Létezik-e az Unikornis?

azaz a tudomány határai

A. J.

kezdés: 2014. november 24-én: June 29, 2017

Contents

1 Elöljáróban **3**

2 A logika világa és a tudomány **8**
2.1 A tudományos gondolkodás 9
2.2 A tudomány eszköze és nyelve 10
2.3 Mire vonatkoznak a törvények? 13
2.4 A valóság megértése: releváns fogalmak, fixpontok és modell . . . 16
2.5 Az analitikus gondolkodás 18
2.6 Minek van valódi, reális léte? 21
2.7 A húrelmélet és a nagymama pogácsája 23
2.8 Önkölcsönható rendszerek 26
2.8.1 Árnyékolás 27
2.8.2 Új kölcsönhatások 30
2.9 Lentről felfelé, azaz építsük fel a világot 33
2.10 Végtelen lehetőségek világa 36
2.11 Példák a sok fixpont esetére 38
2.12 Az építkezés mint NP-nehéz probléma 40
2.13 Tudomány és hit 41
2.14 Modell és valósag: az irreleváns fogalmak szerepe 43

3 Véges és végtelen **46**
3.1 A Három Nagy Probléma 48
3.2 Determinisztikus-e a világ? 52

4 Az élet világa és az intelligencia **55**
4.1 A logika és a látás 55
4.2 A látás kialakulása és az intelligencia 59
4.3 Létezik-e szépség? 64
4.4 A szakértő és a bölcs 65
4.5 Döntéshozás és világkép 70
4.6 Az emberi működés holisztikus megközelítése 74

4.7 Bonyolult fixpontok és tanítás 76
4.8 Akkor miért is nem megismerhető a világ? 78

5 A fogalmak hierarchiája és a tudat 81
5.1 A belső világ kialakulása 81
5.2 Meta-fogalmak 85
5.3 Társadalmi fogalmak 87
5.4 Az emberi elme fixpontjai 93
5.5 Antropomorf fogalmak 97
5.6 Az emberi működés antropomorf megközelítése 99
5.7 Az alkimista álma 102
5.8 A magasabb szellem világa 103

6 A három szemléletmód 109
6.1 A betegségek megözelítése 110
6.2 Létezik-e az unikornis 116

A Kiegészítések 121

1 Elöljáróban

Mindig nagy tisztelettel viseltettem a világ megismerését a tudomány oldaláról megközelítő könyvek iránt. Ezek részben tudományos ismeretterjesztő könyvek, de olykor a világ olyan kérdéseiről is elgondolkodnak, amelyek látszólag nem úgy tűnnek, mintha közvetlenül a tudomány kompetenciájába tartoznának. A tudományos ismeretterjesztő könyv akkor jó, ha a közönség számára is érthető, legalább valamilyen szinten, de a szakmabeli olvasó is korrektnek találja, sőt új információkat szerezhet belőlük. Ezek a könyvek megpróbálnak keverék nyelvet kialakítani a tudományos, és a mindennapok nyelvét ötvözve, amelyen azért el lehet beszélni szigorúan tudományos problémákat is. Nem lépnek túl a tudomány keretein, csupán a nyelv, amit használnak, sokkal lazább, ugyanakkor közérthetőbb, mint a szakmai zsargon.

Vannak olyan könyvek is, amelyek ezt a keverék nyelvet használva, a tudomány eredményeire támaszkodva kilépnek a tudományágak szűk keretei közül, és átfogóbb kérdéseket elemeznek. Ennek a műfajnak is vannak igazi mesterei, csak egy-két példát említve: sokan hallottak már Dawkins önző génjeiről, Penrose szuggesztív alkotásairól, Hofstadter "Gödel, Escher, Bach" munkájáról, a magyar irodalomban Mérő László matematikus-pszichológus megközelítésű írásairól. Ezek az írások az olvasót egyrészt meggyőzik arról, hogy az a nyelv, amelyet az író használ, alkalmas a tudomány olyan igazságainak feltárására, amelyet az olvasó valószínűleg soha nem fog teljes mélységében átlátni. Ezzel a pszichológiai háttérrel indulva aztán magabiztosabban és hihetőbben tud beszélni olyan kérdésekről, amelyek már nem az adott tudományterület részei. Akár egyik, akár másik módon is jelenik meg a tudományos gondolkodás az írásokban, mindig a tudományos világkép az, amellyel a világot szemléli.

Egy világkép ugyanakkor veszélyes dolog. Egyrészt értelmezi a világot, fogalmakat alkot, segít eligazodni a jelenségek között, rendszerbe foglalja azokat. Hirtelen a korábban kusza és homályos területek világossá válnak, megértjük azok működését. De ugyanakkor meg is köti az olvasó kezét, gondolkodását, pontosan azzal, hogy kereteket és fogalmi értelmezést ad. A gyanútlan, és esetleg felkészületlen olvasó úgy érezheti, hogy most megismerte az igazságot az adott kérdésről. Persze az író valóban így látja a világot, és a legjobb szándékkal írja a művét. Azonban csupán azáltal, hogy megmondja, milyen fogalmak is használandók a világ jellemzésére, már jelentősen megköti az értelmezési keretet. A legjobb szándékkal írott mű is így tesz, mert a dolog egyszerűen így működik, nem működhet másként.

Mindezen okoknál fogva, ha új fogalmakat használunk, ugyanarról a jelenségről esetleg teljesen más értelmezéshez juthatunk. Ez persze nem új gondolat, Kuhn tudományos paradigmái nem mások, mint azon fogalmak gyűjteménye, amelyeket használunk a világ vagy valamely szegmensének leírására. Tulajdonképpen mindebben az a legmeglepőbb, hogy az értelmezés, a világ megértése nagyban függ attól, milyen fogalmakat használunk.

Ezért soha nem állapodhatunk meg, mindig érdemes friss szemmel ránézni a világ jelenségeire, és bármennyire is tiszteljük a tudomány nagyjait, írásaikat inkább gondolatébresztő és vitára ingerlő kérdésfelvetésnek kell tekinteni, amely

kérdésekre más világkép alapján más válaszok adhatók.

Annál is inkább érdemes ezt a hozzáállást fenntartani, mert a modern fizikában, úgy tűnik, ismét gondolkodásbeli (paradigma) váltás történik. A változás oka, mint eddig is, egyrészt az ismeretek felhalmozódása, másrészt az eszközeink fejlődése. A jelenlegi paradigmaváltásban mindenekelőtt a számítógépek elterjedt használata játszik fő szerepet, amelyekkel bonyolult rendszerekben is lehetett eredményeket kapni numerikus számítások segítségével, olyan mennyiségekre, amelyeket eddig csak mérések útján közelíthettünk meg. Tulajdonképpen arról van szó, hogy modelljeinket használni tudjuk igen széles körülmények között, és, bár nem papír és ceruza segítségével, de igen sok mennyiséget ki tudunk értékelni. A kísérletekkel ellentétben azonban most pontosan tudjuk, mit is számolunk. Ismerjük a modellt, a programot mi magunk írjuk (vagy a mi csoportunk írja), a számítógép jól definiált, jól kontrollált működését ellenőrizzük. Arról is meggyőződhetünk, hogy modelljeink a valóságot írják le, ha összehasonlítjuk a kiszámolt értékeket a valódi mérésekkel. Tulajdonképpen sokkal hatékonyabbak vagyunk mint korábban; s mégis, hirtelen azt vesszük észre, hogy bár a feltett kérdésekre *tudjuk* ugyan a választ, de azt nem *értjük*. Ismerjük a modellünket, amiből számolunk, tudjuk, hogyan számolunk, és azt is tudjuk, hogy mi a kérdés... és mégis, az eredmények éppoly rejtélyesek maradnak, mint ha a valóságon végzett kísérletekről lenne szó. Mint a "Galaxis útikalauz stopposoknak" szuperszámítógépe esetén, amely hosszas gondolkodás után a feltett kérdésre azt válaszolta, hogy 42. Valami mély értelme biztosan van annak, hogy 42, a történet szerint a gép biztosan a feltett kérdésre válaszolt. Csakhogy a válasz mégsem érthető. Így vagyunk mi is a szuperszámítógépek eredményeivel: az eredmények mögül valahogy kiesett a megértés.

Az egész könyv kezdő lökését egy sok évvel ezelőtti esemény adta, mikor barátaimmal egy növekedési modellekről, fraktálokról szóló remek előadást hallgattunk meg, és ennek részeként egy olyan modell is bemutatásra került, amelyet a jég kristályainak növekedésére dolgoztak ki. A modell számítógépes szimulációjával gyönyörű hatszögletes szimmetriát mutató ábrákat lehetett kapni. Az előadó büszkén mutatta be ezeket, mondván, hogy megértettük a hópihét. Ezen a mondaton sokáig beszélgettünk a többiekkel, hogy mit is értünk azalatt, hogy "értünk" egy dolgot. Mert hiszen minden hópihe más és más. Lehet statisztikai jellemzését adni a hópehelynek, a fraktáldimenzióját is ki lehet számolni, illetve mérni, de maga a hópehely valahogy sokkal több, mint egy statisztikai számhalmaz.

Paul Diracnak tulajdonított értelmezés szerint a megértés egy kiskapu a kérdés és az arra való válasz között. Ha egy gyereknek megmutatjuk, hogy $3+2=5$ és $2+3=5$, valamint $4+7=11$ és $7+4=11$, stb, akkor már az első néhány példa után tudni fogja, hogy mindegy, milyen sorrendben végzem el az összeadást, az eredmény ugyanannyi. Egy számítógép (hacsak erre külön nem tanítjuk meg), akárhányszor elismétli ugyanazt a műveletpárt, minden esetben külön kiszámolva az eredményeket. Hasonló a helyzet a mostani számítógépes eredményekkel. Ha egy programot futtatunk, akkor minden bemenő paraméter értékhez újból és újból le kell futtatnunk a számítást, a gép közli az eredményül kapott számot. Ezt a számot összehasolíthatjuk a kísérletekkel, ha akarjuk, és

ha jó leírást használtunk, még egyezést is találhatunk. De ez nem jelenti azt, hogy értjük, mi történik. Akkor értjük az egészet, ha az új bemenő paraméterek esetén azt tudjuk mondani, hogy "aha, ilyesmit már láttam", és az eredményt meg tudjuk becsülni. Ahogy bonyolódik a probléma, úgy veszítjük el általában ezt a képességünket.

Amikor ilyesmivel szembesül az ember, kissé összezavarodik. Hogyan lehetséges az, hogy értjük a mikroszkopikus törvényeket, ami alapján a programot írjuk, ismerjük a kódot, mégsem értjük a választ? Ha egy egyenletesen mozgó autó esetén ismerjük a sebességet és a megteendő utat, akkor ki tudjuk számolni az út megtételéhez szükséges időt. Itt is egy matematikai lépés, az osztás van a kiinduló paraméterek, és a végeredmény között, mégsem érezzük úgy, hogy ez veszélyeztetné a megértést, lelki szemeinkkel magunk előtt látjuk, hogy az autó egyenletesen távolodik az idő múlásával. A modern fizika problémáinál is csak matematikai képletek kiértékelése folyik, igaz, hogy nem egy osztás, hanem mintegy 10000 sornyi kód és néhány napos szuperszámítógépen végzett futtatás van a kettő között; ott viszont már elveszítjük a fonalat. Úgy tűnik tehát, hogy van egy határ, amikor a számítások mennyisége megváltoztatja a probléma minőségét. Vajon lehet erről valamit mondani?

Ezen a kérdésen maga a fizika is elgondolkodott, és született, születőben van egy válasz, egy értelmezés. A fizikán belül ezt az értelmezési rendszert *renormálási csoportnak* nevezzük. Az alapgondolat az 1950-es években született meg, új formát és értelmezést Kenneth Wilson adott 1972-ben, aki munkásságáért Nobel-díjat is kapott. A renormálás másik Nobel-díját t'Hooft és Veltman kapta. De rajtuk kívül számos nagyszerű fizikus dolgozott az elmélet megértésén, kiteljesítésén, mint (a teljesség igénye nélkül) Symanzik, Wegner, Haughton, Polchinsky, Morris, Wetterich, vagy a magyar Zawadovski és Polónyi.

A fizika szemléletformáló gondolatainak mindig időre van szükségük arra, hogy annyira letisztuljanak, hogy a nem szakmabeliek számára is érthető legyen. Einstein relativitáselmélete, amely az 1905 és 1916 évekhez köthető, az 1950-es évektől kezdett tudományos közkinccsé válni, habár maga Einstein személye a tudós zseni szimbólumává vált már korábban. A kvantummechanika, amely szintén a XX. század elejének szülötte, furcsa és bizarr világot ír le, számos értelmezési buktatóval ; ezt jól mutatja, hogy valójában egészen a mai napig, több mint száz évvel a kvantummechanika alapgondolatának megszületése után sincs egyetértés számos alapkérdésben még a fizikusok között sem. Irodalmi művekben szintén a 60-as évektől jelenik meg a kvantummechanika, de még most is születnek ilyen indíttatású művek, l. a Coherence című filmet. A renormálási gondolat ezekkel összehasonlítva viszonylag új; talán most érett meg arra az idő, hogy tágabb értelemben is használhassuk.

A renormálás alapgondolata pofonegyszerű: ez az árnyékolás. Ha zavar minket a napsütés, akkor lehúzzuk a rolót, ezzel csökkentjük a fény mennyiségét. Az árnyékoló ernyő előtt még erős a napsütés, utána gyenge, azaz amit csináltunk, tulajdonképpen az, hogy a napsütés erősségének helyfüggést biztosítottunk. Az árnyékolás, vagy az ezzel analóg folyamatok megtörténnek automatizmusok révén különböző rendszerekben. Ha egy épületben vagyunk, kevésbé tudjuk a mobiltelefonunkat használni, mert az épület leárnyékolja a

kommunikációt a telefon és a vevőantenna között. Ha oldatba helyezünk töltést, akkor az oldatban levő ionok a töltés köré gyűlnek, és annyira elfojtják, hogy távolról már szinte nem is látszik belőle semmi. De az igazán érdekes jelenségek akkor születnek, ha egy rendszer résztvevői egyszerre források és árnyékolók is lehetnek... Minden árnyékolás esetében a forrás erősségének helyfüggése lesz: egy napernyő esetén ez a helyfüggés ugrásszerű, finomabb esetekben folytonos függést kapunk. Mindezen gondolatok kihasználásával, tisztán logikai lépésekkel odáig lehet eljutni, hogy képesek leszünk arra, hogy a távolságtól függően új és új *fogalmakat* vezessünk be a világ leírására... további részleteket a könyvben találhat az olvasó.

Van a könyvnek egy másik főszereplője: ez a végtelen. Végtelen nagy méretű vagy elemszámú rendszerekben lezajló jelenségek alapvetően különbözhetnek a véges rendszerektől. Ráadásul a "végtelen" rendszert nem kell teljesen literálisan érteni: vannak "kvázivégtelen" rendszerek, amelyek olyanok, mintha végtelenek lennének, legalábbis a vizsgált (vizsgálható) keretek között. A fizika számos példát ismer arra, hogy a "néhány" és "sok" elemet tartalmazó rendszerek gyökeresen másként viselkednek. Hogy csak egy illusztratív példát említsek: egy véges rendszerben nem lehetséges állandó mágnest csinálni. Az anyag mágnesezettsége ugyanis az elemi mágnesek járulékából tevődik össze, amelyek egymással kölcsönhatnak ugyan, de azért a hőmozgásuk miatt ide-oda forognak önállóan is. Ha egy kis mágneses rendszert nézünk, annak a mágnesezettsége ezért gyorsan változni fog. Ha egyre nagyobbra vesszük a rendszer méretét, akkor a mágnesezettség egyre hosszabb ideig marad állandó, aztán változik csak meg. Egy bizonyos méret felett aztán már nem lesz türelmünk kivárni, amíg a mágnesezettség magától megváltozik, ilyenkor beszélünk "állandó" mágnesről. Egy 10^{23} nagyságrendű összetevőt tartalmazó anyagban a mágnesség meváltozásához az Univerzum koránál sok nagyságrenddel hosszabb ideig kellene várnunk, az ilyen rendszer tehát bízvást tekinthető végtelennek. Minden ilyen "kvázivégtelen" rendszerhez létezik egy olyan időskála, amely alatt a végtelen rendszer jobb közelítés, mint a néhány elemet tartalmazó rendszer.

A renormálási gondolat a világot egy végtelen, önárnyékoló (más szóval önkölcsönható) rendszernek látja. Ekképpen a hagyományos, elsősorban tömegpontokban, részecskékben, gerjesztésekben gondolkodó világképhez képest teljesen más válaszokat sugall a fizika számos jelenségére (legyen szó a szabadsági fokok számáról, a kvantummechanikai méréselméletől, a véletlenről, termalizációról stb.). De ezzel az új látásmóddal megvizsgálhatunk olyan kérdéseket is, amely ugyan nem kapcsolódik szorosan a fizikához, de értelmezésében elkerülhetetlenül használnunk kell a fizika elemeit: ide tartozhat például az evolúció, intelligencia, vagy a szabad akarat kérdése.

Ebben a könyvben a renormálási alapgondolatból kiindulva próbáljuk megérteni, hogyan vezethet ez el odáig, hogy szükségképpen környezet- illetve skálafüggő fogalmakkal kell leírnunk a világunkat. A felépítéshez olyan utat járunk be, amelynek első pillantásra nemigen van köze a renormáláshoz: azt próbáljuk megérteni, mik is a "tények", és hogyan kezelhetjük őket, azaz mi a "modell", később fogunk arra rámutatni, hogy ezek az ártalmatlannak tűnő fo-

galmak hogyan függhetnek a környezettől, skálától, azaz pontosabban a vizsgált rendszer állapotától. Mivel a tények értelmezésének professzionális rendszere a tudomány, amit tennünk kell, az az, hogy kritikus szemmel meg kell vizsgálnunk a tudomány módszereit, működésének logikáját. Ha ezt megértettük, akkor már látni fogjuk, hogy az önkölcsönható rendszerek milyen nehézséget jelentenek, miért kényszerülünk skálafüggő fogalmak bevezetésére.

