel esetenként kísértetiesen parázsló derengés vagy éppen ellenkezőleg, ragyogó fényzőn jár együtt. A leírások mindenesetre a modern légi közlekedés eszközeinek számos ismertetőjelét viselik magukon.

Az esetek egy meghatározott, jól elkülönülő csoportjában a szemtanúk arról számolnak be, hogy a Föld felszínén találtak az ufókkal, sőt, kapcsolatba is kerültek az idegen lényekkel. Az ufók utasai a leírásokban csaknem mindig többé-kevésbé emberszerűek, bár természetük különböző, törpék és óriások egyaránt előfordulnak közöttük. A szemtanúk arról is beszámolnak, hogy a felsőbbrendű lények jelenlétében elerőtlenedtek. Az idegenek néha rosszat sejtető külsejűek, máskor viszont jóindulatúak. A legérdekesebbek azok az esetek, amikor a szemtanúk azt állítják, hogy az idegenek magukkal vitték őket járművük fedélzetére. Ezzel kapcsolatban gyakran használják az „emberrablás” fogalmát. Néha a szemtanú nem képes közvetlenül visszaemlékezni arra, mi is történt pontosan vele az ufó belsejében, az esetek egy részében azonban hipnózisban sikerült némely részletekre vonatkozóan felvilágosítást kapni. Gyakran hallani, hogy az „elrabolt személyt” orvosi vizsgálatnak vetették alá, sőt esetleg megtermékenyítették.

Az efféle furcsa beszámolókról az a személyes véleményem, hogy legtöbbször a szemtanúk őszintén elbeszélik valamilyen valódi élményüket (tehát nem arról

van szó, hogy egyszerűen hazudnak), bár élményeik felettébb szubjektív természetűek és mélyen gyökerező emberi vágyakat és/vagy lelki szorongásokat tükröznek. Nem lehet éles határvonalat húzni az ufó-beszámolók és bizonyos vallási élmények, például a fatimai látomás között. Úgy tűnik, mintha az egész ufó-kultusz a természetfölötti lényekbe vetett, a legtöbb kultúrkör társadalmi emlékezetének szerves részét alkotó ősi hit modern, az úrkorszakra jellemző, félig-meddig műszaki nyelven történő kifejeződése lenne.

Könnyűszerrel akár az ókorig visszakövethetjük a repülő szerkezetekről és emberszerű utasaikról szóló beszámolókat. Ezek a beszámolók szerves egységet alkotnak a vallással és a babonával. Elég, ha az égből leszálló angyalokról, a mennybe emelkedő emberekről vagy a szárnyas szekerekről szóló bibliai történetekre gondolunk. A Szentírásban a legmeghökkenőbb leírás kétségtelenül Ezékiel prófétától származik, aki elbeszéli találkozását négy, kerék alakú repülő szerkezettel, amelyek *„rakva valának szemekkel köröskörül mind a négynél”* és *„jártukban négy oldaluk felé mentek vala; meg nem fordultak vala jártukban”*. A szerkezetekből kilépő lények emberszerűek: *„És orcájok formája vala emberi orcza”*.^[12] A leírást akár egy mai ufó-beszámolóból is kölcsönözhattük volna, jöllehet a próféta látomását szigorúan a vallás fogalomkörén belül szokás értelmezni. Talán fölösleges is mondanunk, hogy a titokzatos repülő szerkezetekről szóló ősi és modern beszámolók közötti

párhuzam nem kerüli el az ufó-hívők táborának figyelmét sem. Számos könyv jelent meg, melyek azt állítják, hogy a Földet rendszeresen meglátogatják és megfigyelik az idegenek, továbbá hogy az angyalokról, az ördögökről és a más emberfeletti lényekről szóló antik történetek valójában nem egyebek, mint a Földön kívüli látogatók érkezéséről szóló zagyva beszámolók. Erik von Däniken könyveiben az ufó-fogalomkörön belül próbál értelmezni számos ősi feljegyzést, a barlangrajzoktól a bibliai történetekig. Ezek az írások bestsellerek lettek, annak ellenére, hogy független szakértők több alkalommal lerántották a leplet Däniken állításairól. Az ilyesféle könyvek annak köszönhetik sikerüket, hogy nagyon sok ember az istenek mezében Földön kívüli lényeket szeretne látni.

A modern kor egyik legrégebbi ufó-története egy bizonyos George Adamskitól származik, aki foglalkozására nézve mozgó hamburgerárus volt a Palomar-hegyen, a híres 5 m-es távcső közelében. Adamski elmesélte találkozását egy idegen lényvel, ami állítása szerint az 1950-es évek elején, a Mojave-sivatagban történt. Az idegen, aki Adamski feltételezése szerint a Vénuszról érkezett (amely bolygó a szerelem istennőjéről kapta a nevét), megtévesztésig hasonlított Jézus Krisztus európai ábrázolásaira. Hosszú, szőke haja, szép szál termete és rokonszenves vonásai voltak. Szeretetet és könyörületet sugárzott, és telepátikus úton aggodalmát fejezte ki az emberiség harcias természetéért. Adamski az idegen űrhajójáról (sajnos nem magáról a lényről) készített életszerű fényképpel támasztotta alá történetét. A képen ablakok, leszálló futómű

és más műszaki részletek látszottak. A fotókról általában az a vélemény alakult ki, hogy egy villanylámpa szerelvényeit ábrázolják. Mindettől függetlenül Adamski világhírű lett, olyannyira, hogy még a megfontolt és mértéktartó BBC *Panorama* című aktuális hírműsorában is nyilvánosságot kapott.