A skálafüggő világkép legfontosabb erénye persze az, hogy válaszokat sugall olyan kérdésekre, amelyek más gondolati keretben nehezen megválaszolhatók. Hogy miért van annyi tudományterület, s ezeknek mi a viszonya egymáshoz. Hogy mit és hogyan képes a tudomány megjósolni. Hogy egy légy vajon miért nem tudományosan gondolkodik a környezetéről, azaz az evolúció során vajon miért nem a tudományos gondolkodás volt a nyerő stratégia. És hogy ehelyett milyen eszközökkel élt az evolúció. Hogy hogyan lehetséges, hogy vak, determinisztikus erők hatására mégis kialakult az élet, társadalom, művészet.

Úgy is fogalmazhatnánk, hogy ez a könyv azt meséli el egy modern elméleti fizikus szemüvegén keresztül, miért is szakrális a világ. Hogy hogyan lehet az, hogy a világ egyik arca, úgy tűnik, tisztán "materiális", törvények irányítják, mégis szerepelhetnek benne olyan jelenségek, mint szépség és hit.

2 A logika világa és a tudomány

Kezdjük hát utunkat onnan, hogy megpróbáljuk a lehető legobjektívebben megvizsgálni, hogyan is járunk el, mikor tudományosan gondolkodunk. Mit próbálunk leírni a jelenségekből, mit hanyagolunk el? Mit tekintünk ténynek, mit tekintünk véletlennek? Mit jelent a tudományos modell, mit jelent a világkép?

Fizika kísérletet nézek. Meglepő és furcsa viselkedést mutató rendszereket látok, repülnek a tárgyak, villámok csapkodnak... és mégis mindnek van egyszerű, logikus oka és magyarázata. Nem kell láthatatlan szellemek segítségét segítségül hívni, a fizika törvényeit kell csupán ismerni, és minden megmagyarázható.

Máskor kémiai kísérleteknek vagyok tanúja. Színes, látványos, robban és változik a kísérletező kezében az anyag. A tanulság ugyanaz: a tudomány igazságai kellenek mindezen jelenségek magyarázatához.

Mindez igaz marad akkor is, ha a tudományos élvonalba tartozó laboratóriumban jár az ember. A berendezések, amelyeket látunk, már nem érthetők meg olyan könnyen; azok az adatok, amely a mérés eredményeképpen rögzítésre kerülnek, már csak a tudományos háttér alapos ismerete alapján értelmezhetők. De az üzenet változatlan: a világ megértéséhez az anyag alaptörvényeinek alapos és mélyreható ismerete szükséges, s ekkor le tudjuk írni, meg tudjuk jósolni még rendkívül bonyolult rendszerek működését is.

Ez a gondolat nem volt mindig ilyen nyilvánvaló, de a tiszta ész, a racionalizmus előretörésével egyre elfogadottabbá vált, és ma aligha akad olyan művelt ember, aki kételkedne abban, hogy az anyag törvényei adnak magyarázatot lényegében minden minket körbevevő jelenségre. Vannak, akik szerint Isten és a hozzá köthető szférák kivételt jelentenek, ezek az isteni akarat szerint működnek; de még a hívők számára is komoly problémát jelent annak a feloldása, hogy a világ teljes egészének magyarázatára igényt tartó tudomány robusztus érveivel szemben, akár saját maguk számára is, megnyugtató válaszokat találjanak. Nem véletlen, hogy annyi tudós szerzetes, pap dolgozik azon, hogy ezeket az ellentmondásos világokat közös nézőpontból értelmezni lehessen.

A tudomány ugyanis nem vár el hitet a szemlélőtől. Receptet ad, amely alapján összeállított kísérletet bárki el tudja végezni, imádság és minden egyéb "hókuszpókusz" nélkül. A receptek előállítása persze nagy tudást igényel, és ma már nincs olyan ember, aki a tudomány szerteágazó világának mindegyikében otthonosan mozogna. De a televíziót mindenki be tudja kapcsolni, még az is, aki a félvezető technológia részletei iránt vajmi kevés affinitást mutat. Mosószert használunk, amely varázslatos módon tisztít, eltüntet makacs foltokat, bár mi magunk még azzal sem vagyunk tisztában, milyen anyagokat tartalmaz a szer, nemhogy a hatásmechanizmusát ismernénk. Mobiltelefonunkat használjuk, és közben nem gondolunk arra, hogy a kvantumelmélet új vívmányait tartjuk a kezünkben. Ezen eszközök működtetéséhez nem kell beavatottnak lennünk; a lényeg, hogy működik, és környezetünkben korábban csodásnak számító jelenségek történnek meg mindennapos rutinnal. Mindennek alapja a tudomány.

2.1 A tudományos gondolkodás

A tudományos gondolkodás nagyon egyszerű alapokra épül, éppen ezért olyan szilárdak a vívmányai. Mindössze azt tételezi fel, hogy a világ működése *törvényekre* épül. Ezek a törvények a mindent felépítő anyagra és az azt összetartó kölcsönhatásokra vonatkoznak. A tudomány célja, hogy ezeket a törvényeket feltárja, mert ezzel kulcsot kap kezébe a világ működése, működtetése felé. Mindez vonatkozik a gazdaság-, társadalom- és bölcsészettudományokra is, habár ezekben az esetekben az alaptörvények olykor kevésbé robusztusak, vagy kevésbé ismertek egzaktul.

A tudomány tehát arra épít, hogy a világ működésének hátterében mindenre érvényes törvények uralkodnak. Ha ez így van, akkor megfelelően ravasz eszközökkel, és az ezekre felépített kísérleteinkkel a törvényeket színvallásra kényszeríthetjük, megismerhetjük igazi valójukat. A kísérletek során különféle körülmények között vizsgáljuk a rendszerünket, és rögzítjük a rendszer által adott válaszokat: ebből próbáljuk meg kihámozni, milyen törvények is befolyásolják rendszerünk működését. Szerencsés esetben a kísérleteket mi magunk tudjuk tervezni; ahol ez nem lehet (mint a társadalom, vagy éppen a csillagászat esetében), ott a véletlenül bekövetkező események lefolyásának vizsgálata szolgáltaltja az adatokat. Ahogy egyre jobban megismerjük a törvényeket, egyre finomabb részletekre tudunk figyelni, és ideális esetben, amire a fizikában számtalan példa van, tökéletesen fel tudjuk térképezni a rendszer működését leíró törvényeket. Ez persze olykor váratlan és felkavaró szemléletváltásokat kényszerít ki a világképünkben, ezt okozta például a kvantummechanika felfedezése. De ez számunkra most mellékes: a lényeg az, hogy elegendő munka árán megismerhetők az alaptörvények, és ezzel a teljes vizsgált jelenségkör működése. Erre épül a tudomány.

Az alaptörvények létezésének következménye az, hogy ha ugyanolyan körülményeket teremtünk, akkor a kísérlet pontosan ugyanúgy fog lezajlani. A kísérletek tehát megismételhetőek bárki számára, aki betartja a receptet. A prizma mindenki számára felbontja a fényt, nem kell szakember a kezeléséhez. Ez a megismételhetőség vezet a *gépek* létezéséhez. A gépek tulajdonképpen kontrollált kísérletek, ahol a berendezést már előre összeállították, és a megfelelő körülményeket gyárilag rögzítették. A gép beavatatlan használójának csak annyi a dolga, hogy elindítsa a kísérletet, és élvezze a lefolyását, mondjuk beszélgessen barátnőjével a mobiltelefonján. Persze a körülmények drasztikus megváltozása esetén a kísérlet eredménye már más lesz; ha például vízbe ejtjük a mobiltelefonunkat, akkor az áramkörök olyannyira megváltozhatnak, hogy többet nem ugyanazt a kísérletet hajtjuk végre, azaz az eszköz "működésképtelen" lesz.

Persze nem tudunk mindent megvalósítani. Nem tudjuk tárolni hatékonyan a villamos energiát, nem tudjuk gyógyítani a rákot és számos egyéb betegséget, az agyat és az emberi gondolkodást nem tudjuk gépekkel utánozni, nem tudjuk a gazdaság vagy az időjárás jelenségeit megfelelő pontossággal leírni, a társadalmi jelenségekről nem is beszélve. De ha minden törvényekre épül, akkor csupán idő kérdése, hogy ezeket a, ugyan kétségkívül igen komplikált, de mégiscsak létező törvényeket feltárjuk, matematikailag leírjuk, és csak a "tudomány mai állása"

mellett nem lehet most magállapítani ezeket. Ha pedig a törvényeket ismerjük, akkor minden fent felsorolt, sőt minden egyéb elképzelhető kérdést tudományos alapossággal meg fogunk tudni válaszolni. Tulajdonképpen ezen az úton már most is bíztató módon haladtunk előre. A rák gyógyításában jelentős lépéseket tettünk, a mesterséges intelligencia arcok és írott szöveg felismerésére is képes, gazdasági modelleink egyre pontosabbak, a meteorológiai előrejelzések egyre megbízhatóbbak. Ugyan mi állíthatna meg minket abban, hogy a világ összes jelenségét törvényekkel leírjuk?

És nem kerülhetjük meg a dolog filozófiai vonatkozását sem. Ha mindenre törvények vonatkoznak, ugyan hol kaphat helyet a szabad akarat vagy a szeretet? A ránk vonatkozó törvények ugyanolyan szigorúak, ugyanúgy nem engednek kivételeket, mint a kitérített ingánál: ha az ingát elengedjük, lengeni fog, mégpedig pontosan leírható módon. Az ember vagy a társadalom természetesen jóval összetettebb, mint egy inga, a működését leíró törvények bizonyára nem egy sorból állnak, hanem talán maga a képlet is csak terrabytokon tárolható. De mindegy, ha a képletet kiértékeljük, és kezdőfeltételként betápláljuk egy adott egyén állapotát a legteljesebb részeletességgel, akkor ki fogjuk tudni számítani, hogy melyik a kedvenc színe. Maga az egyén tulajdonképpen nem más, mint az emberi működést leíró törvényt futtató szuperkomputer, gondolatai, érzelmei csupán a működést segítő szubrutinok; minden egyéb magyarázat tévképzet, a nem megfelelő ismeretekkel rendelkező primitív korok terméke, esetleg manipulációs eszköz. Talán nyersen hangzik, de végülis, sarkítva, ez a tudomány üzenete.

A fenti gondolatmenet igencsak logikusnak hangzik, nehéz mit felhozni ellene. Az érvelés ugyan kissé megtévesztő, hiszen mindaz, amiről szó volt az imént, még nem valósult meg, így tulajdonképpen az, hogy valaha lesz ilyen, tulajdonképpen hit kérdése. De hát hol lehetne hiba a gondolatmenetben? Hiszen csak annyit tettünk fel, hogy léteznek törvények! Ráadásul a világ már most is tele van csodákkal, a minket körbevevő tárgyak, anyagok töredékét sem tudnánk mi magunk előállítani. Hatalmas evidencia kényszerít minket arra, hogy a tudomány hívei legyünk.

Ezért a tudomány a mai ember számára a világkép alapja lett. Annyira magától értetődő, hogy igaz, amit állít, hogy még a magukat hívőnek tartó emberek is általában ehhez képest definiálják magukat, hiszen őket különböztetjük meg azzal, hogy "hívők", azaz hisznek valamilyen magasabbrendű létezőben, nem a tudományban hívőket. Az a természetesebb, az az alap. A társadalmi többség, ha megbetegszik, orvoshoz fodul, nem paphoz, és természetesnek veszi a tudomány fejlődésével együtt járó technikai vívmányokat. Ez a tudományos hitrendszer mindennapos csodáival győzi meg az embert, ugyanakkor egy teljesen szakralitásmentes, hideg és tiszta világot mutat nekünk, ahol előbb-utóbb mindent uralni fogunk tudni. Talán még a halált is...

2.2 A tudomány eszköze és nyelve

A tudomány célja tehát az, hogy az anyagot működtető törvényeket feltárja. A "törvény" valójában a világ alapvető jelenségeinek működési mechanizmusa. A

tudomány úgy kezdi a működését, hogy megfigyeli a világot, a világ eseményeit: nézzük, halljuk, tapintjuk, esetleg eszközeinkkel figyeljük a környezetünket. Fogalmazzunk úgy összefoglaló módon, hogy méréseket végzünk rajta. Megmérjük a tárgyakról visszaverődő fényt, esetleg a szemünkkel, vagy valami erre kitalált berendezéssel. A lényeg, hogy az eseményekből végülis adatok lesznek: a szemünk idegei által továbbított impulzusok, a mérőberendezés által mutatott számok, a jelenséget jellemző formák, nevek, évszámok. A világon elvégzett méréseket nevezhetjük a *fogalmaknak* (pontosabban így definiáljuk a "fogalom" szót), a fogalmak konkrét rendszerben felvett értékei a *tények:* vagyis az események számszerűsített jellemzői.

Itt rögtön tegyünk egy, némiképp magától értetődőnek tűnő megjegyzést, ami azonban később még fontos szerephez fog jutni. Nevezetesen azt, hogy a tények nem maguk az események, hanem csupán annak egyes, fontosnak tartott megfigyelt részeit írják le. Érdemes fejben tartani ezt a megkülönböztetést, a későbbiekben visszatérünk erre.

Miután rögzítettük a tényeket, rendszerezzük őket, és megpróbálunk közöttük összefüggéseket találni. A minden esetben érvényesnek mutatkozó összefüggéseket úgy értelmezhetjük, hogy maguk a fogalmak között teremt kapcsolatot, hiszen azok tetszőleges rendszerben megvalósuló, manifesztálódó értékeire igaz állítást tudunk tenni. Ezek a fogalmak közötti összefüggések a *törvények*. Ha vannak kivételek, akkor azokat megpróbálhatjuk egy kibővített törvény kereteibe belefoglalni, esetleg meghagyjuk őket kivételnek, ahogy ez a nyelvtani törvények esetén olyan sokszor előfordul.

Ezek a törvények azonban nem lehetnek tetszőlegesek. Legyen például egy A esemény az, hogy a földre esik egy váza, a B esemény pedig az, hogy a váza összetörik. A C eseménynek vegyük azt, hogy az asztalon álló vázát lelökjük. Ha a rendszerre vonatkozó törvény az, hogy a lelökött váza leesik, és a leesett váza összetörik, akkor megfogalmazhatjuk azt a harmadik törvényt is, hogy a lelökött váza összetörik. Nem lehet olyan törvényeket megfogalmazni, ahol ez nem igaz.

A fenti példában azt használjuk ki, hogy ha a C esemény maga után vonja az A eseményt, az A esemény bekövetkezte pedig egy B eseményt, akkor a C is maga után vonja B-t. Szimbolikusan felírva, ha $C \Rightarrow A$ és $A \Rightarrow B$, akkor $C \Rightarrow B$. Más ilyen jellegű megkötések is vannak, mint például ha $A \Rightarrow B$, akkor B hiánya A hiányát is jelenti. A fenti példában, ha a váza épségben van, akkor biztosan nem esett le, hiszen ha leesett volna, össze lenne törve. Ezek, magukra a lehetséges konzisztens törvényekre vonatkozó törvényszerűségek alkotják a *logika* elemeit. Valójában a kérlelhetetlen logika biztosítja azt, hogy a törvények mindig ugyanúgy működjenek.

Mivel a természettudományokban az események lényegében számszerűsíthetők, a logika tárgya a számok és esetleg a formák világa. Mindez együtt egy briliáns rendszert alkot: ez a *matematika*. A matematika maga a formalizált logika.

A matematika mint rendszer szimbólumokkal dolgozik, amelyek megfelelnek a természet egyes elemeinek, valamint a közöttük lévő kapcsolatoknak. A szimbólumokat definiáljuk: a legalapvetőbb szimbólumokat mint axiómát

határozzuk meg (például a geometriában a pont, az egyenes fogalmát), a többieket pedig a már meglevő szimbólumokhoz való kapcsolatuk alapján.

A matematikát tekinthetjük egy nyelvnek, ahol a szimbólumok a nyelv szavai. A szimbólumok kapcsolatának, egymásba átalakíthatóságának szabályai pedig a szavak viszonyát meghatározó nyelvtant alkotják. A matematika nyelvtana az axiómákra és a logikára épül, de praktikusan a sok lépésből álló átalakításokat külön nyelvtani szabályként is bevezethetjük (ezek a matematikai tételek). Ha a szavakat nyelvtanilag helyesen összefűzzük, akkor értelmes mondatokat képezhetünk, ezek a mondatok mind egy-egy állítást jelentenek. Ha jól dolgoztunk, és a természet megfigyelt jelenségeihez megfelelően illeszkedő szimbólumokat társítottunk, akkor a matematika levezetései, tételei és állításai a valódi világban is megfigyelhető összefüggéseknek felelnek meg. Azaz a matematika "működik", és pontosan azért működik, mert a logika kérlelhetetlen szabályainak engedelmeskedik, csakúgy, mint a világ. Minden természeti jelenség a matematika nyelvén elmondható mondat lesz, a matematika nyelvére lefordítható. Azt is lehet, vagyis azt is szokták mondani, hogy a matematika (azaz tulajdonképpen a logika) a természet nyelve.

Hogy egy egyszerű példát lássunk erre, legyen most a megfigyelt rendszerünk tálba tett gyümölcsök. A matematikában szimbólumot kell választani, definiáljuk tehát a-nak az almákat. Ez azt jelenti, hogy ha leírom, hogy a, akkor a valódi világban ez egy almát jelent a tálban, $2a$ két almát jelent a tálban. Ha valamit még beteszek a tálba, akkor ezt a tálban levő dolgok szimbóluma után biggyesztett + jellel tehetem meg. Például ha az almák mellé beteszünk még két körtét, akkor az ezt szimbolizáló matematikai mondat $2a + 2k$. Ha a körték után beteszünk megint két almát, akkor már a mondatunk $2a + 2k + 2a$.

Ezek után használhatjuk azt a nyelvtani szabályt, amely azt mondja, hogy a tálba midegy, milyen sorrendben tesszük be a dolgokat, azaz $u + v = v + u$, akármi is legyen v és u. Emiatt a fenti mondat nyelvtanilag ugyanazt mondja, mint $2a + 2a + 2k$. Egy másik nyelvtani szabály azt állítja, hogy $2 + 2 = 4$, bármire is vonatkoztatjuk. Emiatt igaz, hogy $2a + 2k + 2a = 4a + 2k$, ami azt jelenti, ha a szimbólumokat értelmezzük, hogy a tálban négy alma és két körte lesz bent. Ez igazából matematikai szinten kimondott absztrakt állítás, amit lefordítottunk a szimbólumok értelmezése alapján a valódi világra érvényes jóslatra. Ez a jóslat ellenőrizhető, és mindig igaz lesz. A matematika ereje, hogy a formális logika a konkrét helyzetben is mindig alkalmazható.

A matematika olyan nyelv tehát, amin, ha nyelvtanilag helyesen beszélünk, nem tudunk hazudni. Hány művész ábrándozott ilyen nyelv létéről! Mindez persze egyáltalán nem jelenti azt, hogy a matematikában nyilvánvalóak lennének az állítások! Éppen ellenkezőleg. Egy matematika nyelvén kimondott mondat nyelvtani helyességének ellenőrzése sokszor rendkívül nehéz, hiszen be kell látnunk, hogy semmilyen nyelvtani szabállyal nem ellenkezik az állításunk, s azokból következik. És itt a mondatok vagy helyesek (azaz igazak), vagy helytelenek (azaz hamisak), vagyis nincs kibúvó, minden mondatról élesen nyilatkoznunk kell.

Mivel a matematikai axiómákat, fogalmakat a valóság elemeinek feleltetjük meg, ezek az állítások ugyanilyen határozott jóslatot tesznek a természet je-

lenségeivel kapcsolatban. Itt sincsen kibúvó, a matematika éles pontossággal megmondja, hogy egy mérésnek mi lesz az eredménye, amelyet ellenőrizhetünk a világban. Ha a valódi mérés eredménye eltér a jóslattól, akkor biztosak lehetünk benne, hogy nem a matematika, azaz a logika, a törvények sérülnek, hanem valamilyen fontos hatást kihagytunk a számításból. Ha például beteszünk két almát, két körtét és megint két almát a tálba, de csak három almát és két körtét találunk ott, inkább valamilyen éhes gyerekre gyanakodjunk, mintsem a matematika hiányosságaira.

2.3 Mire vonatkoznak a törvények?

Úgy tűnik, a természettudományok világos programot adnak: meg kell találnunk a világot leíró törvényeket, ezt a matematika nyelvén meg kell fogalmazni, azaz nyelvtani szabályt kell csinálni belőle, és akkor különböző mondatok megfogalmazása révén a világban érvényes igazságokat tudunk kapni. Maguknak a törvényeknek a megtalálása természetesen sok fáradtságot jelent, megannyi megismételt kísérletet, fejtörést. Ebben részt venni, a világ rejtvényeit megoldani nagyon érdekes, izgalmas szellemi kaland.

Ahogy az előbb láttuk, a legelső lépés az, hogy a világ objektumait szimbólumoknak feleltetjük meg. No igen, de tulajdonképpen mik is legyenek ezek a szimbólumok? A tálban levő körte és alma esetén ez magától értetődő volt, de más esetben, mondjuk egy almafa leírásánál már korántsem az.

Szóval az első megoldandó kérdés, mielőtt még elindíthatnánk a törvények keresését, hogy valójában ezek a törvények mire is kéne, hogy vonatkozzanak. A matematikai tisztaság megköveteli, hogy definíciószerűen felsoroljuk, hogy az egyes matematikai szimbólumok mit testesítenek meg. A körülöttünk levő világot tehát fel kell bontanunk számokra, formákra, nevekre, évszámokra; de erről volt már szó korábban. A világot mérésekkel, azaz fogalmakkal írjuk le, illetve azok konkrét értékeivel, a tényekkel. Egy adott rendszerben véges sok ténnyel jellemezzük az eseményeket, azok reprezentálják a világ eseményeit, jelenségeit. Ahogy ezt korábban is megfogalmaztuk: a törvények a fogalmakra vonatkoznak, a fogalmak viszonyát adják meg.

A probléma az, hogy a tények rengetegen vannak. Tegyük fel például, hogy egy asztalon guruló golyót figyelünk, arról akarunk valami törvényt megállapítani. Minden másodpercben csupán a szemünkkel gigabyte-nyi információt rögzítünk az idegsejtjeink útján, ez mind megannyi "tény" a környezetünkről. Persze ezek az adatok nem függetlenek, hiszen, amint mondtuk, az asztalon guruló golyó képéről van szó. De ezen miriádnyi adat között kéne összefüggéseket kitalálnunk?? Reménytelen feladatnak tűnik... Szerencsére azonban nem is szükséges: a szem a környezetből érkező fényre reagál, az pedig a tárgyakról verődik vissza. Ha tehát az asztalon guruló golyó mozgását le tudjuk írni, akkor azt is tudni fogjuk, hogy a szem mit fog érzékelni.

Az is evidensnek tűnik, hogy a golyó mozgása szempontjából édesmindegy, milyen színe van a golyónak, vagy hogy a szomszéd szobában, amely éppenséggel a konyha, a nagymama sajtos pogácsát süt. Mindenesetre ez a példa rámutat arra, hogy a tények nem egyenrangúak: vannak olyan tények, amelyek a vizsgált

rendszer szempontjából nagy jelentőségűek, vannak olyanok, amelyek ebből következnek, és vannak olyanok, amelyek teljesen lényegtelenek.

Ezzel elérkeztünk egy olyan ponthoz, amely döntő fontosságú lesz később: a *releváns tényekhez* illetve a *releváns fogalmakhoz*. Egy tény, vagy a hozzá köthető fogalom akkor releváns, ha annak ismerete lényeges információt közöl a vizsgált rendszerünkről. Az olyan releváns fogalmakra, amelyek a rendszer részei között fennálló kapcsolatot írják le, időnként *releváns erőkként* vagy *releváns kölcsönhatásokként* fogunk hivatkozni. A nem releváns fogalmakat nevezzük *irreleváns* fogalmaknak. A releváns fogalmak léte lehetővé teszi, hogy a vizsgált rendszer szempontjából lényegtelen dolgokat ki tudjuk szűrni, azaz a lényegre tudjunk koncentrálni, ezek nélkül elvesznénk a végtelen sok lényegtelen részlet tanulmányozásában. Ennek igen nagy jelentősége van: minden rendszer tudományos vizsgálata azzal kezdődik, hogy feltérképezzük a lehetséges releváns fogalmakat.

Az asztalon guruló golyó esetében a releváns fogalom a golyó helyzete, amely mondjuk a középpontjának helyzetével adható meg. A golyónak az asztalon elfoglalt pozíciója két számmal, a golyó középpontjának koordinátáival adható meg: itt tehát két releváns fogalmunk van. Ha ezt a két számot megadjuk, azaz a releváns fogalomnak a konkrét rendszer adott időpillanatában érvényes értékét ismerjük, akkor ismerjük a golyó helyzetét, és azt is tudni fogjuk, mit látunk belőle[1].

Hogy hogyan lehet egy ismeretlen rendszerben felderíteni a releváns fogalmakat, arra is hozhatunk egy fizikai példát. Nézzük most a golyók ütközését, és próbáljuk elképzelni, hogyan is állapíthatnánk meg, hány releváns fogalom jellemez egy ilyen ütközést. Hogy a feladat a lehető legegyszerűbb legyen, vizsgáljunk csak egy dimenziós mozgást, azaz a mi vizsgálandó golyónk az asztalon gurul egyenes vonalban. Először is a mozgásról tényeket kell gyűjtenünk, ehhez valamilyen eszközre, mérőberendezésre van szükségünk, amellyel a megfigyeléseinket számszerűsíthetjük, hogy végül aztán a matematika eszköztárát legyünk képesek alkalmazni. Például a golyót nekilökhetjük egy álló "tesztgolyónak", amit mindig ugyanarra a helyre teszünk, d távolságra az asztal szélétől (l. 1/a ábra). Ezek után megmérjük azt a t időt, ami alatt a tesztgolyó a vizsgálandó golyóval történő ütközés után leesik az asztalról (l. 1/b ábra).

Ezt megismételjük kétszeres, háromszoros, stb. súlyú tesztgolyóval (a korrekt arányokat például egy kétkarú mérleggel ellenőrizhetjük) és felírjuk az időket, de úgy, hogy csupán a teszgolyót változtatjuk, a vizsgált golyó mozgásállapotát nem. Ehhez persze az kell, hogy ugyanolyan mozgásállapotú vizsgált golyót számtalanszor elő tudjunk állítani. Ez az asztalon guruló golyó esetén nem igazán nagy probléma, leguríthatjuk például egy adott magasságú emelvényről – más rendszereknél, mondjuk egy szupernova robbanás tanulmányozásánál ez komoly nehézséget jelenthet. Szóval a kísérletünkben megmérjük a teszgolyó leesési idejét, és felírjuk a számokat: az eredeti teszgolyó

[1] Az, hogy mit *látunk* pontosan, azt még jópár egyéb releváns fogalom is befolyásolja, mint a golyó színe, a megvilágítás helye, stb.

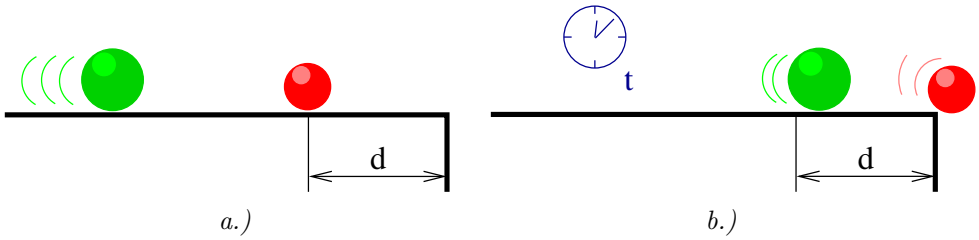

Figure 1: Egyenes vonalban guruló golyó vizsgálata álló tesztgolyóval. *a.)* ábra: a mi golyónk gurul az asztalon, az asztal szélétől d távolságra egy álló tesztgolyót helyezünk. *b.)* Az ütközés után a tesztgolyó leesik az asztalról, megmérjük az ütközés és a leesés között eltelt t időt.

leesési ideje legyen t_1, a kétszeres súlyúé t_2, és így tovább, az n-szeres súlyú teszgolyó leesési idejét t_n-nel jelöljük.

Nos, ha mindezt előkészítettük, elkezdhetjük az adatgyűjtést. Veszünk különböző golyókat, amelyek térfogatukban, anyagukban, színükben, a legurítás magasságában stb. különböznek. Minden ilyen golyót ütköztetjük a tesztgolyóink sorozatával, ezzel minden egyes vizsgált golyóra meg tudjuk mérni a rá jellemző $t_1, t_2, \ldots t_n, \ldots$ időket. Mikor készen vagyunk, kíváncsian megnézzük a gyűjtött adatokat. Meglepődve tapasztaljuk, hogy bámilyen is volt a vizsgált golyónk, az őt jellemző leesési idők mindig az első két idő ismeretében ugyanabból a képletből következnek[2]: $t_n = (2-n)t_1 + (n-1)t_2$. Ez a képlet igaz a fa- és rézgolyóra, a tíz centiméterről és a fél méterről való legurítás esetén is! Tulajdonképpen ez igen izgalmas felfedezés, bár csak egy egyszerű rendszerről van szó; előzetesen nem vártuk volna, hogy egy ilyen egyszerű képlet igaz lesz (valójában, ha a körülmények nem ideálisak, akkor nem is igaz a képlet). Ennek a képletnek az az üzenete, hogy a golyók ütközésének leírásánál két releváns fogalmunk van! Ez a két releváns fogalom választható t_1-nek és t_2-nek, de ezek némileg mesterkélt, a mérési eljárásunkhoz kötődő mennyiségek. Helyette a szokásos választás a golyó sebessége és tömege, vagy esetleg a golyó energiája és impulzusa.

Amit ezzel az egyszerű rendszerrel műveltünk, valójában a természettudományok általános vizsgálati módszerének bemutatása. Elképzeljük, hogy a vizsgálandó rendszerünket milyen fogalmak, azaz milyen mérések jellemezhetik, ezekenek az értékét felvesszük, és kapcsolatokat keresünk a számok között. Egy teljesen ismeretlen rendszer esetén a releváns fogalmak és az azok között fennálló összefüggések egyszerre határozandók meg: onnan tudjuk, hogy megtaláltuk az összes releváns fogalmat, hogy mindig igaz törvényszerűségeket találunk.

Ez az eljárás egy bonyolult rendszernél meglehetősen komplikáltnak tűnik, de igazából szinte mindig sokkal egyszerűbb dolgunk van. A világról ugyanis nagyon sok mindent megtanultunk már, akár kollektíve, mint emberiség, akár

[2] A képlet levezetésénél feltettük, hogy a golyó (és a tesztgolyó) mozgása egy dimenziós és az ütközés rugalmas.

egyénileg. Felismertük, hogy milyenek szoktak lenni a releváns fogalmak. Ha mozgó testeket figyelünk meg, akkor megtanuljuk az iskolában, hogy helyzetét koordinátarendszerben írjuk fel, mozgását a sebességével, gyorsulásával jellemezzük, kölcsönhatásuknál az erő, impulzus, energia a releváns fogalom. Két anyag kémiai kölcsönhatásánál az anyagok atomi felépítése releváns, emellett a vegyületek kölcsönhatásáról tényszerűen is sok mindent kell tudnunk, mivel szeret, mivel nem szeret kölcsönhatásba lépni, és mi történik vele egy kémiai reakció során. Ha egy verset akarunk elemezni, megkeressük a versszakokat, rímképletet (ha van), a költői eszközöket, a vers születésének körülményeit. Sorolhatnánk, de a lényeg az, hogy az emberiség kialakított egy hatalmas adatbázist a releváns fogalmakból, ezek általában egy-egy tudományos diszciplínához, tudományághoz tartoznak. Az érettségi azt méri le, hogy egy fiatalember ezen fogalmi adatbázis közepfokú ismeretével rendelkezik-e. Ezután ha egy ismeretlen jelenséget találunk, először azt döntjük el, hogy milyen tudományág releváns fogalmaival akarjuk megközelíteni, ezzel valójában rögzítjük a fogalomkészletet. Emiatt a tudományos megismerés azon része, amelyben a releváns fogalmakat keressük, általában nem is merül fel. A világ megismerhetősége szempontjából azonban ez döntő jelentőségű.

2.4 A valóság megértése: releváns fogalmak, fixpontok és modell

Folytassuk az előbb elkezdett gondolatmenetet. Az előző fejezet tanulsága az, hogy a tudományok sohasem a valósággal foglalkoznak, mert azt nem képes senki számszerűsíteni, és logikai keretbe foglalni az adatok végtelensége miatt. Ahogy láttuk azonban, ez nem is szükséges, elegendő a releváns fogalmakra koncentrálni. A törvények a releváns fogalmak egymáshoz fűződő viszonyát írják le, a rendszer jellemzését a releváns fogalmak értékeinek időbeli fejlődésével adjuk meg.

A valóságot tehát leszűkítjük, kénytelen-kelletlen, a releváns fogalmakra, amelyek a rendszer alapobjektumait, valamint azok kapcsolatait fogalmazzák meg. Tulajdonképpen ezzel nem a valóságról beszélünk, csupán annak egy mesterségesen lezárt részéről, egy olyan idealizált világról, ahol kizárólag a releváns fogalmak léteznek. A releváns fogalmak ezen zárt, önkonzisztens rendszerét fogjuk, a fizikában elterjedt szóhasználattal *fixpontnak* nevezni[3]. Itt olyan értelemben használhatjuk, hogy a valóság kiszemelt szegmensében a releváns fogalmak köre se nem bővíthető, se nem szűkíthető, időben ugyanolyan marad. A fogalmak értékei (azaz az adott időpontban érvényes tények) változhatnak, a vátozatlan az, hogy mivel jellemezzük a rendszert. Például ha egy pattogó labdát nézünk, akkor ez olyan fixpontot jelent, amelyben a labda helyzete és sebessége, valamint a falak elhelyezkedése adja a fixpont fogalmait, a labda mozgásának leírásához ezek ismerete tökéletesen elég. Ha a világban nem lenne semmi egyéb, akkor is minden ugyanígy történne. Az egyetlen pattogó

[3] Az elnevezés eredetileg a matematikából származik, egy $x \mapsto x'$ leképezés olyan pontját jelenti, amely önmagába érkezik, azaz $x' = x$. A fizikában a renormálási leképzés változatlan pontjára utal, erről később még szót ejtünk.

labdából álló világ persze rendkívül egyszerű és szegényes lenne – de teljesen önkonzisztens. Hogy egy kissé bonyolultab példát is mondjunk, egy karóra egy jól körülhatárolt fixpontot jelent a világban. Ha a világban csupán egyetlen karóra létezne, az akkor is működne, úgy, ahogyan belső törvényei megszabják, amiben persze az is benne van, hogy miután lejárt, megáll.

A releváns fogalmak rendszerével (azaz a fixponttal) valójában a valóság (pontosabban annak egy szegmensének) *modelljét* alkotjuk meg. A modell a fixpont fogalmak működése, amely a tények időbeli változását képes szolgáltatni. Azt a modellt, amely szándékaink szerint a teljes világ összes releváns fogalmát tartalmazza szoktuk *világképnek* nevezni. A fentiek szerint a modell nem a valóság, hanem arra szolgál, hogy a releváns tényeket minél pontosabban le tudjuk írni, azokat minél pontosabban meg tudjuk jósolni. Ha jó a modell, akkor a valóságban megfigyelhető tények és a modell jóslatai megkülönböztethtetlenek lesznek. Éppen ezért, ugyanúgy, ahogy hajlamosak vagyunk a világ eseményeit azonosítani a tényekkel, a modellt, a világképet is hajlamosak vagyunk azonosítani magával a világgal. A világképünk alapján élünk, ez a cselekedeteink mozgatórugója, egyszerűen nem tudjuk elképzelni, hogy a világ másként is működhet, a fenti szóhasználattal, hogy más releváns fogalmaknak is helye lehet.

A világ és világkép azonosítása számtalan konfliktus forrása. A világkép megrendülése azzal az érzéssel jár, hogy maga a világ omlik össze, és őrület, öngyilkosság forrása lehet, gondoljunk Nietzschére vagy a fizikus Boltzmannra. Nem csoda, ha a világképünk épségéhez minden körülmény mellett is foggalkörömmel ragaszkodunk, gyakran még annak árán is, hogy a világ bizonyos jelenségeiről nem veszünk tudomást, azt egyszerűen irrelevánsnak minősítve. Érdekes azt is megfigyelni, hogy gyakran a "valóságról" körömszakadtáig folyó viták hátterében az áll, hogy a vitapartnerek más világképpel rendelkeznek, emiatt más és más fogalmakat tartanak relevánsnak. Egymást nem is fogják tudni meggyőzni, hiszen ahhoz először abban kéne egyetérteniük, hogy miről is beszélnek, azaz melyik modellt használják, ez azonban lehetetlen, ha a vitaprtnerek meg vannak győződve arról, hogy ők magáról a világról beszélnek, nem pedig egy világképről.