Steven Spielberg híres filmjeiben, a *Harmadik típusú találkozások*-ban és az *E.T.*-ben az idegenek jóságosak és szeretetreméltóak. Bár Spielberg idegenjei nem kifejezetten emlékeztetnek Krisztusra, mégis ragyogó fényudvartól övezve tűnek fel, lényük nem evilági derűt sugároz, ami az angyalokkal való bibliai találkozásokra emlékeztet. A *Harmadik típusú találkozások* látványainak legtöbbje Bunyanra emlékeztetett, különösen a zárókép, amikor az idegenek áhítatot és tiszteletet keltő, ragyogóan kivilágított anyaúrhajója megjelenik az égen, mintha csak John Bunyan Égi Városát látnánk. A történetben az idegeneké az irányító szerep, míg a figyelmükkel kitüntetett emberek lelki kényszer hatására és vallásos, zarándokokat idéző buzgalommal vonzódnak a sok viszontagság és kétely után megvalósuló találkozás felé, amit életük sorsdöntő eseményének érznek. Hátborzongató a hasonlóság Bunyan művével.

Jacques Vallée francia űrkutatómérnök tanulmányában párhuzamot vont az ősi folklór, a hitvilág és a modern ufóbeszámolók között. Állítása szerint az ufókról és utasaikról szóló kortárs történetek nem egyebek, mint a különböző népek folklójában megtalálható összetett tapasztalatok

modern változatai. Carl Jung ugyancsak arra a következtetésre jutott, hogy a repülő csészealjok csupán a régmúlt korok álmaiban, látomásaiban és vallásos élményeiben megjelenő ősi jelképek modern megnyilvánulásai.

Nem feladatom ehelyütt az UFO-történetek igazságtartalmának értékelése vagy a lehetséges magyarázatok feltárása, azt azonban meg kell jegyezni, hogy mindezen beszámolókat csupán nagyon kevés tudós tekinti a Földön kívüli élőlények létezése melletti bizonyítéknak. A magam részéről sokkal jobban érdekel, milyen mértékben alakul a földönkívüliek utáni modern kutatás az ősi vallásos kérdésfeltevéseken. Véleményem szerint a széles közvélemény SETI iránti érdeklődése részben abból az igényből ered, hogy meg akarjuk találni életünknek földi létezésünkénél szélesebb alapjait. Egy olyan korban, amikor a hagyományos vallás szerepe erőteljesen csökken, a valahol a Világegyetemben létező, szuperfejlettségű idegen lényekbe vetett hit némi biztonságérzetet és ösztönzést nyújthat azoknak, akiknek az élete egyébként unalmasnak és haszontalannak tűnik.

Ez a vallásos hév magával ragadja a tudósokat is, noha többségük meggyőződéses ateista. A SETI egyik leglelkesebb szószólója Carl Sagan amerikai csillagász. *Kapcsolat* című regényében egy sikeres kimenetelű, nagyszabású kutatásról ír, melynek során rádiótávcsövekkel felfogják az idegenek jelzéseit. Az üzenet vétele után a tudósok űrhajót építenek és elutaznak a Tejútrendszer középpontjába, hogy találkozzanak az

idegenekkel. A kapcsolat eredményeképpen az emberiség nagy horderejű titkok birtokába jut a kozmosz természetéről. A történetet azonban áthatja a szerző meggyőződése, hogy a Világegyetem egésze valamilyen magasabb rendű értelem tervező munkájának eredménye. Az idegenek sejtetni engedik, miként épültek be ennek nyomai a Világegyetem alapvető szerkezetébe. A regényben tehát az idegenek játsszák el az angyalok hagyományos szerepét, ők közvetítenek Isten és az emberiség között, titokzatosan utat mutatva a Világegyetem és az emberi létezés okkult titkainak megismerése felé.

Hasonló képet fest az idegenekről *The Intelligent Universe* (Az intelligens Világegyetem) című tanulmánykötetében Fred Hoyle brit csillagász, amikor „félúton Isten felé” létező lényekként ábrázolja őket. A könyvben Hoyle amellett száll síkra, hogy az élet nem a Földön alakult ki, mégis elterjedt az egész Világegyetemben. A Földön akkor vette kezdetét az élet, állítja Hoyle, amikor a világűrből érkező mikroorganizmusok zápora hullott még szűz bolygókra, ahol megfelelő feltételeket találtak a megtelepedéshez. Ami ezen mikroorganizmusok végső eredetét illeti, a szerző egyértelműen tagadja, hogy az élő szervezetek véletlen fizikai és kémiai folyamatok eredményeképpen, önmaguktól alakultak volna ki. Bizonyítékként említi azoknak a szemlátomást előre kigondolt vagy véletlenül egyező tényezők nagy számát, amelyeknek a természet törvényeiben jelen kell lenniük ahhoz, hogy az élet kivirágozzék (ezek az úgynevezett antropikus

egybeesések). Hoyle tehát az élet eredetét vizsgálva felismeri egy értelem tervező keze nyomát.

Burkoltan utal arra is, hogy valahol a Világegyetemben léteznek azok a fejlett lények, akik kieszelték és kozmikus környezetünkben megvalósították azokat a meglehetősen speciális fizikai feltételeket, amelyekre szükség van a szén alapú élethez. Ezek az idegenek Platón demiurgoszához hasonló szerepet játszanának. Biológiai kézműves munkájuk bármilyen lenyűgöző is, semmiképpen nem tökéletes: egyszerűen ez a legjobb, ami a rendelkezésre álló alapanyagból megvalósítható. Hoyle azonban továbbmegy és leírja azt a sokkal nagyobb erejű „szuperintelligenciát”, amely az értelmes tervezés egyes lépéseit a végtelen jövő időtlenül örök magaslatairól (az Omega pontból?) irányítja. Eszerint a feladatokat ténylegesen végrehajtó idegenek ugyanolyan kapcsolatban állnának a Hoyle-féle szuperintelligenciával, mint Platón demiurgosza állt a Jóval vagy Istennel. Hoyle siet elismerni, hogy elképzeléséhez a görög, nem pedig a zsidó teológia adta az ihletet.