Amikor a világról, vagy annak egy részéről (mint a fenti példában a karóráról) sikerül egy jól működő, önkonzisztens modell kidolgoznunk, azaz meg tudjuk adni a releváns fogalmait, és működtetni tudjuk azokat, olyan módon, hogy végül is számot tudunk adni az adott rendszerben bekövetkező minden jelenségekről, akkor mondhatjuk azt, hogy *megértettük* a rendszerünket. A "heuréka" élmény az, amikor hirtelen észrevesszük, hogy a sok látszólag különböző eredetű tény összekapcsolható, és egy (vagy több) releváns fogalom segítségével megfogalmazhatjuk viszonyukat. Amikor egy régi zsebórát kinyitunk hátul, és a fogaskerekek kusza erdejében egyszerre csak rendet fedezünk fel, felderítjük, melyik fogaskerék melyiket mozgatja, hogyan kapcsolódik mindez a rugóhoz, mi ütemezi az óra működését, akkor tulajdonképpen a releváns fogalmakat, és az órára vonatkozó törvényeket derítjük fel. Végeredményben hátradőlhetünk, és kijelenthetjük, hogy az óra működését megértettük, tudjuk hogyan és miért mozognak a mutatók. Ilyenkor pontosan úgy járunk el, mint

a tudományos kutatásban, mikor a valóság egyes elemei működését próbáljuk megérteni.

Aki érti az adott rendszer működését, az könnyen kiderítheti, hogy valaki más is érti-e vagy sem. Aki érti a rendszert, az ugyanis a rendszer megváltoztatása esetén is tudni fogja, mi történik (feltételezve persze, hogy nem lépünk ki a rendszerre érvényes fogalmi keretből, azaz a modell értelmezési tartományán belül maradunk). Ha megkérdezzük a másikat, hogy vajon ilyen és ilyen helyzetben hogyan fog a rendszerünk működni, akkor a válaszból azonnal tudni fogjuk, hogy az illető tisztában van-e a rendszer modelljével, azaz érti-e a rendszert.

Ilyen értelmeben a megértés több, mint a releváns fogalmak ismerete: a modellt a fejünkben működtetni is tudnunk kell. Ez a tanítás legnagyobb problémája általában is: a tanító csupán annyit tud tenni, hogy elmondja a releváns fogalmakat és a törvényeket, és példákat mutat a modell működésére. A végső lépést azonban a tanulónak kell megtennie, neki kell a fejében összeállítania a működőképes modellt. Hogy a diákok megértették-e a rendszert, az abból derül ki, hogy rákérdezünk arra, hogy a fejében meglevő modellnek milyen jóslatai vannak, azaz ő milyen tényeket vár egy konkrét mérés eredményeképpen.

2.5 Az analitikus gondolkodás

A tudomány végső célja az, hogy a világot megértse; tehát azt igyekszik felderíteni, hogyan, milyen releváns fogalmakkal írhatja le, és ezen fogalmak milyen módon befolyásolják egymást. Ezen az úton igencsak messze eljutottunk már, és rengeteg tapasztalat gyűlt össze eközben. Van egy fontos észrevétel, amely általános vezérelvnek bizonyult. Eszerint bonyolult rendszerekben, ahol minden igyekezetünk ellenére a felderített releváns fogalmak kusza szövevényt alkotnak, egyszerűbb *részrendszerek* azonosíthatók be. A részrendszerek megértése, azaz annak releváns fogalmainak feltárása jelenti ilyenkor a kulcsot a teljes rendszer megértéséhez. Az előző fejezet zsebórája világítja meg, hogy az óramű látszólag bonyolult működése teljesen feltérképezhető, ha az alapjában véve egyszerű fogaskerekek működését és egymáshoz való viszonyát felderítettük.

Ezen észrevétel gyökerei a mechanika hőskorába korába nyúlnak vissza, a XVII-XIX. század fizikájába, amikor a technika, a gépek fejlődése hatalmas erővel folyt. Kiderült, hogy egy épület vagy egy híd megépítéséhez, amelyhez korábban az építőmesterek tapasztalata volt szükséges, elegendő tudni azt, hogy az építőelemek egy adott konstrukcióban milyen erővel hatnak egymásra. Ha ismerjük az erőket, meg tudjuk mondani, hogy egyáltalán felépíthető-e az adott konstrukció, és ha igen, milyen építőelemek szükségesek hozzá. A gépek szerkesztésének és építésének tudománya egyszerre csak mérnöki egyenletek szintjére került, s ezek sokkal megbízhatóbban működnek, mint akármelyik építőmester tapasztalatai. Azért megbízhatók ezek az egyenletek, mert az egyszerű elemek összes releváns fogalmát figyelembe veszik, és azok kapcsolatát matematikai világossággal fogalmazzák meg, míg egy építőmester a teljes szerkezet kusza fogalmai között próbált eligazodni. A megbízhatóságot jelzi, hogy

a hagyomány szerint egy híd építője az első próbánál a híd alá kellett álljon, ezzel saját életével felelve tapasztalatai korrektségéért. Ma már ez nem szükséges, a papíron működő konstrukciók a megvalósult formájukban ugyanolyan jól fognak működni.

Ez a gondolkodásmód azonban nem csak a mechanikában és nem is csak a fizikában működik! Hogy egy közismert példát említsünk, az orvostudomány az emberi szervezet megismerésében a szervek működésének pontos ismeretével lépett előre, majd a szervek felépítésénél a szövetek egészen sejt szintű megismerése következett. Eközben felfedezte azt, hogy a betegségek jó része mikroszkopikus lények, baktériumok működésének eredménye, s arra is rájött, hogy ha ezen mikroszkopikus lényeket elpusztítjuk megfelelő mérgekkel, amelyeket a teljes szervezet elvisel, akkor magát a betegséget is meg tudjuk gyógyítani. A népi gyógyászatban is használt gyógyszereket kielemezve a hatóanyagokat kivonta, azokat akár mesterségesen is előállítva képes gyógyszereket készíteni. Mindennek eredménye az, hogy rendkívüli hatékonysággal tudjuk az életet óvni, a társadalmi korfa a korábbi karácsonyfaszerű képződményhez képest, amikor igen sokan fiatalon haltak meg fertőzés vagy járvány következtében, kiegyenesedett, és mindenkinek jó esélye van megérni a 70-80 évet. Az orvostudomány rendkívüli teljesítményét dicséri az, hogy a Föld lakossága az utóbbi időben drasztikusan megnövekedett.

A részrendszerek felderítésének ez a megrázó eredményessége miatt a tudományok, elsősorban a természettudományok célja az, hogy minél elemibb részekre bontsa a világot; a fő kérdés az, hogy miből áll össze a vizsgált rendszer. Ezen elemző, *analitikus* gondolkodás miatt jutott a tudomány olyan messzire, ahogyan ma látjuk.

Azonban a fenti gondolatmenetnek igen robusztus következménye az, hogy a teljes rendszer fogalmai mind *származtatott fogalmak*. Egy óraművet figyelve úgy látjuk, hogy forog, zenél, különböző figurák táncolnak rajta, de mindezek mögött egy szerkezet lapul, rugókkal, fogaskerekekkel. Az óramű megértése nem a táncoló figurák mozgásának elemzésével lehetséges, hanem hogy szétszedjük a szerkezetet, és a fogaskerekeket tanulmányozzuk. A megértés tehát a részrendszerekben van elrejtve. A tudomány ezt általánosítva azt tanítja, hogy érdemes ugyan alaposan megvizsgálni egy rendszer működését, de a megértéshez részekre kell bontanunk, az igazi releváns fogalmak ott találhatók. Lehet, hogy a teljes rendszer fogalmai bonyolult módon állnak össze a részrendszerek releváns fogalmaiból, mint mondjuk egy óramű vagy egy híd esetén, de hát nem várhatunk egyszerű kapcsolatot akkor, ha a teljes rendszer fogalmai olyan bonyolultak maguk is. A lényeg, hogy a kapcsolat ismert és számítható, így végülis az egyszerű alapegyenletek megoldásával bonyolult fogalmak viselkedése is megadható.

Az analitikus, részletekre törekvő megismerés ma általánosan elfogadott módszer, minden tudományos kutatásnak ez a fő eszköze. Az analízis útján továbbhaladva a jelenkori orvostudomány a sejtek működésének kémiai folyamatai után kutatnak, az egyes biológiai folyamatok molekuláris működésének megértésére törekedve. Megértettük az öröklődés logikáját, a teljes emberi genomot feltérképeztük. A szervezet finom szabályozásának vizsgálatával a

különböző fehérjék, hormonok szerepét vizsgáljuk. A vírusok és molekuláris méretű kórokozók működését is egyre jobban értjük. Az érzékelés és gondolkodás szerveinek kutatása elvezetett az idegrendszer megismeréséhez, és az idegi ingerületek vezetésének, átadásának biokémiai leírásához.

A fizikában az analitikus gondolkodás útját követve a Mindenség Elméletének felderítése a cél. Ha ismernénk azt az elméletet, amely valamilyen nagyon mély, mindent átfogó szimmetriából következik, és ha erről be tudnánk látni, hogy egyértelmű, és a világot helyesen írja le, akkor a fizika beteljesítené végső küldetését. Hogy ráleljünk a Mindenség Elméletére, az anyagot egyre finomabban és finomabban próbáljuk felbontani. Erre a fénnyel működő nagyító és mikroszkóp már régen nem alkalmas eszköz, helyettük nagy energiára felgyorsított töltött elemi részeket (elektronok, protonok, nehéz atommagok) használunk. Mint szuper-mikroszkóp, a legnagyobb energiával rendelkező mai gyorsító, a Genfben működő LHC 14 TeV[4]-es protonjaival kb. 10^{-20} m-es felbontást tud elérni, ez a proton méretének 10 ezred része. Ez a hihetetlenül kis távolság azonban még mindig igencsak messze van attól, ahol feltehetőleg az "igazi" Mindenség Elméletét megtalálhatjuk. Ez ugyanis olyan méretek mellett jelentkezik, ahol a két elektron gravitációs kölcsönhatása ugyanolyan erős lesz, mint az elektromos kölcsönhatása. Az ezt jellemző méret a Planck-skála, ez 10^{-35} m. Ha gyorsítókkal megvalósított szuper-mikroszkóppal akarunk ilyen méretekig elmenni, akkor 10^{16} TeV energiáig kéne elmennünk: ehhez még nagyjából 15 nagyságrend hiányzik kísérleti berendezéseink felbontóképességében. Ennek ellenére a Mindenség Elmélete élénken foglalkoztatja a mai fizikusok fantáziáját.

A természettudományok történetében számtalan jelölt volt már a Mindenség Elméletének megtisztelő címére. A kémia fejlődésével, a tömeghatás törvényének felismerésével, a kinetikus gázelmélet sikerével úgy tűnt, a Mindenség Elmélete az atommodell: az anyag legkisebb alkotórészei az atomok, ezek vagy összetett molekulákat alkotnak kémiai kölcsönhatás révén, vagy fizikai kölcsönhatásban vannak az elektromágneses erők által, amely végső soron az anyagot is stabilizálja. Később kiderült, hogy az atomok maguk is felbonthatók, atommag és körülötte keringő elektronok alkotják. Aztán az atommag szerkezetét is megismertük, ezeket nukleonok (protonok és neutronok) alkotják, amelyeket egy addig nem ismert kölcsönhatás, az erős kölcsönhatás tart össze. S az út még tovább folytatódik: a protonok és nukleonok is részekből állnak, ezek a kvarkok, az őket összetartó, összeragasztó kölcsönhatás a gluonok közvetítésével jön létre. A többi elemi részecskét, így a nemrégiben felfedezett Higgs-bozont, valamint az elemi kölcsönhatásokat is egybevéve végül megalkothatjuk a mai fizika egyik legkiemelkedőbb szellemi alkotását, a Standard Modellt. A mai gyorsítóban végzett kísérletek mindegyike összhangban van a Standard Modell jóslataival.

[4]Az elektronvolt eV az az energia, amellyel az az elektron rendelkezik, amely áthalad egy 1V-os feszültségkülönbségen. A TeV a terra-elektronvolt, amely 10^{12} eV, vagyis ennek előállításához 10^{12} V feszültség szükséges. Ezt a gigantikus feszültséget nem egyszerre hozzák létre, hanem a részecskéket keringetik, és minden körben hozzáraknak valamennyit az energiájához.

A Standard Modell sok releváns fogalmat tartalmaz, ezek numerikus jellemzőit kísérletekből kell meghatároznunk. Ezért sokan gondolják úgy, hogy vannak még elemibb leírásai is az anyagnak. Ezek közül az egyik legnépszerűbb és legkonzisztensebb elmélet a húrelmélet: eszerint a látható világ egy tíz dimenziós képződmény három tér és egy idő dimenziós alterén foglal helyet, s ennek dinamikáját az ezen altérről induló és itt végződő tíz dimenziós húrok határozzák meg. Akármennyire is fantasztikusnak tűnik ez a leírás, a húrelmélet egy matematikailag jól definiált, a fizika elveivel teljes mértékben összeegyeztethető elmélet. Az elmélet önkonzisztenciája komoly megszorításokat jelent, s ennek mindössze öt típusú húrelmélet tud megfelelni. A húrelmélettel foglalkozó fizikusok úgy vélik, kell lennie egy még elemibb, s még konzisztensebb elméletének, az M-elméletnek (mother-elmélet), amely már csak egyetlen esetben lehet konzisztens. Ha ezt megtalálnánk, valóban meglenne a világ alapegyenlete, a Mindenség Elmélete.

Úgy tűnik tehát, hogy igen közel állunk a Mindenség Elméletének megtalálásához. De már most is "majdnem" ismerjük, hiszen az ismert húrelméletek is igen közel állnak az M-elmélethez. A húrelméletekkel nagyon sok mindent le tudunk írni, bizonyos feltételezések mellett eljuthatunk vele a Standard Modell által leírt világhoz is; ezen azonban még sok kutatnivaló van. A Standard Modellnek annyi hiányossága van, hogy nem tartalmazza a gravitációt, azonban ha azt kihagyjuk, vagy csak mint külső hatást vesszük figyelembe, a Standard Modell a ma megismerhető világ szempontjából tekinthető a Mindenség Elméletének. Ha tehát nem akarjuk leírni a 10^{-5} fm-nél kisebb távolságokon a világot, akkor, nagyjából 30 év kísérleti és elméleti munkájának eredményeképpen, kijelenthetjük, hogy pontosan tudjuk, hogyan is működik a világ. Úgy tűnik tehát, a legextrémebb helyzeteket kivéve, hogy megértettük a világot!

2.6 Minek van valódi, reális léte?

Tegyünk most egy rövid kitérőt, és a vizsgáljuk meg, szigorúan a tudomány nézőpontjából, hogy mik is a világ valódi, reálisan létező objektumai? Mit tekinthetünk fizikai létezőnek?

A kérdés persze régóta foglalkoztatja a filozófusokat, úgy tűnik, egyszerű válasz nem adható rá. Mint olyan sok esetben, itt is a legfontosabb kérdés az, hogy hogyan definiáljuk magát a kérdést. Egy rosszul definiált kérdés körül végtelen vitát lehet folytatni, hiszen mindenkinek igaza van, csak másról beszélnek. A tudományos, analitikus gondolkodás számára úgy tűnik, a létezés kérdése jól definiálható, amennyiben a megértés vezérfonalát követjük. Az előző fejezetekben arra jutottunk, hogy a megfigyelhető sokféle fogalom a releváns fogalmakból áll elő, ami azt jelenti, hogy nyugodtan *definiálhatjuk* a valódi, reális létezőnek a releváns fogalmakat – mindenesetre ez a természettudományok alapállása. A releváns fogalmakból ugyanis az azokra vonatkozó törvények segítségével felépíthető a rendszer összes fogalma. És ugyanúgy, amikor két almát látunk, akkor az almákat tekintjük független létezőnek, a két almát már a két almából felépülő összetett rendszernek ismerjük fel, az összetett, származtatott fogalmakat nem érdemes külön létezéssel felruházni. A

származtatott fogalom inkább következmény, maga nem olyan módon létezik, mint a releváns fogalmak.

Lehet ezt a hozzáállást kritizálni, és bírálni, de a természettudomány így gondolkodik. Richard Dawkins az "Önző gén" könyvében azt fejti ki, hogy nem az élőlények a valódi, reális létezők, azok csak az önző génjeik túlélőgépei. Ez a szemlélet, és ennek sikere jól jellemzi a tudományos gondolkodást, amelyben az elemi összetevőket tekintjük alapnak, a felépített "szervezet", legyen az bár olyan összetett, mint maga az ember, már csak az elemi összetevők működését megvalósító gépként említhető.

Kicsit zavarba ejtő, ha ilyen módon gondolunk önmagunkra: valójában csak egy túlélőgép vagyunk, amelyet a génjeink hoznak létre az evolúciós versenyelőny megszerzéséért. Sőt, a gének a DNS-ben tárolódnak, amelyek atomokból állnak, azaz mi magunk nem vagyunk egyebek, mint egy nagy halom hidrogén, oxigén és szén rendszer, némi egyéb adalékanyagokkal. Porból vagyunk és porrá leszünk. Egyszer hallottam egy orvost beszélni a halálközeli élményekről, úgy fejezte ki magát, hogy mindez csak az oxigénhiányos agyban lezajló elektromos jelenségek látszólagos megnyilvánulása. Maga a gondolkodás is ugyanez: a nagy anyaghalom belsejében futkározó elektromos impulzusok összessége.

Ha tehát a címben szereplő kérdésre akarunk megfelelni a kérlelhetetlen természettudomány eszközeivel, akkor minden összetett alakzat csupán az elemi részei provizórikus egysége, valójában nincs reális léte.

Ennél persze lehetünk kicsit kevésbé elvszerűek. A különböző tudományágak különböző szinteket tekintenek a saját "Mindenség Elméletüknek", azaz mást és mást tekintenek valódi létezőnek. Ekkor azt látjuk, hogy a fizikus számára nem létezik sem az unikornis, sem az elefánt, s így van ezzel a vegyész vagy a molekuláris biológus is. Az állatrendszertannal vagy evolúcióval foglalkozó tudós számára azonban a faj, esetleg az egyed a legkisebb elemi alkotórész: számára az elefánt létezik, az unikornis pedig nem. De hangsúlyozni kell, hogy a végső, elvi tudományos gondolkodás, annak ellenére, hogy mint effektív megközelítést jobb híján elismeri ezen fogalmak létezését, kizárólag csak mint egyszerűsítő feltevést fogadhatja el. Az állatokkal foglalkozó tudós természetesen tudja, hogy a faj egyedekből, az egyedek szervekből, a szervek sejtekből állnak, és a sort folytathatjuk a kvarkokig vagy a húrokig. Minden jelenség végső soron a húrok mozgása, s csak látszat az, hogy az elefánt felemeli az ormányát és trombitál vele.

Tulajdonképpen a tudomány ezen igen puritán létezés-felfogása miatt ért el sikereket. A legenda szerint Laplace, mikor bemutatta Mechanique Celeste tudományos művét Napóleonnak, s a császár megkérdezte, hol marad Isten ezekből az oldalakból, Laplace azt felelte volna, hogy nem volt szüksége erre a hipotézisre. A tudomány számára mindennek, ami létezik, komolyan bizonyítania kell jogosultságát erre, s ha kiderül, hogy valamiből áll, akkor lefokozódik a "jelenség" szintjére, amely a valódi létezők mozgásának következménye.

2.7 A húrelmélet és a nagymama pogácsája

Foglaljuk össze röviden még egyszer, hol is tartunk: a valódi világ bonyolult működését akkor érthetjük meg, ha megértjük az anyag összetevőit, egészen a legkisebb skálákon megfigyelhető Mindenség Elméletéig. Itt találjuk meg minden létezés gyökerét, amiből minden egyéb következik. Ha ezt a világot feltártuk, akkor ismerjük a világ legelemibb releváns fogalmait, ezzel minden egyéb leírható. Persze minél bonyolultabb egy rendszer, annál bonyolultabb a leírás, s előbb- utóbb csak számítógéppel, vagy még azzal sem lehet a bonyolult rendszer működését leíró összetett számításokat elvégezni, de ez nem számít, mert előbb- utóbb lesznek gyorsabb gépeink, okosabb módszereink, amivel aztán minden megjósolható lesz.

Mikor itt tartunk a gondolatmenetben, egyre határozottabban érezzük a konyhából ideáramló illatokat, a sajtos pogácsa elkészültére utaló jeleket. Át is megyünk oda, s a még meleg pogácsából falatozunk. De eközben valami furcsa és nyugtalanító gondolat kezd foglalkoztatni minket. Itt áll előttünk egy igen bonyolult kvark-gluon-elektron halom, a tálon sorakozó sajtos pogácsák személyében. Ezt a bonyolultsági szintet a húrelméletből vagy akár a Standard Modellből indulva is teljesen reménytelen feladat lenne leírni, a mai szuperszámítógépek a világegyetem életkorának sokszorosa alatt is csupán a töredékével birkóznának meg. A nagymama mégis megcsinálta egy óra alatt, ráadásul olyan módon, hogy a húrelmélet alapjaival sincsen tisztában, sőt mi több, azt még megmagyarázni sem igen tudjuk neki (ezt tapasztalatból tudjuk). Hogy képes hát kezelni ezt a kvark-halmot előttünk? Ráadásul mi magunk, bár a húrelméletben jóval jártasabbak vagyunk, a sajtos pogácsát mégsem tudnánk közel sem ilyen kiválóan megcsinálni.

Hibáztunk volna valahol a gondolatmenetben? Miért nem tudjuk mi a sajtos pogácsát leírni, bár ismerjük a világ legelemibb részeinek a viselkedését is, míg a nagymama enélkül is ragyogóan elboldogul? Tudjuk persze, hogy a sajtos pogácsa csak egy nagy húr-, illetve a Standard Modell számára egy nagy gluon- és elektronhalom. Emiatt nincs reális léte, azaz nem releváns fogalom. Ugyanakkor, ahogy itt falatozunk, mégiscsak azt érezzük, hogy a sajtos pogácsa igenis nagyon is releváns fogalom.

Végül kénytelen-kelletlen a következő megállapításokat kell tennünk: *nemcsak hogy az elemi részekből összeálló rendszerekben születhetnek olyan releváns fogalmak, amely a részeknek nem volt sajátja; de ráadásul az összetett rendszer fogalmainak semmi közük sincsen az elemi fogalmakhoz!* A nagymamának semmi szüksége a Standard Modellre, hogy a konyhában boldoguljon, a részecskefizikusnak meg nem kell tudni sajtos pogácsát sütnie a kutatásához. Úgy is mondhatnánk korábban bevezetett nómenklatúránkkal, hogy a Standard Modell releváns fogalmai, és a konyha releváns fogalmai gyökeresen különböznek, azaz a kettő más és más fixpontot képvisel.

De most álljunk meg egy pillanatra, mert úgy tűnik, végzetes ellentmondásba keveredtünk. Azt eddig is tudtuk, hogy az összetett rendszernek vannak saját fogalmai, azonban a bonyolult, összetett fogalmi rendszereket éppen azért bontottuk összetevőire, mert így egyszerűbb leíráshoz juthattunk. Sőt mi több, az

elemi összetevők segítségével magyarázatot is tudtunk adni az összetett rendszer jelenségeire, ezzel nem csak kvalitatív, hanem számszerűsíthető, kvantitatív megállapításokat is tehettünk. Egy óra esetében például a ketyegés ugyan csak a működő óra sajátja, de a ketyegés oka a kilincskerék kattogása, ezzel értjük meg magát a ketyegést is. A konyhában a nagymama sütőben sütötte a pogácsákat; a sütő számos részből áll, működése azonban nem érthető anélkül, hogy mondjuk a fűtőszálban az elektromos áram hőhatását ne értenénk. Ahhoz viszont a vezetési jelenségeket kell megértenünk, ahhoz ... hamarosan eljutunk a Standard Modellhez vagy a húrelmélethez. Hogyan jön hát össze a konyha és a húrelmélet a tudományos gondolkodás szerint? Az világos, hogy a húrelmélet alapján a konyha túl bonyolult rendszer. De hogyan érthető a konyha anélkül, hogy végső soron a húrelméletet, de legalábbis a Standard Modellt értenénk?

Az a gyanúnk alakul ki, hogy valahogy félreértelmeztük a "megértést", vagyis hogy nem igaz az, hogy a részek releváns fogalmainak ismerete kell az összetett rendszer megértéséhez! Ez a konyhában egészen biztosan így van, merthogy a nagymama nemcsak a húrelmélethez nem konyít, de a tűzhely működésének megértése terén sem áll biztos talajon. Mindössze annyit tud, hogy ha beállítja a hőfokot 200 fokra, akkor a pogácsa megsül, és finom lesz. Nem érdekli, milyen mechanizmus fűti a tűzhelyet, mert nem kell érdekelnie, a pogácsa készítésében egyszerűen nem fontos, nem releváns ez a kérdés.

Jó, akkor mit is tanultunk ebből? Egyrészt a konyha fogalmai a húrelmélet számára semmit nem jelentenek. Az a fogalom, hogy edény, nem létezik a mikrofizika szintjén. Ha nagyon akarjuk, talán le tudjuk írni, mint összetett fogalmat, de egyáltalán nem világos, mi különbözteti meg az edényt a görögdinnyétől. Az edény, a görögdinnye, a pogácsa és a nagymama irreleváns fogalmak a mikrofizika számára. S mivel irreleváns fogalmak, semmi nem utal arra, hogy miért pont az egyik anyaghalom az edény, a másik a nagymama, és nem fordítva, mikor mindkettő húrokat tartalmaz. A húrelmélet szempontjából minden ilyen anyaghalom végtelenül bonyolult, minél több anyagot, húrt tartalmaz, annál inkább. Ha annak ellenére, hogy a húrelméletben az edény, a pogácsa és persze a nagymama irreleváns fogalmak, de tapasztaltunk szerint mégiscsak fontosak valamilyen szempontból, akkor csak egy másik fixpont saját törvényszerűségeinek szülöttje, önkonzisztens releváns fogalmak lehetnek.

De nem csak a makroszkopikus fogalmak irrelevánsak a mikroszkopikus világ szempontjából, hanem fordítva is így van. Annak ellenére, hogy magyarázatnak megfelelők, a mikroszkopikus fizika fogalmai irrelevánsak a makroszkopikus világ számára. Például az anyag atomos felépítése teljesen irreleváns a mindennapi életünk számára. Ha nem így lenne, éppoly evidencia lenne az atomok léte, mint mondjuk a víz folyékonysága. De nem az, az atomok létét még a huszadik század egyes komoly gondolkodói is elvetették (l. Mach), mint amire nincs bizonyíték. Tehát, annak ellenére, hogy a mikroszkopikus fixpont fogalmaiból valahogy következnek a teljes rendszer fixpontjai, közvetlenül már nem relevánsak.

Ezt a kettősséget, a makroszkopikus és a mikroszkopikus fixpontok különbségét azzal szemléltethetjük legjobban, ha megmutatjuk, hogy a kettő nem szükségszerűen határozza meg egymást. Azt mondtuk, az óra működését

azzal érthetjük meg, ha a szerkezetek működését megértjük. Csakhogy egy mai órában nem tudjuk, mit fogunk találni, rugós-fogaskerekes mechanikát, vagy egy kvarckristályt; mégis mindkettő ugyanúgy óra, bár a belső megvalósítás igencsak különböző. Az óra mint jelenség tehát nem azonosítható be egyik "mikroszkopikus" fixponttal sem: különálló fogalmi kör, külön fixpont, amely több módon megvalósítható. Hasonló jelenséget kapunk, amikor a számítógépet elemezzük. Egy program működése persze az áramkörök működésére vezethető vissza, de az áramkörök nem határozzák meg a programot, és egy adott program különböző architektúrákon is futhat. Sőt, tovább is mehetünk: egy adott feladat többféle programnyelven is bekódolható. Mindez azt mutatja, hogy a hardware, a programnyelv és a megvalósult program működése három különálló fixponttot képvisel.

Mindez így utólag elég evidensen hangzik. Ám amikor a tudomány eszközeivel "fentről lefelé" haladtunk, azaz egyre kisebb és kisebb skálák világát ismertük meg, akkor a kiinduló rendszert természetesen ismertük, hiszen az a mi világunk volt, annak fogalmai számunkra természetesen vannak jelen. A részrendszerre való bontástól azt vártuk, hogy ezen fogalmak között összefüggést teremtsen, és akkor fogadtuk el "magyarázatnak", ha ez sikerült neki. A konyhában például edények vannak, tűzhely, alapanyagok. A konyha ezek összessége, ezt jól tudjuk. Az edény "működéséhez" az kell, hogy világos legyen, hogy az edény egy fémrészből és egy nyélből áll, a fémrész jól vezeti a hőt, és magas az olvadáspontja, ezért nyugodtan a tűz fölé helyezhetjük, a nyél rossz hővezető, ezért nyugodtan megfoghatjuk. Ha jó edényt akarunk csinálni, akkor ezeket a szempontokat kell figyelembe venni. Az, hogy az edény amúgy arra való, hogy levest főzzünk benne, nem tartozik a "megértéshez". Ezért, amikor a részrendszerek szintjén kezdjük leírni a dolgokat, akkor sorra elfelejtjük azokat a fogalmakat, amelyek a makrorendszer részeit képezték, hiszen mindig azt tekintjük kiindulásnak, megmagyarázandó fogalomnak. Ezzel azonban lassan, de biztosan egyre messzebb kerülünk attól a fogalmi kerettől, amely az eredeti rendszert leírja. S ezzel csak akkor szembesülünk, amikor már annyira messze kerültünk tőle, hogy már teljesen felismerhetetlenek lesznek a makro fogalmak a mikro fixpontban.

A világ tehát nem egészen úgy működik, mint azt korábban sejteni véltük, azaz a legelemibb Mindenség Elmélete, és annak releváns fogalmai ismerete még nem elegendő. A világ különböző fixpontok sokaságából áll, amelyeket, legalábbis az anyag szerkezetének vizsgálatánál, különböző hosszúságskálákon ismerhetünk meg. Minden fixpont következménye az alulfekvő fixpontnak, azonban olyan releváns fogalmakat tartalmaz, amelyek az alulfekvő fixpont számára irrelevánsak voltak.

Ha a világot 10^{35}-szörös nagyításban néznénk, akkor a húrelmélet és a kvantumgravitáció világát látnánk, a releváns fogalmak a húrok és az arra vonatkozó kölcsönhatások. Az LHC mint szuper-mikroszkóp a világot 10^{18}-szoros nagyításban mutatja. Ott a releváns fogalmak a Standard Modell fogalmai a maga részecskéivel, kvarkokkal, Higgs bozonnal, gluonokkal, elektronnal, tau-részecskével, és így tovább. Húroknak már nyoma sincs (ezért nem lehet az LHC-vel felfedezni a húrelméletet). 10^{15}-szörös nagyításnál a

kvarkokat már nem látjuk, helyette nukleonokat (protont és neutront), és atommagokat látunk. 10^{10} nagyítás mellett az atommag fel sem tűnik, helyette atomokat veszünk észre. Ahogy továbblépünk molekulákat, majd vírusokat, sejteket látunk, míg 1-szeres nagyítás mellett az emberi léptékhez érünk. Az Univerzum skáláit láthatjuk az 2. ábrán. És minden skála fogalmi köre független

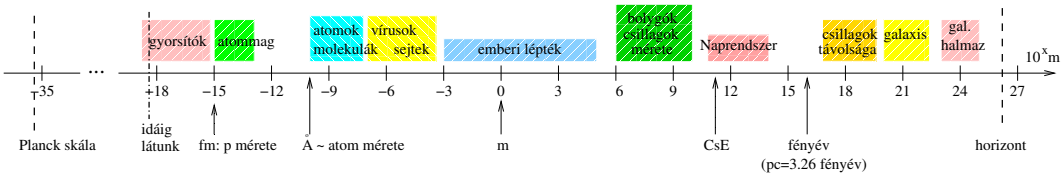

Figure 2: Skálák az Univerzumban. CsE≡ Csillagászati Egység (Au ≡ Astronomical Unit) = $1.5 \cdot 10^{11}$ m, a Nap és a Föld átlagos távolsága.

a korábbi skáláétól! Mindegyik önállóan létező, külön fixpontként is megállja a helyét. A korábban egységes világunk szétesett tehát, és egymástól többékevésbé független egységekként jelentkezik.

2.8 Önkölcsönható rendszerek

Amit az előző fejezet végén mondtunk, azt elfogadhatjuk mint evidenciát, de megérteni mégsem egyszerű. Azt állítjuk tehát, hogy két alma más mint kétszer egy alma? Miért? Egy óra más, az órát azért készítjük, hogy mutassa az időt, bármilyen szerkezeti megvalósítás (ingaóra, toronyóra, rugós óra, kvarcóra, atomóra, stb.) esetén is. Az óra esetében mi magunk álltunk a háttérben, valójában azt gondolhatjuk, hogy az óra a mi emberi fogalmunk, ezért mi abból a célból hozzuk létre a gépet, hogy ezt a fogalmat megtestesítse. De mehet mindez magától, bármiféle "célszerűségi" elvtől mentesen?

Ez a fejezet arra szolgál, hogy leírja, a fentiekben kvalitatíve megfogalmazott problémakört a mai fizika milyen eszközökkel képes kezelni. Amit demonstrálni fogunk itt az az, hogy az önkölcsönható rendszerekben a mikroszkopikusan betett kölcsönhatásokhoz képest új típusú kölcsönhatások jelennek meg, az eredetileg figyelembe vett kölcsönhatások erőssége pedig megváltozik, akár nullára is. Itt több, kissé matematikaibb megközelítést is használunk; akinek nem fűlik a foga ilyen kalandokhoz, nyugodtan átugorhatja ezt a fejezetet.

Szóval hogy is lehet, hogy "két alma más mint kétszer egy alma"? A legegyszerűbb eset, amikor ez megtörténhet, ha az egyik alma árnyékba borítja a másikat, mondjuk egy almafán, és ez lassabban érik meg. Ha az almák függetlenek lennének, az árnyékolás jelensége nem jelenne meg, az árnyékolás tehát az egyik legegyszerűbb olyan jelenség, amely csak egy összetett rendszerben jelenik meg. Gondoljuk hát végig, az árnyékolás milyen jellegű hatással lehet egy rendszerre.

2.8.1 Árnyékolás

Kezdjük azzal, hogy elképzeljük, hogy a távolban látjuk egy zseblámpa fényét, amely egyenesen felénk irányul. A lámpa abszolút fényességét (fényerejét), azaz hogy milyen fényesen világít valami számszerűsíthető adattal jellemezhetjük. Ha a zseblámpával világítunk, ez a fényesség szétoszlik egy nagyobb felületen, ezért távolodva egyre gyengébbnek érzékeljük a fényét (egy lézer esetén, mivel az igencsak kis szögben szóródik szét, alig csökken ez a fényerő). Ha van nálunk fénymérő, meghatározhatjuk a lámpa eredeti fényességét, ha megmérjük a látszólagos fényességét, valamint figyelembe vesszük a távolságot, és hogy mekkora felületre oszlik szét a lámpa fénye. Ha jó mértünk, akkor bármilyen távolságon is határozzuk meg a lámpa fényességét, mindig ugyanazt az eredményt kapjuk. A csillagászatban így határozzák meg egy csillag abszolút fényességét: megmérik a látszólagos fényességét és a távolságát, majd feltételezve, hogy a csillag fénye egyenletesen oszlik el egy gömbfelületen, meghatározható az eredeti fényerő.

Tegyük azonban fel, hogy a levegőben apró rovarok röpködnek, vagy éppen por száll. A rovarok teste és a por leárnyékolja a fényforrásokat, ezért halványabbnak tűnnek, mint amilyenek eredetileg voltak. Aki a számszerűbb levezetésre is kíváncsi, lapozzon a A fejezethez. De a pontos képlet nélkül is világos, hogy elég nagy tömegben áramló rovarok vagy por lefogja a lámpa fényét.

Ezek után azonban, ha ketten különböző távolságban mérik a látszólagos fényességet, és a lámpa fényerejére következtetnek, akkor különböző eredményre jutnak. Ez a két ember, méréseiket összehasonlítva azt kell megállapítsa, hogy a zseblámpa abszolút fényessége *távolságfüggő*. Egy nagyon távoli megfigyelő már lényegében semmit nem lát a zseblámpa fényéből.