Ezek a mélyenszántó gondolatok, melyek szerint az idegen lények egyfajta közvetítő szerepet vállalnak magukra a mindenség ura felé – akár regényben, akár komoly szándékú kozmológiai elméletben jelennek meg – az emberi lélek legmélyebb húrjait rezdítik meg. Úgy tűnik, hogy az elmélet azért vonzó, mert ha sikerülne kapcsolatot teremteni az égi felsőbbrendű lényekkel, az emberiség kiváltságos ismeretek birtokába juthatna. Kiszélesedne látókörünk, ami bizonyos értelemben azt is jelentené, hogy

egy lépéssel közelebb kerültünk Istenhez.

Az idegen lények keresése tehát a tudományos kutatáson túlmenően hosszú múltra visszatekintő vallásos keresés része is. Nincs ebben semmi meglepő! A természettudomány a teológia oldalhajtásaként született. Minden természettudós, akár ateista, akár hívő, akár hisz az idegen lények létezésében, akár nem, lényegében teológiai világgépet fogad el. Amint láttuk, a Földön kívüli lényekről folytatott eszmecsere során csupán századunkban vált világosan el egymástól a kérdés természettudományos és vallási vonatkozása. Valójában azonban e két megközelítés közötti válaszfal csupán hajszálvékony.

1. FÜGGELÉK

A Phoenix-program

Az az ötlet, hogy rádiótávcsővel keresni kellene az idegenek üzeneteit, vagy egyszerűen csak bele lehetne kíváncsiskodni saját használatra szánt rádióadásaikba, az 1920-as évekből származik. A rádiókészülékek teljesítőképessége és érzékenysége, valamint az elektromágneses hullámokat átengedő légköri „ablak” létezése a rádióhullámok frekvenciatartományában sugallta, hogy ez lehet a kutatás számára legmegfelelőbb módszer.

A rádiótávcsővel végzett SETI-kutatások egyik korai úttörője Frank Drake amerikai csillagász volt. Ő állította fel

azt a híres formulát – az úgynevezett Drake-egyenletet –, amely felbecsüli a Tejútrendszerünkben létező technikai civilizációk számát. A formula minden egyes tényezője az ilyen civilizációk kifejlődéséhez szükséges kulcsfontosságú lépések valószínűségét tartalmazza, bár a formulában szereplő számértékek vitatható feltételezéseken alapulnak. A formula a következő tényezőket veszi figyelembe: a csillagok keletkezésének átlagos ütemét; a stabil és hosszú élettartamú csillagok részarányát; a „megfelelő” csillagokon belül azok részarányát, amelyeknek bolygói lehetnek; az egyes csillagok körül feltételezhetően keringő Föld-típusú bolygók számát; a Föld-típusú bolygókon belül azok részarányát, amelyekben az élet kialakul; a bioszféra azon hányadát, amelyekben az élet fejlődése eljut az értelemig; azon intelligens fajok hányadát, amelyek fejlett technikai civilizációt hoznal létre; és végül egy ilyen civilizáció átlagos élettartamát. Mindezen tényezőket összeszorozva megbecsülhetjük, hány olyan civilizáció létezik velünk egyidőben a Tejútrendszerben, amelyekkel rádiókapcsolatot létesíthetünk.

Minthogy a felsorolt tényezők mindegyikének számértékét széles határok között szinte tetszőlegesen becsülhetjük, a végeredmény nulla^[13] és több milliárd között bármi lehet. Egyes kutatók érvelése szerint a formulában szereplő részarányok mindegyikének értéke 1 körül mozog. Ebben az esetben a Drake-formula azt az egyszerű becslést adja eredményül, hogy az egyes galaxisokban adott időszakban létező civilizációk száma nagyjából annyi, mint ahány évig a civilizáció képes fennmaradni. Ez azt jelenti, hogy ha a

civilizációk nagyjából egy időben találják fel a nukleáris fegyvereket és a rádiótávcsövet, majd az előbbiekkal hamarosan megsemmisítik önmagukat, akkor legfeljebb maroknyi civilizáció létezhet velünk egy időben. Ezzel szemben, ha a civilizációk általában képesek elkerülni a világméretű katasztrófákat, és akár évmilliókig is fennmaradhatnak, csupán a mi Tejútrendszerünkben civilizációk millióinak létezésére számíthatunk. A SETI híveinek az utóbbi optimista becslést kell elfogadniuk, ha azt akarják, hogy némi reményük legyen a sikerre.

A SETI-kutatás előtt két nagy akadály tornyosul, az egyik az átvizsgálandó csillagok roppant száma, a másik pedig azon frekvenciák rendkívül széles tartománya, amelyeken a jelzések érkezésére számítani lehet. Drake és korai követői sokat küszködtek ezzel a „tű a szénakazalban” problémával. Az elektronika és a számítástechnika fejlődése azonban jelentős mértékben csökkentette az elvégzendő munka mennyiségét, mivel lehetővé tette sok különböző frekvencia egyidejű megfigyelését és elemzését, méghozzá úgy, hogy a munka dandárját a gépek automatikusan végzik. A Phoenix-program keretében 1995 februárjában kezdődtek meg a rendszeres észlelések. Az öt évig tartó módszeres kutatáshoz több ország nagy átmérőjű és a legkorszerűbb berendezésekkel felszerelt rádiótávcsöveit veszik igénybe. (Könyvünk megírásakor az Egyesült Államok kormánya elhatározta, hogy megvonja az anyagi támogatást a programtól, ezért ez jelenleg magánalapítványok támogatásával folyik.)

A csillagászok úgy döntöttek, hogy figyelmüket az

elektromágneses szinkép 1 és 3 GHz közötti frekvenciájú, mikrohullámú tartományára összpontosítják, ahol a galaktikus és légköri eredetű rádiózaj a legkisebb. Alacsonyabb frekvenciákon a galaktikus háttérsugárzás (az úgynevezett szinkrotron sugárzás) zavarja a megfigyeléseket, míg a magasabb frekvenciákon a légkörben található vízpára és oxigén a rádióhullámok energiájának jelentős részét elnyeli. Ezen az ablakon belül több úgynevezett „természetes” frekvencia is található, és reményünk lehet rá, hogy az idegenek éppen ezeket találják megfelelőeknek a kapcsolatteremtésre. Így például az 1,420 GHz (1420 MHz) a hideg, semleges hidrogén sugárzásának egyik jellegzetes frekvenciája, amelyet minden rádiócsillagász jól ismer, remélhetőleg akkor is, ha történetesen földönkívüli az illető. A kapcsolatot teremteni szándékozó idegeneknek tisztában kell lenniük azzal, hogy félelmetesen sok lehetséges frekvencia áll rendelkezésre, ezért joggal bízhatunk abban, hogy a sok lehetséges közül olyant választanak, amelyre – annak egyetemes jelentőségénél fogva – mi is könnyen rátalálunk. Amint David Blair, ausztrál fizikus rámutatott, nem lehetetlen, hogy az idegenek a természeti törvényekből adódó jellegzetes frekvenciák helyett azok valamilyen többszörösét vagy törtrészét választják, hogy elkerüljék a természetes háttérzaj zavaró hatását. Ha a használt és a természetes frekvencia aránya például π , ezzel egyúttal matematikai ismereteiket is elárulják.

További bizonytalanságot jelent, hogy az adó és a vevő koordináta-rendszerében a frekvencia nem

szükségszerűen egyezik meg, a csillagok és a Föld egymáshoz viszonyított mozgása miatt ugyanis fellép a Doppler-eltolódás jelensége. Ha az idegenek kifejezetten a Föld lakóinak szánják üzenetüket, könnyen meglehet, hogy a jelek kisugárzásakor a frekvenciát a Föld mozgására korigálják, feltéve, hogy ismerik annak paramétereit. Ha viszont egyszerűen csak egy mindenkinek szóló üzenetet sugároznak ki, akkor lehetséges, hogy a frekvenciát saját csillagukhoz vagy a Tejútrendszer középpontjához, esetleg a mikrohullámú háttérsugárzáshoz igazított koordináta-rendszerben rögzítik. Ezt semmiképpen sem találhatjuk ki előre.

Ha nincs okunk valamilyen meghatározott frekvenciát választani, akkor legjobban tesszük, ha egyszerre nagy számú frekvencián hallgatódzunk. A Phoenix-programban speciálisan erre a célra épített számítógépeket használnak, amelyek egyidejűleg 56 millió, egyenként 1 Hz sávszélességű csatornát tudnak elemezni.^[14] A számítógépek programja képes a folyamatos zajból automatikusan kiemelni a rögzítésre érdemes jelet. Legkönnyebb dolgunk akkor lenne, ha a jelek keskeny sávszélességgel érkeznének, mert ezeket könnyű lenne a zajtól elkülöníteni. Előfordulhat azonban, hogy az idegenek saját koordináta-rendszerükben állandó frekvencián sugároznak. Ahogy bolygójuk kering a csillaguk körül, a frekvencia a Doppler-hatás következtében fokozatosan eltolódik. Az eltolódás azonban olyan jellegzetes, hogy azt az automatikus detektorok kellő biztonsággal felismerik. A

SETI-kutatóknak a lehető legolcsóbban kell minél több lehetőséget végigvizsgálniuk.

Egy újabban felmerült javaslat szerint a jelek továbbításában a lézersugár bizonyos előnyökkel rendelkezik a rádióhullámokkal szemben. Első pillanatban a fény nem tűnik túlságosan alkalmasnak az üzenetek továbbítására, mert a bolygóhoz nagyon közel látszó csillag fénye elnyomja a fényjeleket. Lézerek segítségével azonban a probléma megkerülhető, ezek a fényforrások ugyanis nagyon keskeny nyalábban, nagyon rövid felvillanásokat képesek kisugározni. Egy 200 joule energiájú, nanoszekundum hosszúságú, pontosan irányított lézernyaláb még a csillag fénye mellett is észrevehető, így a csillagközi kapcsolatteremtés rendkívül hatékony eszköze lehet. Az ehhez szükséges berendezések egy lézertudatóriumban mindennaposak, de még az amatőrök számára is elérhetőek.

David Blair véleménye szerint a SETI-programnak a következő öt alapfeltevésre kell épülnie:

(1) Az élet és a műszaki kultúra megjelenése szükségszerű és gyakori a Világegyetemben. Feltételeznünk kell, hogy az élet, az értelem és a technikai civilizáció kialakulása valamely törvényszerű fejlődési folyamat része, nem pedig rendkívül valószínűtlen és csak a Földön bekövetkezett véletlenek terméke.

(2) Időbeli átlagolás. El kell vetni Carter érvét, amely szerint az értelmes élet kifejlődéséhez általában sokkal hosszabb időre lenne szükség, mint amennyi a csillagok átlagos élettartama. Ehelyett az a feltevés célravezető, hogy egy

átlagos bolygón az értelmes élet kialakulásához szükséges várható időtartam csupán csekély töredéke a galaxis korának. Ebben az esetben az értelem a Földön tetszés szerinti időpontban megjelenhet. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy nem mi vagyunk az első értelmes faj a Tejútrendszerben.