Ilyen árnyékoló hatás nagyon általánosan jelen van. Bármilyen kölcsönhatás is van a forrás (fent a fényforrás) és a tömegesen jelen levő szennyezés (fent a rovarok vagy a por) között, minden esetben számolnunk kell a forrás erősségének változásával. Ez, igen ritka esetekben lehet erősödés is, azaz "anti-árnyékolás", ilyen az erős kölcsönhatást leíró kvantum színdinamika esete. De tipikusan az árnyékolás csökkenti a forrás erősségét. Az elektromos kölcsönhatásban például az elektromos töltés leárnyékolódik azzal, hogy magához vonzza a közegben óhatatlanul jelen levő ellentétesen töltött objektumokat, port, ionokat, az azonos töltésűeket pedig taszítja. Egy megdörzsölt, és ezzel elektromosan feltöltött műanyag tárgy például töltését igen hamar elveszti azáltal, hogy a magához vonzott pornak átadja a töltését, majd, miután most már azonos töltésűek lettek, eltaszítja magától.

Az ilyen különálló, kívülről adott forrás esetén, tudván, hogy például a zseblámpa fényereje nem lehet távolságfüggő, a forrás erősségének látszólagos távolságfüggéséből az árnyékolási mechanizmusra deríthetünk fényt. Ez az árnyékolási mechanizmus szerves részét képezi e rendszerünknek, azaz a rendszerre vonatkozó törvényeket az árnyékolást is figyelembe véve kell megfogalmaznunk.

A bonyodalom akkor kezdődik, mikor a szennyeződés maga forrásként is

működik. Például a töltés leárnyékolásánál az ionok maguk is töltöttek, a semleges molekulákban pedig töltésmegosztás révén szintén kialakul valami elektromos szerkezet. Ezek az ionok tehát egyrészt árnyékolnak, másrészt források is. A többi ion töltését igyekeznek leárnyékolni, de maguk is töltést visznek a közegbe. Az árnyékolási mechanizmus így meglehetősen komplikálttá válik. Ha most megkérdezzük, hogy mekkorának is mérjük egy-egy ilyen ion töltését egy adott távolságban, már egyáltalán nem egyszerű a válasz. A pontos válaszhoz az összes többi töltés helyét tudnunk kellene, ami azonban lehetetlen, különösen, mert a töltések állandóan mozognak. Megtehetjük, hogy az áramló töltések árnyékoló hatását átlagosan vesszük csak figyelembe, akárcsak feljebb a rovarok árnyékolásánál. De olykor ez nem elég, és a körül mozgó töltések pontosabb leírása kell. Ilyen esetekben váratlan kollektív jelenségeket tapasztalhatunk, amelyeket "kritkus" jelenségeknek neveznek – ezek a mai napig aktívan kutatott területek.

Próbáljuk elképzelni, hogy milyen módon lehetne ilyen anyagra érvényes törvényeket kitalálni. A mikroszkopikus leírásban minden egyes ion mozgását követnünk kell, azt is figyelembe véve, hogy ionok keletkezhetnek és semlegesítődhetnek. Ez ugyan nagy feladat, de egy mai számítógéppel már elég jó esélyeink vannak. Hogy a valóságot pontosan írjuk le, ismernünk kell az ionok között ható erőket. Ez távoli ionok esetén egyszerű, azonban a közeli ionok esetén az ionok belső szerkezete komolyan befolyásolja a fellépő erőket. Ezért a feladat praktikus kezeléséhez választanunk kell egy idő- és térskálát, az annál közelebb levő ionokat nem tekintjük különállónak. Jelöljük ezt a féligmeddig önkényes "legkisebb" távolságot a-nak, hogy később hivatkozhassunk rá. Ezek után fel tudjuk írni azt a modellt, amelyben a töltött ionok mozgását követjük. Ez a modell már alkalmas arra, hogy beindítsuk a számításokat, és az ionok rendszerében mindenféle fizikai kérdésre válaszoljunk.

Ez a fajta praktikus megközelítés több kérdést is felvet. Mondhatja bárki, hogy minek kell ilyen "legkisebb távolságot" feltenni, induljunk ki az atomi méretekből, és használjuk az atom szerkezetét. Igenám, de ott is kell valami "legkisebb skála", hiszen az atomi erőket is csak közelítőleg ismerjük, mert az atommag felépítésétől függ azok pontos értéke. Ha azt is figyelembe akarjuk venni, akkor a nukleonok belső felépítését kellene ismernünk, és így tovább, mindig valami új szerkezet fizikáját kellene tekintetbe vennünk. Ha pedig igen kis távolságokra kerülünk, ott már a vákuum szerkezete is beleszól a számításokba, amely maga is egy virtuális soktestprobléma – a részletekbe ne menjünk bele. A lényeg, hogy ha a vákuummal is számolni akarunk, már szükségszerűen kell valami skálát rögzítenünk. Emiatt, annak ellenére, hogy a skálaválasztás kissé túl ad hoc módszernek tűnik, egyszerűen nem lehet jobban csinálni, nem úszhatjuk meg valamilyen "legkisebb méret" választása nélkül.

A másik kérdés az, hogy a "legkisebb méret" nincs rendesen definiálva. Lehet, hogy én 1 nm-nek (azaz 10^{-9} m-nek) akarom választani, de a barátom szerint 5 nm az ideális választás. Az én skálámat használva már az 1nm és 5nm között is van valamekkora árnyékolás. Ezért ha ugyanazt a rendszert akarjuk leírni, a barátomnak az 5nm-es skálaválasztása esetén már más, árnyékolódott töltéseket kell figyelembe vennie. Ezért az elemi összetevők q

forráserőssége (vagy töltése), amelyet a számításoknál használnunk kell, függ attól, hogyan választjuk a-t. Ha én a_0 legkisebb méretválasztás esetén skálán q_0 forráserősséggel dolgozom, a barátom pedig szeretne valamilyen ettő eltérő a skálán dolgozni, akkor neki valamilyen a-tól függő értéket kell választania, jelöljük ezt $q(a)$-val. A $q(a)$ és q_0 különbsége tehát abból ered, hogy a két skála közötti árnyékolást figyelembe vettük. Ha jól csináltuk a számításokat, akkor a barátom modellje ugyanazokat a mérési értékeket szolgáltatja, mint az enyém. Mondjuk az anyag elektromos ellenállására ugyanazt a jóslatot adjuk mindketten.

Tehát kaptunk egy $q(a)$ függvényt, amely leírja ezt a megfelelő választást egy adott a skálán. Milyen jellegű ez a függvény? Egy kívülről behelyezett fényforrás vagy töltés esetén exponenciális csökkenést fogunk kapni $q(a) \sim e^{-\kappa a}$ (l. A függelék). Ha minden test forrás és árnyékoló is egyben, azaz önárnyékolás esetén kissé megváltozik ez a függvény. Ha két töltés közelebb van, akkor több töltést látnak egymásból, de ekkor az árnyékolás is erősebb lesz, vagyis kis távolságokon "meredekebb" az árnyékolási görbe. Ha távol vannak, akkor a másik töltés erőssége gyengébb, de ez azt is jelenti, hogy az árnyékoló hatása is kisebb, a $q(a)$ görbe tehát "laposabb". Hogy egy konkrét formulát adjunk levezetés nélkül, az elektrodinamikai árnyékolására érvényes képlet

$$q^2(a) = \frac{1}{\beta \log \Lambda a},$$

ahol β és Λ valamilyen állandók. Egy önárnyékoló modellben érvényes árnyékolt, távolságfüggő töltés nagyságát mutatjuk be a 3 ábrán. Ez a képlet meglehetősen

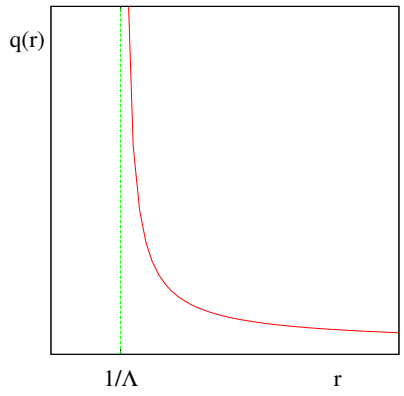

Figure 3: Önárnyékoló modellben megfigyelhető árnyékolt töltés a távolság függvényében.

tipikus az önárnyékoló rendszereknél. Ahogy a képlet és az ábra is mutatja, a skála növelésével a forrás erőssége csökken, azaz a forrás árnyékolódik.

Fordított irányban, hogy ha a csökken, akkor a forrás erőssége nő, azaz közelebbről nagyobb töltést látunk, ez érthető. A furcsa a képletben az, hogy

ha a eléri az $1/\Lambda$ értéket, akkor a töltés kifejezése végtelenhez tart, ezt az ábrán is láthatjuk. Ezt a skálát hívják Landau-pólusnak, ennél közelebb az adott modell keretén belül maradva nem mehetünk[5], ott az elektrodinamika leírása érvényét veszti. Az elektrodinamika tehát nem lehet érvényes tetszőleges kis méretekben, csak egy bizonyos méret felett. Ez lehet az a skála, ahol a húrelmélet fogalmai komolyan éreztetik hatásukat.

Hogy még egy részletre felhívjuk a figyelmet: ha $\beta < 0$, akkor pozitív töltést csak $a < 1/\Lambda$ távolságokon látunk. Ebben az esetben a leírás csak egy bizonyos skáláig, és nem egy adott skálától érvényes, azaz itt nem választhatunk végtelenül nagy skálát. Ez együtt jár azzal, hogy a növelésével q nő, nem pedig csökken, mint a szokásos árnyékolás esetében. Ez a a furcsa jelenség az "anti-árnyékolás", ami például a kvarkok kölcsönhatásáért felelős erős kölcsönhatásban figyelhető meg. Érdekes, hogy itt választhatunk akár nulla legkisebb méretet is, azonban ez mégsem oldja meg a méretválasztás problémáját, mert nulla méretnél a forrás erőssége is nulla lesz[6]... Azaz itt tulajdonéppen a "semmi" anti-árnyékolásából adódik minden jelenség.

2.8.2 Új kölcsönhatások

Amiről eddig beszéltünk, az a forrás erősségének megváltozása az árnyékolás hatására. Van azonban még egy jelenség, amelyet a "legkisebb skála" választása felvet.

Képzeljük el, hogy a zseblámpás példánknál olyan rovarok tömege árnyékolja el a zseblámpa fényét, amelyek a fényforrás felé röpülnek – amúgy a "valódi" rovarok esetén tényleg ez a helyzet. Amíg egy zseblámpa fényét figyeljük, akkor kapunk valamilyen távolságfüggő forráserősséget, ezt beszéltük meg az előző fejezetben. De most képzeljük el, hogy valahol máshol, az eredeti fényforrástól függetlenül bekapcsolnak egy igen erős reflektort. A levegőben röpködő rovarok érzik az újonnan bekapcsolt erős fényt, az vonzza őket, és mind egy szálig odarepülnek. A levegő "megtisztul", és mi az eredeti forrás, a zseblámpa fényét hirtelen sokkal erősebbnek látjuk.

Itt valójában az történt, hogy az árnyékolási mechanizmus, amely eredetileg két szereplős történet volt (a forrás és a megfigyelő), megváltozott egy harmadik szereplő jelenléte miatt. Vagyis a két-test kölcsönhatás helyett hirtelen egy három-test kölcsönhatást látunk. Mégpedig egy olyat, amely nem lépett volna fel, ha nincsenek a levegőben röpködő rovarok, vagy ha azok mozgását nem befolyásolta volna a fény.

Vagyis azt találjuk, hogy a közegtől függően nem csak a forrás erőssége tud megváltozni, hanem *új típusú kölcsönhatások* is megjelenhetnek. Ez a közvetett hatás a gyakorlatban is nagy szerepet kap, mert ezzel például egy harmadik töltéssel vezérelhető egy töltéspár kölcsönhatása. Ez képezi például a tranzisztorok, így végülis a mai modern technika alapját. Konkrétan a térvezérelt (MOSFET) tranzisztorokban a bázisra helyezett feszültséggel szabályozhatjuk

[5] Az elektrodinamikában ez a távolság rendkívül kicsi (kb 10^{-293} m), azaz nem játszik fizikai szerepet.

[6] Ezt nevezik aszimptotikus szabadságnak.

az emitter és kollektor közötti vezetőképességet, így vezérelhetjük a kollektor kört. Egy másik ilyen jelenség az, hogy bár vákuumban két fénysugár kölcsönhatás nélkül átmegy egymáson, anyagban már befolyásolják egymást, szóródnak, megváltozik a frekvenciájuk, irányuk. Hasonló jelenségek képezik a nemlineáris optika alapjait.

Ez a jelenség egészen általánosan megfigyelhető, ha valamilyen önkölcsönható rendszert nézünk. Mit eredményez ez? Térjünk vissza az előző példánkhoz, ahol egy töltésekből álló anyag törvényeit akartuk leírni. Ahogy szó volt róla én a "legkisebb méretnek" 1 nm-t választottam, a barátom pedig 5 nm-nek. Megbeszéltük, hogy az 1nm és 5nm között fellépő árnyékolás miatt a barátomnak más nagyságú töltésekkel kell számolnia. De most még valamit tennie kell, hiszen az árnyékolás a *három test kölcsönhatás bevezetését is kikényszeríti.* Sőt, a fenti logika alapján négy-, öt, sőt akárhány test kölcsönhatást is látnunk kell. Barátomnak tehát nem csupán megváltozott forráserősséggel kell számolnia, amelyet a $q(a)$ függvénnyel jellemeztünk, hanem bizony sokkal bonyolultabb kölcsönhatásokat is figyelembe kell vennie...

A barátom azonban nem adja fel, és a következőképpen érvel. Igaz az, hogy az én 1nm-es skálaválasztásomhoz képest neki a több test kölcsönhatását is figyelembe vevő, sokkal bonyolultabb rendszerrel kell dolgoznia, de hát nekem is ugyanezt kéne tennem, ha mondjuk egy 0.5nm-es skálán felírt rendszerből indultunk volna. Mivel nincs kitüntetett skála, semmi nem indokolja, hogy én egyszerű kölcsönhatásokkal számoljak 1nm-en, és csak neki kell bajlódnia bonyodalmakkal 5nm-en. Igenis, nekem is az összes test kölcsönhatását figyelembe vevő elméletet kell felírnom!

Sajnos a barátomnak igaza van. Na de akkor én hogyan írjam fel a törvényeket? Amíg én egyszerű két test kölcsönhatásból indultam, meg tudtam mondani az árnyékolás figyelembe vételével, hogy a barátomnak milyen kölcsönhatásokat kell figyelembe vennie. De ha nekem is bonyolult elméletet kell kezelnem, ki fogja megmondani nekem ezen kölcsönhatások erősségét??

Úgy tűnik, a helyzet teljesen elbonyolódott. Bármely skálát is választok, mindig valami nagyon komplikált, tetszőlegesen sok test kölcsönhatásából felépülő elméletet kell használnom. Ha a barátom más skálát választ, akkor én a bonyolult rendszerben érvényes árnyékolási mechanizmus alapján ki tudom számítani, hogy neki milyen erősségű kölcsönhatásokat kell figyelembe vennie. Vagyis oda jutottunk ezen gondolatmenet végsőkig való elvitele esetén, hogy akármelyik skálát választottam is, mindig az összes lehetséges kölcsönhatást figyelembe kell vennem, de ha a barátom más skálát választ, meg tudom mondani, neki milyen erősségű kölcsönhatást kell választania ahhoz, hogy ugyanazt a rendszert (ugyanazt a "fizikát") írjuk le, azaz ugyanazokat a jóslatokat adjuk a mérésekre. Tulajdonképpen mindegy tehát, melyik skálát választjuk, a különböző skálákon adott elméletek egyenrangúak, ekvivalensek, csupán a kényelem diktálja, hogy melyiket válasszuk éppen.

Ha a világ egészére megtalálnánk bármely skálán ezt a komplikált, végtelen sok kölcsönhatást tartalmazó elméletet bármely skálán, akkor minden fogalom értékét meg tudnánk határozni minden körülmények között. *Ez lenne az igazi Mindenség Elmélete!* Igaz, hogy ez az elmélet igencsak bonyolult, de bármely

skálán működőképes.

Igenám, de egy végtelenül bonyolult, végtelen sok kölcsönhatást tartalmazó elméletet hogyan azonosítsunk be? Egyáltalán hogy nézne ki ez az igazi Mindenség Elmélete? Szerencsére sok mindent tudunk róla. Ha a Standard Modell skáláján néznénk, akkor majdnem pontosan úgy, mint a Standard Modell! Valóban, a Standard Modellt pontosan úgy határoztuk meg, hogy az ő saját skáláján minden jelenségről számot adjon. Ahogy korábban fogalmaztunk, minden, az adott skálán érvényes releváns kölcsönhatást tartalmaz, azaz ami kimaradt, az szükségképpen kis erősségű, numerikusan elhanyagolható. A húrelmélet skáláján a Mindenség Elmélete húrelméletnek néz ki nagy pontossággal, az atomok skáláján pedig atommodellnek. A Mindenség Elmélete tehát, ahogy a skálát változtatjuk, sorra úgy néz ki, mint azok a modellek, amelyek fix releváns kölcsönhatásokkal dolgoznak (azaz fixpontok). Ennek, ahogy láttuk, matematikai oka van, mégpedig az, hogy a korábbi releváns kölcsönhatások lassan leárnyékolódnak, erejüket vesztik, helyettük új, a nagyobb skálás rendszer kollektív jelenségeiről számot adó kölcsönhatások lesznek a relevánsok. Mindez, ha pontosan tudnánk a kölcsönhatásokat, tiszta matematikai eszközökkel kezelhető lenne.

A valóságot ténylegesen leíró Mindenség Elmélete tehát számos fixpontot tartalmaz, de mindegyikben a releváns kölcsönhatások mellett igen sok, az adott körülmények között irreleváns kölcsönhatást is. Ez a bonyolult, számtalan kölcsönhatást tartalmazó elmélet azonban mégis teljesen determinisztikus. Gyakorlati számításokra a sok bonyolult kölcsönhatás persze nemigen alkalmas, de elvileg tökéletesen számolható elméletről van szó.

Milyen jó lenne ismerni ezt az elméletet! De hát miért nem határozzuk meg az összes irreleváns kölcsönhatás erősségét is? Vagy legalábbis, mivel az "összes" kölcsönhatás végtelen sok lehetőséget takar, legalább véges számút közülük? Ha ezt meg tudnánk tenni, egyre pontosabban ismernénk a Mindenség Elméletét, és közelebb kerülnénk ahhoz, hogy minden skálán ismerjük a világ működését.