(3) Nem létezik szupertudomány és hiperhajtómű. A hagyományos tudományos-fantasztikus történetekben a fejlett idegen civilizációk kifejlesztik a (csillagközi) űrutazást és saját kíváncsiságuk kielégítése céljából személyesen tesznek csillagközi utazásokat. Jelenlegi természettudományi ismereteink szerint ennek azonban alapvető akadályai vannak. A csillagok között olyan óriásiak a távolságok, hogy egy csillagközi űrutazás sok száz vagy több ezer évet venne igénybe. A fénysebesség minden sebesség abszolút felső korlátja, amelynek még megközelítéséhez is elképzelhetetlenül sok energia felhasználására van szükség. Emellett sok egyéb gyakorlati természetű akadálya is van a csillagközi űrutazásnak. Ez az érvelés feltételezi, hogy jelenlegi természettudományos elméleteink legalább megközelítőleg helyesen írják le a valóságot, azaz a jövő mostaninál tökéletesebb tudományos elméletei sem fogják megváltoztatni a sebesség, az energia és a fény között eddig megismert alapvető kapcsolatokat.

(4) A valóban értelmes lények adatok cseréje révén folytatják a galaxis megismerését. Nem vállalkoznak a kockázatos és költséges űrutazásokra, mert sokkal több értelme van úgy megismerni a világot, hogy információt

cserélünk más civilizációkkal. Ezért az idegen társadalmak felhasználóbarát módszereket dolgoznak ki e cél megvalósítása érdekében, amelyhez egyszerű műszaki berendezéseket, például rádiótávcsöveket, és könnyen kitalálható frekvenciákat alkalmaznak.

(5) A Galaktikus Klub létezik és örömmel fogadja az új tagokat. Fel kell tételezni, hogy már régóta fennáll a civilizációk kommunikációs hálózata, amelyet Ronald Bracewell, a Stanford Egyetem fizikusa Galaktikus Klubnak keresztelt el. A Klub tevékenyen segíti a miénkhez hasonló fejlődő technikai civilizációkat a kapcsolatteremtésben. (Az 5. feltétel fennállása nem szükségszerű feltétele a SETI sikerének, hiszen a megfigyelés akkor is sikeres lehet, ha behallgatunk az idegenek nem nekünk, hanem saját használatra szánt rádióadásába.)

A Phoenix-program és a hozzá hasonló vállalkozások sikerének csekély az esélye. Mindamellett, ha meg sem próbáljuk, soha nem fogjuk megtudni, nem irányulnak-e máris felénk az idegenek által kisugárzott üzeneteket hordozó rádióhullámok. Bármilyen kicsi is a siker valószínűsége, úgy tűnik, megéri az erőfeszítést, tekintettel egy idegen civilizáció felfedezésének óriási jelentőségére. Frank Drake szavaival: „Nehéz rátalálnunk a szénakazalba rejtett tűre, mégis sokan vagyunk, akik úgy érezzük, ezt megkeresnünk az emberiség egyik legnagyobb vállalkozása.”

2. FÜGGELÉK

Érvek a hasonmás lények létezése mellett

A 2. fejezetben megemlítettem, hogy egy végtelen Világegyetemben végtelen számú Földön kívüli emberi lény létezhet, sőt, közöttük végtelen számú olyan van, aki a tökéletes hasonmásom. Ebben a függelékben ezt az állítást fogom valamivel pontosabban kifejteni. A kérdést G. F. R. Ellis és G. B. Brundrit (Fokváros Egyetem) gondolatmenete alapján tárgyalom.

Először is, a valószínűségszámítás alapvető eredményei szerint (1) ha létezik azonos rendszerek olyan sokasága, melyek mindegyike végtelen számú elemből áll; (2) és ha bármely elem véges számú állapot valamelyikében található, (3) továbbá egy adott A állapot véges ideig és véges valószínűséggel létezik, akkor bármely adott pillanatban 1 valószínűséggel (azaz bizonyosan) végtelen számú elemnek kell az A állapotban lennie. Ez a formális állítás valójában az alábbi kijelentést tartalmazza: „A végtelen Világegyetemben bármi, ami csak előfordulhat, elő is fordul, mégpedig végtelenül gyakran.”

Ezek után viszont szembe találjuk magunkat azzal a kérdéssel, hogy vajon a fenti eredményt alkalmazhatjuk-e a ténylegesen létező Világegyetemben előforduló gondolkodó lények létezésére. Nevezetesen, igaz-e a fenti következtetés abban az esetben is, amikor az A állapotnak a saját testem vagy valami ehhez hasonló létező felel meg? Minthogy a tétel ilyenén alkalmazása esetén a végkövetkeztetés felettébb bizarrnak, sőt egyenesen ellenszenvesnek tűnik, érdemes gondosan

megvizsgálunk, hogy a tétel kiinduló feltételei valóban teljesülnek-e a ténylegesen létező Világegyetemben. Vegyük tehát alaposabban szemügyre az (1)-(3) pontba foglalt feltételeket.

Először is kérdés, létezik-e végtelen számú olyan rendszer, amely képes az emberi lényekhez hasonló élő szervezeteket létrehozni? Ha az élet csoda, akkor a fenti kérdés a továbbiakban nem képezi a valószínűségelmélet tárgyát, ezért ezt a lehetőséget eleve figyelmen kívül hagyom. Amennyiben viszont az élet hihetetlenül valószínűtlen, véletlen esemény, az előbbinél pontosabbak lehetünk. A tétel következtetései érvényesek, függetlenül attól, hogy milyen kicsiny az A állapot valószínűsége, feltéve természetesen, hogy nullánál nagyobb. Eredményünket tehát nem befolyásolja, hogy az élet rendkívül ritka jelenség (amelynek mindamellett nullánál nagyobb a valószínűsége), vagy pedig nagyon gyakori. Amennyiben a sokaságunk *végtelen*, az A állapot valószínűsége pedig pontosan nulla, akkor az A állapotban található elemek száma határozatlan lesz, bár előfordulhat, hogy nem nulla, lehet például 1 is. Így tehát, bármily meglepően hangzik, de pusztán saját létezésünkkel nem érvelhetünk amellett, hogy az élet kialakulásának valószínűsége szükségszerűen nullánál nagyobb, tehát a tétel következményeként az sem biztos, hogy ha végtelen Világegyetemben élünk, akkor feltétlenül léteznie kell végtelen számú hasonmásunknak. Előfordulhat ugyanis, hogy végtelen Világegyetemben élünk ugyan, de az élet végtelenül kicsiny valószínűségű természeti folyamatok eredményeként alakult ki. Ebben az esetben az

is lehetséges, hogy páratlanok vagyunk a magunk nemében, noha az sem lehetetlen, hogy véges számú hasonmásunk létezzék. Sőt, akármi is a helyzet, a tényleges előfordulás valószínűsége egyedről egyedre változik: lehetséges, hogy Albert Einsteinból egybillió példány él, miközben Isaac Newtonból csak egy.

Folytatásképpen feltételezem, hogy az élet kifejlődését eredményező folyamatok és feltételek nem nulla valószínűséggel fordulnak elő. Egyúttal segítségül hívom a természet egyöntetőségének elvét és a kopernikuszi elvet: ezek értelmében a Világegyetem általunk megfigyelhető része jellemző a Világegyetem egészére, mind törvényeit, mind tartalmát, mind pedig szerkezetét tekintve, legalábbis ami a földi típusú élet kialakulásához szükséges feltételeket illeti. Nem lehetünk bizonyosak abban, melyek is ezek a feltételek, de elképzelésünk szerint ide tartozik a Föld-típusú bolygók létezése, valamint a megfelelő kémiai elemek, mondjuk a szén jelenléte. A csillagokról és a galaxisokról szerzett ismereteink alapján ésszerűnek tűnik feltételezni, hogy szerte a Világegyetemben mindenfelé léteznek a Földhöz hasonló bolygók. Ha viszont a Világegyetem végtelen, akkor végtelen sok, a Földhöz hasonló bolygó található benne. Feltéve, hogy az (1) és (3) pontba foglalt feltételek is érvényesek, egyértelműen arra a következtetésre jutunk, hogy végtelenül sok hasonmás lény létezik.

Mielőtt azonban elhamarkodottan levonnánk ezt a következtetést, alaposabban meg kell vizsgálnunk, hogyan alkalmaztuk a fenti két alapelvet. Az elvek legjobb

meggyőződésünkől származnak, ám ettől még akár hibások is lehetnek. Előfordulhat, hogy a Világegyetem minket körülvevő része valamilyen értelemben kitüntetett az élet szempontjából. Lehet, hogy ezek a rendkívüli feltételek az általunk belátható Világegyetem határán (tehát az eseményhorizonton) túlig érvényesek, vagyis az egyöntetűség elve és a kopernikuszi elv érvényességi köre meglehetősen széles, mégsem terjed ki a Világegyetem egészére. Természetesen csöppet sem meglepő, hogy a Világegyetemnek ebben a nem túl jellemző részében élünk, pontosan azért, mert az élet kialakulásához szükséges feltételek éppen erre a térrészre korlátozódnak. E térrészen kívül nem lennének képesek élni. Ezzel tulajdonképpen az antropikus elvre láttunk egy példát.

Vizsgáljuk meg ezután, hibás lehet-e a természet egyöntetűségének feltételezése. Elképzelhető, hogy nagyon nagy léptékben (az úgynevezett Hubble-sugárnál, azaz körülbelül az eseményhorizontunknak megfelelő távolságnál a természet törvényei tartományról tartományra változnak. Ebben az esetben számolnunk kell azzal, hogy a természet törvényszerűnek látszó jellegzetességei valójában esetlegesek. Nem lehetetlen például, hogy bizonyos elemi részecskék tömege vagy a közöttük fellépő csatolási állandók értéke nincs örökérvényűen rögzítve a természetben, hanem esetleg attól függően változhat, hogy a Világegyetem történetének nagyon korai szakaszában milyen spontán szimmetriasértő folyamatok játszódtak le. Ennek eredményeképpen a Világegyetemben valamilyen sejtes szerkezet alakulhatott ki, ahol az egyes fizikai

állandók értéke sejtről sejtre véletlenszerűen változik.^[15] Ez a lehetőség azonban nem feltétlenül befolyásolja érvelésünk végkövetkeztetését, ha – amint az ésszerűnek tűnik – az élet kialakulásához szükséges természeti feltételek csak ezen értékek véges tartományát engedik meg. Ha ugyanis e paraméterek értékét egy-egy véges tartományon belül véletlenszerűen választhatjuk ki, akkor végtelen sok olyan sejt lesz, amelyben a megfelelő értékek elegendően közel állnak a mi tartományunkban tapasztalható értékekhez, legalább annyira, hogy a feltételek ott is alkalmasak az élet kialakulása számára. (Ez az érvelés is hibás lehet azonban, például akkor, ha valamelyik paraméter értéke végtelenül széles tartományon belül tetszőleges értéket vehet fel.)

Az is előfordulhat, hogy a természet törvényei folyamatosan, de lassan változnak a Világegyetemben a lehetőségek végtelenül széles tartományán belül, miközben csak a Világegyetem egy véges tartományában lesz a paraméterek értéke és/vagy a törvények szerkezete együttesen összhangban az élet kialakulásával. Ebben az esetben következtetéseink csak erre a tartományra vonatkoznak.