Igenám, de az irreleváns kölcsönhatásoknak pont az a lényege, hogy elenyésző hatásuk van. Gondoljunk a nagymama ügyködésére a konyhában: hogy a nagymama pogácsát süt vagy kakaós csigát, igencsak csekély befolyást gyakorol arra, hogy az asztalon megfigyelt golyónk hogy fog mozogni. Erre még becslést is nehéz adni, de alig hiszem, hogy a 20. tizedesjegynél jobban befolyásolnák az eredményt. Ilyen pontosan egyszerűen nem lehet mérni! Nem fogjuk tudni a golyó mozgásának méréséből meghatározni, mit süt a nagymama. Ehhez olyan kölcsönhatást kell választanunk, amely ebben a kérdésben releváns. Például beleszaglászunk a levegőbe.

Amellett, hogy csekély a hatásuk, az irreleváns kölcsönhatásból végtelen sok van, hiszen ezek pont azok, amelyek *nem fontosak*. Ezekből pedig tényleg nagyon sok van; csak hogy egy igencsak szűk szeletét mutassam be ennek: a nagymama süthetne bármilyen ételt a konyhában, a szomszéd is, bárki a Földön: egyik sem fogja befolyásolni a golyónk mozgását jobban, mint ez a bizonyos 20. tizedesjegy. Ha ki is tudnánk mérni a mozgást ilyen pontosan, nem tudnánk, minek tulajdonítsuk az eltérést.

Úgy tűnik tehát, hogy a valódi Mindenség Elméletét sokkal nehezebb meg-

találni, mint azt az analitikus tudomány sugallta. Míg a húrelmélet vagy a Standard Modell az adott skálán érvényes releváns kölcsönhatásokról ad csak számot, a valóságos Mindenség Elméletében az irreleváns kölcsönhatásokon keresztül a húrelmélettől egészen a nagymamáig minden skála, minden fixpont, minden elképzelhető vagy elképzelhetetlen kölcsönhatás képviselteti magát, ám ezek túlnyomó része adott skálán mint látens, irreleváns kölcsöhatás jelentkezik csupán.

Az igazi kérdés tulajdonképpen az, hogy mennyire fontos ismerni a pontos Mindenség Elméletét? Nem elegendő, ha valamilyen skálán ismerjük az összes releváns kölcsönhatást? Erre keressük a választ a következő fejezetekben.

2.9 Lentről felfelé, azaz építsük fel a világot

Aki nem olvasta el az előző fejezetet, annak számára egy rövid összefoglalás: azt láttuk, hogy a valódi Mindenség Elméletének nem csak az egy-egy adott skálán fontos, releváns kölcsönhatásokat kell tartalmaznia, hanem az *összes lehetséges kölcsönhatást*, azaz (végtelen sok) irreleváns kölcsönhatást is. Ugyanakkor egy adott skálán adott elméletből matematikailag, egzaktul meghatározható a kölcsönhatások erőssége más skálákon. Mindez egy tökéletesen zárt, logikus rendszert képvisel, ahol egyetlen skálán tökéletesen ismerve az elméletet más skálákon is tökéletes leírást tudunk adni. Az igazi Mindenség Elméletében tehát a kvarkok rettentően gyenge irreleváns kölcsönhatások formájában tudnak arról, hogy mondjuk éppen a pogácsában foglalnak helyet.

A valódi világban a skála változtatásával hol ez, hol az a kölcsönhatás válik relevánssá. De ha úgy találtuk, hogy bizonyos skálákon adott kölcsönhatások relevánsak, azaz erősek, a többiek gyengék, akkor a skála kis változtatásával feltehetőleg nem változik sokat ez a kvalitatív megállapítás. Ha csak azok a releváns kölcsönhatások lennének a világon, amelyek az adott skálán fontosak, jó ideig nem vennénk észre semmit. Azt az idealizált világot, ahol csak a releváns kölcsönhatásokat tartjuk meg, korábban fixpontnak neveztük. A fixpontok egy jól meghatározott fogalomkörrel dolgozó tudományos diszciplínát képviselnek, tulajdonképpen a fixpontok környékének leírására alakulnak ki az egyes tudományágak. A valódi világ tehát a skála változtatásával megközelíti ezen fixpontokat, majd utána, az irreleváns erők felerősödése miatt, elhagyja azt; ez azt jelenti, hogy a világot a skála változtatásával hol ez, hol az a tudományág tudja a legpontosabban leírni.

Nem azért nem használják a kémiában a részecskefizika nyelvét, mert nem elég "elvszerűek" a vegyészek, hanem mert a részecskefizika fogalmai egyszerűen nem relevánsok számukra. A kémia fogalmai következnek a részecskefizikai fixpont kölcsönhatásaiból; ugyanakkor nemcsak arról van szó, hogy bonyolult a levezetésük (ami persze igaz), de még inkább az a helyzet, hogy a részecskefizika fogalmai semmiféle útmutatást nem tartalmaznak arról, milyenek is a kémia felépítéséhez szükséges fogalmak, mert ezek irrelevánsok a részecskefizika szintjén.

Ha a kölcsönhatások erősségének absztrakt terében nézzük, akkor valójában a valódi világ a skála változtatásával össze-vissza bolyong ebben a térben,

hol egyik, hol másik sarkába térülve, attól függően, melyik kölcsönhatás az erős éppen. Ezt sematikusan ábrázolhatjuk is, ez látható a 4 ábrán. Az

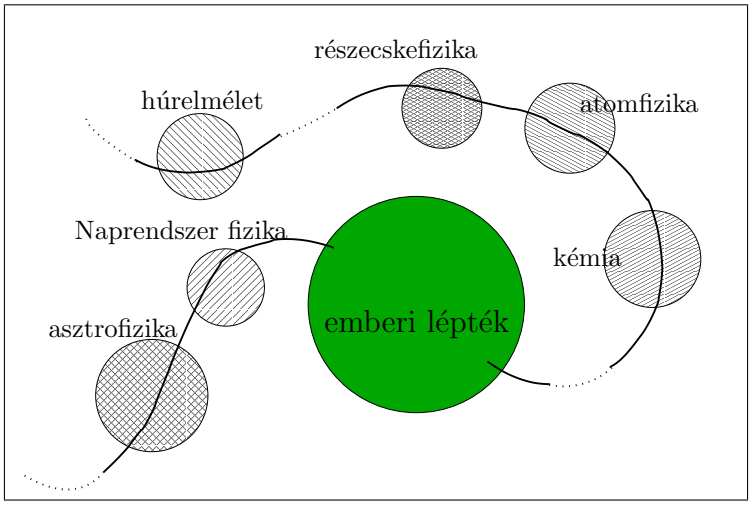

Figure 4: A világunk leírása különböző skálákon. Időnként fixpontok környékére érünk, ott stabil tudományágak alakulhatnak ki, ezek közül néhányat feltüntettünk az ábrán. Az emberi léptéken sokféle tudomány alakulhat ki, erre később visszatérünk.

ábrán bejelöltük azokat a tudományágakat, amelyek az adott skála világának megértéséhez szükséges fogalomkészlettel rendelkeznek.

A 4 ábrán látható vonal az igazi Mindenség Elméletének skálafüggését írja le. Ha bármely skálán ismernénk tökéletesen, akkor mindent tudnánk, minden jelenséget meg tudnánk érteni. A Mindenség Elméletének meghatározásához azonban meg kellene határozni az összes irreleváns kölcsönhatás erősségét. Már egyetlen irreleváns kölcsönhatás esetén is mérési nehézségekbe ütközünk, hiszen a kimérendő hatás igen-igen csekély, ehhez járul még az a probléma, hogy irreleváns, azaz nem fontos hatásból végtelen sok van. Emiatt nyugodtan kijelenthetjük, hogy a fenti értelemben vett igazi Mindenség Elmélete nem meghatározható, még végtelenül pontos mérési képesség esetén sem, a mérendő mennyiségek végtelen száma miatt. Ezért nem tudhatjuk, pontosan merre is fut az a bizonyos fekete vonal a 4 ábrán.

Az ábrát nézegetve azonban felmerülhet a kérdés, hogy valóban olyan fontosak-e az irreleváns kölcsönhatások? Mi történne akkor, ha nem mérnénk meg őket, hanem csak valami erősséget (mondjuk nullát) tulajdonítanánk nekik? Milyen hibát követünk el ilyenkor – okoz-e egyáltalán bármilyen észlelhető effektust ez a tévedés? Például azt mondanánk, hogy 10^{-18}m-es skálán a világban kizárólag a Standard Modell törvényei érvényesek, ennek kezelésére kidolgoznánk egy számítógépes programot, és azt futtatnánk. Kapnánk mérési értékeket, vajon azok nem lennének helyesek?

Általánosabban azt kérdezzük, hogy mi történne akkor, ha valamely tudományos elmélet, mondjuk a Standard Modell fixpontjából indulnánk, és a skála csökkentésével jelentkező új kölcsönhatásokat a lehető legpontosabban figyelembe vennénk? A kiválasztott tudományos elmélet fixpontját néhány releváns kölcsönhatás jellemzi: ezért lehetőségünk van arra, hogy kísérletileg teljesen beazonosítsuk ezeket, és meghatározzuk pontosan az erősségüket! Ekkor ugyan nem tökéletesen pontosan a Mindenség Elméletének vonalát követnénk, de ahhoz igen-igen közel indulnánk el. Számít ez a minimális különbség?

Ami reményt ad, az az, hogy ahogy a 4 ábrán látható, a skálaváltozás során bejárt út egy szálra fűzhető fel, ami azt jelenti, hogy egy adott skálán egy adott fixpont, azaz egy tudományág határozza meg a világ felépítését, fogalmait. Ez azt sugallja, hogy ha egy kicsit máshonnan indulánk, de igen közel a Mindenség Elméletének pályájához, akkor nagyjából ugyanezen úton haladnánk végig. Ha ugyanis elég közel kerülünk egy új fixponthoz, akkor bizonyos, az ott releváns új kölcsönhatások erőssége megnő, a többié lecsökken, a fixpont tehát magához "szippantja" a skálaváltás során bejárt pályát. Ha tehát nem követjük pontosan az összes kölcsönhatás erősségét, csak közelítőleg, akkor is meg fogjuk találni a fixpontokat sorra. Ez a gondolat arra is rámutat, hogy még a skálaváltással bejárt pályát sem kell tökéletesen követnünk, arra kell csak vigyáznunk, hogy a potenciálisan releváns kölcsönhatásokat ne veszítsük el!

Tulajdonképpen amit itt megfogalmaztunk, az a tudományos program! A húrelmélet ugyan csak a saját releváns kölcsönhatásairól ad számot, mégis lehet a többi elmélet atyjaként (az M-elmélet esetén anyjaként) tekinteni rá, hiszen feltehetőleg közel van az igazi Mindenség Elméletéhez, és reményeink szerint közel is marad. Ezt használva végiglépegethetünk alulról felfelé a skálákon, így a legkisebb méretek felől közelítve felépíthetjük a világot.

Ez persze nem jelenti azt, hogy könnyű dolgunk lenne! Ahhoz, hogy a később fontossá váló irreleváns kölcsönhatások növekedését, aztán hatalomátvételét leírhassuk, valahonnan meg kell tudnunk, melyek lesznek ezek a kölcsönhatások. Ha nincs semmi kapaszkodónk, akkor bizony ez nagyon nehéz feladat... De a lényeg mégis az, hogy legalábbis elvileg ez járható út.

Hogyan is kell tehát eljárnunk? Először is olyan módszert kell használnunk, amely képes mindenféle kölcsönhatás leírására – egy mikroszkopikus elméletre épülő számítógépes szimuláció például ilyen. Mikor elkezdjük a futtatást, és egyre nagyobb skálák, egyre nagyobb rendszerméretek felé haladunk, az eredeti fogalmakkal egyre bonyolultabb és bonyolultabb rendszert látunk. Ugyanakkor, ha egy fixpont felé közeledünk, valamilyen effektív fogalmakkal leírva mégiscsak egyszerűsödést kell látnunk! A feladat az lenne, hogy vizsgáljuk a nagy méretű rendszer tulajdonságait, és megpróbáljuk megtalálni ezeket az effektív fogalmakat, és a viszonyaikat meghatározó törvényeket.

Én nem ismerek olyan példát, ahol ez a stratégia a fenti letisztult formájában megvalósult volna. A gyakorlatban az ember megsejti, hogy milyen irreleváns fogalmakat kell még feltételezni, hogy a következő fixpontot megtaláljuk. Például amikor egy elektron-proton gáz keverékből a H-atom létezéséig akarunk eljutni, akkor feltehetjük, hogy egy elektron és egy proton az elektromos vonzás következtében már stabil rendszert alkot. Az így kialakított képződmény

valóban stabilnak bizonyul, így ezek után tulajdonságai mind kiszámíthatóak az elektron és proton kölcsönhatásának ismeretében. Az már más kérdés, hogy szobahőmérsékleten a H-atomnál van alacsonyabb energiájú állapot, ez a H_2 molekula. De ez sincsen elérhetetlen messzeségben az elektron-proton rendszertől, hiszen a két proton és két elektron rendszer még mindig ott van a kiszámítható lehetőségek között. Fel kell írnunk a két elektron két proton rendszer minden lehetséges állapotát, és ezek közül meg kell keresnünk azt, amelyikhez minimális energia tartozik.

Hogy egy kvark rendszerből hogyan alakul ki a proton és neutron, és az összes többi *hadron*, az már sokkal bonyolultabb. A szuperszámítógépek most jutottak el odáig, hogy az erős kölcsönhatás "H-atomjának" problémáját megoldják. A számítások annyira bonyolultak, hogy már nincs lehetőség arra, hogy az "összes lehetséges" kvark állapotot felírjuk. Helyette megfelelően motivált állapotokat írunk csak fel, és azok energiáját számítjuk ki. A helyes számítás ellenőrzése az, hogy összehasonlítjuk az eredményt a kísérleti részecskefizikusok által megadott számokkal. Az egyezés valóban meggyőző, arról tanúskodik, hogy a Standard Modell alapján valóban megérthetők a hadronok.

Tehát a tudományos program a következőképpen hangozhat: igaz, hogy nem ismerjük a Mindenség Elméletét a maga teljességében, és még elvileg sincs lehetőségünk arra, hogy tökéletesen megismerjük, de elég, ha egy megfelelő skálán, mondjuk a Standard Modell 10^{-18} m-es skáláján tökéletesen felderítjük az ott releváns kölcsönhatásokat. Az ugyan nem igaz, hogy ugyanezek az erők lesznek máshol is relevánsak, de matematikai eszközünk van arra, hogy minden ezekből következő erőt nyomon kövessünk. Egy számítógépes program, amely megvalósítja a mikroszkopikus törvényeket, és elég nagy méretek elérhetők vele, erra alkalmas eszköz. És még az sem baj, ha a számítások nem tökéletesek, például numerikus kerekítési hibákkal terheltek, hiszen elég, ha a következő skálán releváns kölcsönhatásokat nem veszítjük el: az új fixpont közelében az ott releváns erők úgyis megerősödnek. Ezzel a stratégiával alulról felfelé felépíthetjük a világot, megtalálhatjuk az összes fixpontot. A sok nehézség után, amellyel a fentiekben találkoztunk, úgy tűnik, a tudomány mégis képes megmagyarázni a világot!?

2.10 Végtelen lehetőségek világa

Sajnos a fenti optimista stratégiának van egy gyenge pontja: arra épít, hogy egy adott skálán csak egy fixpont létezik. Ha ez így van, akkor azt nem véthetjük el, hiszen azon a skálán a többi kölcsönhatás elhanyagolhatóvá válik, vagyis automatikusan a fixpont közelébe fogunk kerülni. Ez az egyértelműség azonban a skála növelésével megszűnik, már lényegében a kémia világában, de legkésőbb a biológia szintjén, ami az "emberi lépték" bemenete a 4 ábrán.

A fizikában az Ősrobbanás, a nukleoszintézis, azaz a hadronok, majd később az atommagok létrejöttének törvényei, valamint a csillagfejlődés törvényei alapján megjósolható, hogy a mai Univerzmuban milyen elemből mennyi található. Ezt össze lehet vetni a mérésekkel, és ugyan vannak eltérések (ami annak tulajdonítható, hogy a fenti törvényszerűségeket még nem ismerjük

tökéletesen), de az egyezés meglehetősen pontosnak mondható. Ez azt mutatja, hogy a magasabb rendszámú elemek kialakulása esetén valójában csak az ismert, releváns hatásokat elég figyelembe venni, sem a figyelembe nem vett irreleváns kölcsönhatások, sem mondjuk a kezdeti feltételek által reprezentált irreleváns hatások nem játszanak szerepet benne.

Arra a kérdésre, hogy hány amőba található a világban, már egyáltalán nem könnyű válaszolni. Az amőbát létrehozó hatások ugyanis annyira speciálisok, annyira a földi biológia (nem ismert) törvényeitől függnek, hogy nem lehet megbecsülni ezek jelentőségét. Ki tudná megmondani, hogy a kvarkok milyen rendkívül speciális kezdeti feltétele szükséges ahhoz, hogy amőba jöjjön létre? Amit meg kell érteni itt, az az, hogy nem a számítások végigvitele okozza a nehézséget. Még akkor is, ha végtelenül gyors szuperszámítógépünk egy pillanat alatt ki tudná számolni tetszőleges kvark konfiguráció időbeli alakulását egy amőbára jellemző kb. 10^{20} darab kvark esetére (ettől még nagyon-nagyon messze vagyunk!), nem tudnánk, hogy a kvarkoknak milyen állapota fog amőbát adni, mi különbözteti meg ezt az állapotot a többi, hozzá teljesen hasonló, de "értelmetlen", gyorsan széteső anyagcsomóktól? A különböző konfigurációk különbsége a Standard Model számára irreleváns, de hogy létrejöjjön az amőba, mégis ezt az irreleváns hatást kell igen pontosan beállítani. A szuperszámítógépünket használva a kezdeti feltételeknek rendkívül nagy hányada H_2-gázban végződő történetet adna. Amőba kialakulásának esélye nagyjából annyi, mint ha valaki egy széttört váza darabjait összedobja, és azok az eredeti vázát adják vissza. Pontosan ezért egy tudományos kutatás során mikroszkopikus szimulációkból kiindulva egy új amőbafajt felfedezni lehetetlen.