Vizsgáljuk meg ezután azt a helyzetet, amikor az egyöntetűség elve érvényes, a kopernikuszi elv viszont nem igaz. Ez akkor következhetne be, ha a Világegyetem általunk megfigyelhető része tartalmát vagy szerkezetét tekintve nem lenne jellemző a Világegyetem egészére. Ha ez a jellegzetestől való eltérés az élet fejlődése

szempontjából kritikus tulajdonságokat is érint, akkor a hasonmás lények létezésére vonatkozó érvelés nem állja meg a helyét. Elképzelhető például, hogy a mi tágabb környezetünk a stabilitás szigete az egyébként kaotikus Világegyetemben, vagy itt különösen megfelelő a kozmikus háttér hőmérséklete, esetleg nagyon alacsony a kozmikus sugárzás szintje, netalán egy sor más, különleges feltétel teljesül. Ismét csak azt mondhatjuk, hogy ha ez a „sziget” nem egyedülálló, akkor tételünk igaz marad. Mindamellet könnyű elképzelni olyan helyzeteket, amelyekben a mi tartományunknak kitüntetett szerepe van. Előfordulhat például, hogy a miénk a Világegyetemnek egy olyan területe, amely véges távolságon belül többé-kevésbé egyenletes eloszlásban tartalmaz anyagot, e határon túl azonban az anyag átlagsűrűsége fokozatosan nullára csökken (ugyanaz bekövetkezhet hirtelen is, ha valamilyen végtelen üresség vesz bennünket körül). Ez azt jelentené, hogy a Világegyetemet alkotó anyag mennyisége véges. Érvelésünk végkövetkeztetése tehát az, hogy a legésszerűbbnek látszó, térben végtelen Világegyetemmel és konzervatív feltevésekkel dolgozó kozmológiai modellekben valóban létezhet végtelenül sok hasonmásunk. Ez a következtetés azonban filozófiai szempontból olyannyira ellenszenves, hogy akár érvként is használhatjuk a térben véges kozmológiai modellek mellett. (Hasonló filozófiai érvelés alapján utasították el annak idején az állandó állapotú Világegyetem elméletét.) A jelenlegi csillagászati megfigyelési eredmények valószínűleg összhangban állnak a térben véges (zárt)

Világegyetemmel is, bár kétségtelenül sokkal inkább alátámasztják a végtelen (nyílt) modelleket.

Bibliográfia **és további olvasmányok**

Barrow, John – Tipler, Frank: *The Anthropic Cosmological Principle*, Oxford University Press, 1986.

Billingham, John (szerk.): *Life in the Universe*, MIT Press, 1981.

Blair, D. G. és mtsai: „*A Narrow-Band Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI Using the Interstellar Contact Channel Hypothesis)*”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **257**, 105, 1992.

Cameron, A. G. W.: *Interstellar Communication*, Benjamin Press, 1963.

Carter, Brandon: „*The Anthropic Principle and its Implications*”, *Philosophical Transactions of the Royal Society London*, A **310**, 347, 1983.

Cocconi, G. – Morrison, P.: „*Searching for Interstellar Communications*”, *Nature*, 184, 1959.

Cohen, Jack – Stewart, Ian: *The Collapse of Chaos*, Viking, 1994.

Crick, Francis: *Life Itself Its Origin and Nature*, Macdonald, 1981.

Crowe, Michael: *The Extraterrestrial Life Debate 1750-1900*, Cambridge University Press, 1986.

Davies, Paul: *The Cosmic Blueprint*, Penguin, 1995.

Dick, Steven: *Plurality of Worlds: The Extraterrestrial Life Debate from Democritus to Kant*, Cambridge University Press, 1982.

Drake, Frank: „*Project Ozma*”, *Physics Today*, 14, 40, 1961.

Drake, Frank – Dava Sobel: *Is Anyone Out There?*, Delacorte, 1992.

Ellis, G. F. R. – Brundrit, G. B.: „*Life in the Infinite Universe*”, *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, **20**, 37, 1979.

Feinberg, Gerald – Shapiro, Robert: *Life Beyond Earth*, Morrow, 1980.

Gould, Stephen J.: *Wonderful Life*, Norton, 1989.

Heidmann, J.: *Extraterrestrial Intelligence*, Cambridge University Press, 1995.

Heidmann, J. – Klein, M. J. (szerk.): *Bioastronomy*, Springer-Verlag, 1991.

Hoyle, Fred: *The Intelligent Universe*, Michael Joseph, 1983.

Kauffman, Stuart: *The Origins of Order*, Oxford University Press, 1993.

Peters, Ted: „*Exo-Theology: Speculations on Extra Terrestrial Life*”, *CTNS Bulletin*, 14, 3, p. 1, 1994.

Sagan, Carl: *Communication with Extraterrestrial Intelligence*, MIT Press, 1973.

Sagan, Carl: *The Cosmic Connection*, Doubleday, 1973.

Sklovskij, J. S. – Sagan, Carl: *Intelligent Life in the*

Universe, Holden-Day, 1966.

Magyar nyelvű ajánlott irodalom

Ambarcumjan, V. A.: *Az univerzum kutatásának filozófiai kérdései*, Gondolat, Budapest, 1980.

Atkins, P.: *Teremtés*, Gondolat, Budapest, 1988.

Barrow, J. D.: *A Világegyetem eredete*, Kulturtrade Kiadó, Budapest, 1994.

Davies, Paul: *Az utolsó három perc*, Kulturtrade Kiadó, Budapest, 1994.

Davies, Paul: *Isten gondolatai*, Kulturtrade Kiadó, Budapest, 1995.

Dawkins, R.: *A vak órásmester*, Akadémiai Kiadó – Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1994.

Dawkins, R.: *Folyam az Édenkertből*, Kulturtrade Kiadó, Budapest, 1995.

Ducrocq, A.: *Az élet regénye*, Kossuth, Budapest, 1967.

Ferris, T.: *A vörös határ*, Gondolat, Budapest, 1979.

Fodor L. I.: *Földön kívüli élet*, Natura, Budapest, 1984.

Goldsmith, D.: *Nemesis, a Halálcsillag*, Háttér Kiadó, Budapest, 1990.

Gorelik, G. J.: *Miért háromdimenziós a tér?*, Gondolat, Budapest, 1987.

Hawking, S. W.: *Az idő rövid története*, Maecenas Kiadó, Budapest, 1989.

Kaufmann, W. J. III: *Relativitás és kozmológia*,

Gondolat, Budapest, 1985.

Lem, S.: *Kiberiáda*, Európa, Budapest, 1971.

Lem, S.: *Summa Technologiae*, Kossuth, Budapest, 1976.

Lovelock, J. E.: *Gaia*, Göncöl Kiadó, Budapest, 1989.

Sagan, Carl: *Kapcsolat*, Édesvíz Kiadó, Budapest, 1993.

Sklovskij, I. Sz.: *Világegyetem, élet, értelem*, Gondolat, Budapest, 1976.

Toró, T (szerk.): *Kozmikus társkeresés*, Kriterion, Budapest, 1983.

Végtelenség és Világegyetem, cikkgyűjtemény, Gondolat, Budapest, 1974.

Weinberg, S.: *Az első három perc*, Gondolat, Budapest, 1983.

A TÉMÁHOZ KÖZVETLENÜL KAPCSOLÓDÓ NÉHÁNY CIKK

Almár I.: *Élet és értelem az Univerzumban*, Andromeda, 1993/10.

Almár I.: *A kozmikus szénakazal*, Űrhajózás-űrutasítás, 1990/1 és 1991/1.

Almár I.: *Kutatás idegen civilizációk után*, Természet Világa, 1993/4.

Dávid Gy.: *A lakható Világegyetem*, Természet Világa, 1990/7.

Fizikai Szemle SETI különszáma, 1989/7.

Kardassev, N. Sz. és mtsai: *Szupercivilizációk*, Fizikai

Szemle, 1989/7.

Lukács B. – Paál Gy: *A világ szerkezeti állandói*, Csillagászati Évkönyv, Gondolat, 1982.

Jegyzetek

¹ Vö. Görög gondolkodók *Empedoklésztől Démokritoszig*, Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 1992, 50. old. Kövendi Dénes fordítása.

² Vö. Lucretius: *De rerum natura*, II. 1067-69. sor. Teravagimov Péter fordítása.

³ I. m. 1052-63. sor.

⁴ A világ legnagyobb, 300 m átmérőjű távcsöve. (B. E.)

⁵ A Phoenix-program talán a legjelentősebb a jelenleg folyó SETI programok közül, de semmiképpen sem az egyedüli. 1973 óta folyik SETI-kutatás az Ohioi Állami Egyetem 27 m-es rádiótávcsövével. A Berkeley Egyetem SERNDIP elnevezésű SETI-berendezése jelenleg már 167 millió csatornás, és a világ legnagyobb rádiótávcsövéhez illesztve működik. A Harvard Egyetem először META néven fejlesztette ki SETI-kutatóberendezését (ennek egy példánya 1990 óta folyamatosan működik Argentínában), majd elkészült a 240 millió csatornás BETA is. Csaknem folyamatos SETI-program folyik Ausztráliában a Parkes rádiótávcsövel, a franciaországi Nancyban, de tudományos SETI-programmal rendelkezik többek között Japán, Oroszország és India is. Egy hivatalos összeállítás szerint

1960 és 1985 között világszerte összesen 47 SETI-program, illetve kísérlet folyt hosszabb-rövidebb ideig. A rádiótartományon kívül folyamatosan működik már az ohioi Kolumbusz Optikai SETI Obszervatórium távcsöve is. (A. I.)

6 További lehetőség egy már nem létező fejlett technikai civilizáció nyomainak vagy egykori természetátalakító tevékenysége eredményeinek felfedezése. (A. I.)

7 Annak ellenére, hogy matematikailag az ilyen „gyanús” leosztás megvalósulásának pontosan ugyanakkora a valószínűsége, mint egy adott, azaz előre kiválasztott, de „véletlenszerűnek érződő” leosztásnak. (B. E.)

8 Az említett problémákkal valójában egy nemzetközi szakmai testület, a Nemzetközi Asztronautikai Akadémia (IAA) SETI Bizottsága foglalkozik. Az első „Deklarációt a Földön kívüli értelem felfedezését követő lépések alapelveiről” 1990-ben adták ki, és azóta ezt több tekintélyes szervezet elfogadta. (A. I.)

9 Az az időtartam, amely alatt n -szeresére nő a meghódított bolygók száma. (B. E.)

10 A kijelentés nem pontos, az elemek csak a vasig épülnek fel, a vasnál nehezebb elemek, például az urán csak a szupernóvarobbanások során jöhetnek létre. (B. E.)

11 Vö. Werner Heisenberg: *A rész és az egész*, Beszélgetések az atomfizikáról, Gondolat, Budapest, 1978, 2. kiadás, 99. old. Falvay Mihály fordítása.

12 *Szent Biblia*, Ezékiel 1; 18., 17., ill. 10., Károli Gáspár fordítása.

13 A Drake-formula eredménye a jelenleg létező

technikai civilizációk száma, amely természetesen nem lehet kisebb 1-nél, hiszen a földi civilizáció létezik. Ha a végeredmény 1, akkor azon civilizációk száma, amelyekkel rádiókapcsolatot létesíthetünk, valóban nulla. (A. I.)

[14](#) Ez azonban így is csak töredékét fedi le az 1 és 3 GHz közötti, tehát 2000 millió Hz szélességű tartománynak. (B. E.)

[15](#) Ezáltal visszacsempésztük a „sok univerzum”-hipotézist és sikeresen kombináltuk az egyetlen ismert Világegyetemmel. (B. E.)

Tartalom

- [DE RERUM NATURA](#)
- [Előszó](#)
- [1. A SETI rövid története](#)
- [2. Földön kívüli mikrobák](#)
- [3. Az idegenek üzenete](#)
- [4. Ellenérvek](#)
- [5. A tudat természete](#)
- [6. Személyes találkozás és vallási tapasztalat](#)
- [1. FÜGGELÉK](#)
- [2. FÜGGELÉK](#)
- [Bibliográfia](#)
- [Magyar nyelvű ajánlott irodalom](#)
- [Jegyzetek](#)