Általában igaz, hogy ha egy adott skálán több fixpontunk van, például a H_2-gáz, az amőba, a pogácsa, meg persze sorolhatnánk a többit, akkor egy mikroszkopikus fixpont körül indulva az irreleváns kölcsönhatások (például speciális kezdeti feltételek) fogják eldönteni, melyik is valósul meg. Ez biztosan igaz kell legyen akkor, ha a lehetséges fixpontok száma meghaladja a mikroszkopikus fixpontban levő releváns kölcsönhatások számát. Így tehát Standard Modell irreleváns kölcsönhatásai döntik el végül is azt, hogy végülis a mi méteres, emberi skálánkon mi történik. De mivel az irreleváns kölcsönhatások majd minden megválasztása a H_2 gázhoz tartozó fixpontba torkollik, a többi fixpont megtalálása teljességgel lehetetlen.

Lassan kezdjük már sejteni, hogy a Mindenség Elmélete éppoly bonyolult, mint maga a Mindenség. Nem úszhatjuk meg mikroszkopikus fixpontok releváns kölcsönhatásainak ismeretével, még elvileg sem. Kis csalódást érezhet az ember: egy hosszú történelmi út végén elértünk egy modellhez, a húrelmélethez vagy a Standard Modellhez, amely mindennek az alapját képezi, s akkor hirtelen azzal szembesülünk, hogy ez nem elég. Pedig a húrelmélet, még inkább a hipotetikus M-elmélet releváns kölcsönhatásai egyértelműek, a konzisztencia csupán egyfajta ilyen kölcsönhatást enged meg. Ez a gyönyörű elmélet azonban csak a releváns kölcsönhatásokat szorítja meg, az irreleváns kölcsönhatások végtelenségével nem tud mit kezdeni. Márpedig a teljes leíráshoz nem zárhatunk ki egyetlen kölcsönhatást sem, legyen az bármely bizarr, mert elképzelhető, hogy éppen ez a kölcsönhatás fog minket egy számunkra eddig ismeretlen emberi

léptékű fixpontba kalauzolni, mondjuk egy űrlény vagy egy isten esetében.

Ez a hozzáállás azt a következtetést is gyökeresen módosítja, hogy mit kell "létezés" alatt értenünk. Azt mondhatjuk, hogy egyik kölcsönhatás sincs kitüntetve, legfeljebb egy adott skálán egyik-másik fontosabb, mint a többi. Igazi demokrácia van a kölcsönhatások terében. Emiatt minden kölcsönhatás ugyanolyan létezőnek tekintendő, mint azok, amelyeket egy adott skálán fontosnak látunk. A kölcsönhatás tárgyai, azaz amik kölcsönhatnak, ebből a szempontból szintén absztrakt kölcsönhatásként kezelendők. Például egy elefánton való lovagolás a fenti teljesen általános leírás szempontjából úgy képzelendő el, mint egy összetett kölcsöhatás, amely során először előállítjuk az elefántot, majd a lovasát, ezután a lovast lovagoltatjuk az elefánt hátán. A lovaglás művelete és az elefánt előhívása ugyanúgy kölcsönhatásnak számít.

Ezek után, ha valaki megkérdezi, hogy létezik-e az unikornis vagy az ezüstsárkány, akkor erre az a válasz, hogy persze, hiszen ha el tudjuk képzelni, akkor ezzel elő tudjuk állítani, azaz létezik hozzá általánosított kölcsönhatás. Az más kérdés, hogy az élővilágban az unikornis és az ezüstsárkány nem releváns fogalmak, azaz az unikornis hátán való lovagolásnak igen csekély az esélye. Ez azonban nem zárja ki azt, hogy bizonyos körülmények között nem is válhatnak relevánssá. A relevancia kérdése ugyanis nem nem globális, mindenre vonatkozó állítás, hanem kizárólag az egyes fixpontokhoz kötött.

2.11 Példák a sok fixpont esetére

Az előző fejezetben azzal szembesültünk, hogy a makroszkopikus fixpontok sokasága lehetetlenné teszi a világ megismerését a mikroszkopikus fixpontból indulva. Hozzunk most néhány példát arra, amikor ez a probléma kézzelfoghatóan előttünk áll.

A kvantummechanika alapján az atomok közötti kölcsönhatást a lehető legpontosabban ki tudjuk értékelni. Így végülis tetszőleges, adott szerkezetű anyag fizikai tulajdonságait ki tudjuk számolni (nos, legalábbis elvileg... a számítógépes kapacitás határokat szab). Ugyanakkor, ha valaki megadja nekünk egy hipotetikus anyag atomi összetételét, nem fogjuk tudni megmondani még azt sem, hogy az ilyen szerkezetű anyag egyáltalán létezik, azaz stabil-e! A probléma az, hogy a megadott összetételhez tetszőleges térszerkezet tartozhat. Minden elképzelt térszerkezetről el tudjuk dönteni, hogy stabil-e, de attól, hogy nem találunk stabil szerkezetet, még lehet, hogy a nem kipróbált szerkezetek között mégis egyszer majd találunk egyet.

Ugyanezen ok miatt nem tudjuk megmondani, lehetséges-e mondjuk magas hőmérsékletű szuprevezetés, azaz olyan anyag, amely ellenállás nélkül szállítaná az áramot szobahőmérsékleten. Az anyag vezetőképessége, ahogy a stabilitása is, irreleváns a kvantummechanika szintjén, ezt csak akkor tudjuk meg, ha az anyagot már előállítottuk (legalább a számítógép segítségével), és megmértük ezt a tulajdonságát. Ezzel valójában mindig egy-egy fixpontot tesztelünk, megnézzük, ott van-e magas hőmérsékletű szupravezetés. Eddig nem volt. De még hátravan végtelen számú próba... Sajnos nincs jobb módszer, mint próbálkozni, esetleg felderíteni, hogy nem tudunk-e mégis valamilyen, a

szupravezetés szempontjából releváns fogalmat, összefüggést találni, amely segít abban, hogyan, merre is kutakodjunk. Például, úgy tűnik, az eddig legmagasabb hőmérsékleten szupravezetővé váló anyagok mind olyan kerámiák, amelyekben valahogy a két dimenziós rétegződés fontos szerepet játszik.

A következő példa a húrelmélet. Ez matematikai okok miatt csak 10 dimenzióban konzisztens. Hogy az elméleti tíz dimenzióról hogyan jutunk el a mi világunk négy dimenziójáig, az a húrelmélet szempontjából irreleváns fogalmakon múlik. Lehet, hogy van valami mély oka annak, miért éppen négy dimenziós a makroszkopikus világunk, lehet, hogy valami egyértelmű út vezet az egyiktől a másikig, de ezt nem ismerjük jelenleg. A tízből négy dimenzióba vezető út a húrelméletből magából nem határozható meg, mert ez a kérdés irreleváns számára; de ez egyben lehetetlenné teszi, hogy kizárólag a húrelmélet releváns kölcsönhatásaiból megjósoljuk a mi világunk tulajdonságait.

Az evolúcióelmélet problémája is pontosan a fent vázolt kérdés. Ha tudjuk, hogy egyes fajok milyen tulajdonságaikban térnek el egymástól, akkor felépíthetünk egy evolúciós modellt, amellyel le tudjuk írni, hogyan oszlik szét az eredetileg homogén populáció, mondjuk az élelemforrások megosztottsága miatt, és hogyan alakul ki végül két külön faj. De ha csak egy adott állapotot látunk, akkor senki nem tudja megmondani, milyen tulajdonság lesz releváns a majdan kialakuló fajok esetén. Lehetséges, hogy ez olyan rejtett, és a korábbi fogalmakkal kifejezve annyira elvont, hogy soha nem gondolnánk rá: mint például az emberi elme kialakulása. Az evolúcó mint tudományos elmélet tehát megmagyarázhatja azt, hogy bizonyos fajok hogyan alakultak ki egymásból, azonban jósolni éppúgy nem képes, mint a húrelmélet. S pontosan emiatt, ha van néhány hiányzó láncszem az evolúcós sorban, akkor szinte lehetetlen utólag rekonstruálni a pontos történéseket.

Richard Dawkins önző gén elképzelésének is ez a legnagyobb gyengéje. Ahogy ezt korábban említettük, Dawkins elképzelése az, hogy az igazi evolúció a tulajdonságok (gének és mémek) terében történik. A gének a szervezet tulajdonságainek meghatározásáért felelősek, a mémek kultúrális információt hordozó tulajdonságok, amelyek kommunikáció során adódnak át. Ez az elmélet tehát abból indul ki, hogy a tulajdonságok eleve rögzített, definiált entitások. Véges sok van belőlük, és azokból keveredik ki mintegy valamilyen boszorkánykonyha termékeként az adott élőlény. A fentiek alapján már látjuk, hogy itt a fő probléma az, hogy "tulajdonságból" végtelen számú van. Már egyetlen hajszál esetén végtelen sok jellemzőt adhatunk meg, kezdve az alakjától, beszélhetünk anyageloszlásáról, pontos molekuláris felépítéséről. Ezek tagadhatatlanul "tulajdonságok", közvetve gének (és a környezeti hatások) által vannak meghatározva, azonban végtelen sokan vannak. Dawkins persze arra gondolt, hogy az élet számára *releváns* tulajdonságok versenyeznek a túlélésért. Csakhogy azt értettük meg a korábbi elemzések alapján, hogy az, hogy mi a releváns és mi nem az, attól függ, melyik fixpontban vagyunk. Azt azonban előre nem tudhatjuk, melyik fixpontban leszünk később, így azt sem, milyen tulajdonságokat kéne megtartanunk. Ezért az összes lehetséges tulajdonság terében kellene dolgoznunk, az olyanokat is belevéve, amelyek aligha tűnnek "tulajdonságnak". Ezeket még felsorolni sem tudjuk, bennük evolúciót leírnunk,

ahogy a többi példán is láttuk, lehetetlen feladat.

A mai orvosi szemléletben is benne van az a hozzáállás, hogy az emberi szervezet működését mikroszkopikus, sejtes, vagy molekuláris szinten próbálják magyarázni. Az persze igaz, hogy a szervezet hibás működésének lehet oka molekuláris probléma, mondjuk génhiba; ez általánosan is igaz, például egy autó nem fog tudni működni akkor, ha a benzinvezeték gumicsöve átereszti az üzemanyagot. De fordítva sem az autó, sem a szervezet esetén nem áll fenn az analógia. Az autó kényelme, fordulékonysága, aerodinamikai tulajdonságai nem következnek az alkatrészeiből közvetlenül; sokféle típusú autó lehet kényelmes például. Hasonlóan az emberi működés magasabb szintű funkciói nem következnek közvetlenül a genetikából vagy hormonháztartásból. Amikor a "boldogság hormonjáról" hallunk, joggal ganakszunk. A boldogság olyan összetett érzés, hogy az biztosan nem egyetlen hormonon múlik. A hormon hiánya persze lehet, hogy boldogtalanságra vezet, de egyedül a hormon nem tesz boldoggá minket.

Utolsó példaként említsük meg a történelmet. Ha tudjuk, mi történt, azt már rekonstruálhatjuk, ismerve az adott kor jellegzetességeit. Ha ismerjük azokat, a kortásrsak számára esetleg rejtett erőket, amelyek később a társadalmi változások motorjai lesznek, akkor csupán ezekre figyelve, logikusan, mintegy törvényszerűen tudjuk felépíteni a történelmi folyamatokat. De előre látni, a történelmet megjósolni lehetetlen: túl sok a társadalmi "tulajdonság", fogalom. Ezek túlnyomó része a jelenben teljesen irreleváns, sőt nem is látjuk egyáltalán értelmes "tulajdonságnak", azonban bármelyik lehet releváns egy későbbi társadalom számára. Lehetséges, hogy egy-egy elemző fontosnak tart egy-egy ilyen fogalmat, de, éppen mivel az adott kor számára ez irreleváns kérdés, a kortársai nem érzik ezt döntő érvelésnek, különösen, mert más elemzők más fogalmakat fognak kiemelni. Mellesleg, még ha megértenék is, miért lesz a kérdés hamarosan releváns, akkor sem tudnának ellene tenni, mert ezek már más szinten, a társadalom "skáláján" működő erők, az egyén vajmi keveset tud tenni ellene (ilyen kérdés valószínűleg ma a globalizáció vagy a környezetszennyezés) – erre még visszatérünk. De ha még egy-egy lépés a történelemben előre látható is, több lépés esetén már biztosan csődöt mondunk, hiszen olyan, mondjuk technológiai új fogalmak jelenhetnek meg, amit az adott kor nem sejthet: például megjelenik a repülőgép vagy a számítógép.

2.12 Az építkezés mint NP-nehéz probléma

A korábbi példák arra mutattak rá, hogy akárhogyis fogalmazzuk, az irreleváns kölcsönhatások nyelvén, vagy egy konkrét irreleváns kölcsönhatás család (mint az anyagszerkezet) felsorolásánál, a fő probléma az, hogy túlságosan sok elképzelhető felderítendő lehetőség van, amelyeket mind áttekinteni lehetetlenség.

A fenti kérdéskör nem egyedülálló a matematikában. Ha a lehetőségek száma nagy, akkor még akkor sem tudjuk felderíteni az összes lehetőséget, ha egy-egy lehetőség megvizsgálása könnyű. Az egyik ilyen példa a híres utazó ügynök problémája. Az ügynöknek az a feladata, hogy végigjárjon bizonyos

városokat tetszőleges sorrendben, és ott megpróbálja értékesíteni az áruját. Ha rossz sorrendet választ, akkor nagyon sok időbe telik az utazás. Ezért az ügynök megpróbálja előre megállapítani, hogy milyen sorrendben is járja be a városokat: hiszen van térképe és menetrendje, ki tudja számítani minden sorrendhez a szükséges időt. Ekkor azonban azzal szembesül, hogy ha n várost akar meglátogatni, akkor $n!$ számú útnak kellene kiszámítani az idejét. Ez tíz városnál már 3.5 millió számítást igényel, húsz városnál pedig $2 \cdot 10^{18}$-at. Ez már túlzottan sok egy számítógépnek is, ezért aztán az ügynök valami ésszerű stratégiát követ, például egy csomópontból látogatja végig a városokat, még akkor is, ha ezzel esetleg többszörös idejét használja fel az optimálisnak. Ez az egyik prototípusa az NP-problémáknak[7], amelyre nincs (nem ismerünk) olyan algoritmust, amely az alapelemek számával hatványszerűen növekvő idő alatt lenne képes kiszámítani az eredményt.

Az utazó ügynök problémájával szembesülünk akkor, amikor egy alulfekvő elméletből meg akarunk közelíteni egy számunkra nem ismert összetett fixpontot. Amit tennünk kellene, hogy felírjuk az alulfekvő fixpont releváns fogalmaiból képezhető összes lehetséges összetett fogalmat, és megnézzük, az így felállított elméletben van-e fixpont. Ezt megtehetjük véges számúra, és ott valóban tisztázhatjuk a kérdést. Azonban a figyelembe vett fogalmak számával egyre nő a lehetőségek száma, az "összes lehetséges" fogalom pedig olyan tág követelmény, hogy soha nem tudhatjuk, nem hagytunk-e ki valami fontosat. Az alulról felfelé történő építkezés tehát legalábbis NP probléma, de még a résztvevők száma sincs rögzítve, így valójában semmi nem garantája, hogy valaha is célhoz érünk.

Ehhez kapcsolódik a matematikának azon eredménye, amely, lazán foglamazva úgy szól, hogy egy olyan állítás, sejtés ellenőrzésére, amely végtelen lehetőséget tartalmaz (például az összes természetes számra vonatkozik), nem lehet általános algoritmust kifejleszteni. Bizonyítható, hogy nincs ilyen általános algoritmus. Ekkor tehát nemcsak az bizonytalan, hogy eseti ellenőrzéssel találunk ellenpéldát, hanem az is, hogy egyáltalán bizonyítható-e egy adott állítás igazsága.

2.13 Tudomány és hit

A XX. század nagy szellemi terméke a sci-fi. Egyik kedvencem Asimov Alapítvány trilógiája. Aki nem ismeri a történetet, annak dióhéjban csak annyit mondanék el, hogy Harry Seldon, a nagy matematikus kidolgozza a pszichohistória tudományát, amellyel előre látja egy válság kialakulását, és receptet ad arra, hogyan lehet annak káros következményeit jócskán lerövidíteni. A trilógia arról szól, hogy hogyan sikerül mindezt megvalósítani, milyen buktatók és látszólag véletlen helyzetek követik egymást, amelyek azonban végül mégiscsak a Seldon-féle elmélet keretein belül értelmezhetőek és kezelhetők maradnak.

Ez a történet, úgy vélem, nagyon jól illusztrálja, amit a tudománytól várunk,

[7] azaz Nem-determinisztikus-Polinomiális

vártunk a XX. században. Sőt, aki a tudományban hisz, az most is azt gondolja, hogy a mai világ minden jelensége, a természet furcsaságaitól az emberi gondolkodáson át a társadalmi, történelmi eseményekig a tudomány eszközeivel vizsgálható, egyre pontosabban és pontosabban leírható, amíg végül egy Seldon-féle, matematikailag korrekt, jól definiált fogalmakkal operáló, hideg és megbízható elmélet nem lesz belőle.

Először is az érdekes az, hogy ebben a megfogalmazásban, függetlenül attól, hogy reális-e vagy sem, megjelenik az a szó, hogy *hit*. A tudomány, amely eszközeiben, ahogy említettük, nem vár el hitet a felhasználóktól, a jövőt illetően mégis egy mély hitet sugall. Nevezhetjük akár bizalomnak is, de ez a fajta hit, amely a mai ember világnézetébe nagyon mélyen beépült, alapjaiban azonos a középkori- ókori ember istenhitével, vagy a keleti vallások lélekvándorlás-elképzelésével. Egyszerűen nem tudjuk elképzelni, hogy a világ megértéséhez milyen más eszköz vezethetne el, mint a tudomány. Még a szkeptikusok, akik azt állítják, hogy a világ nem megismerhető a maga teljességében, ebben a keretben gondolkodnak. Ők is úgy vélik, hogy ami megismerhető, sőt maga a megismerés is tudományos jellegű. Ez a hit olyannyira mély, hogy igazából magától értetődőnek látszik. Nem is értjük a középkori embereket, hogyan hihettek olyan mélyen Isten létezésében, s arra gyanakszunk, hogy már ott is a vezető réteg ismerte az "igazságot", csak a tömegek félrevezetésével a saját hatalmát biztosította a kitalált felsőbb szférák meséjével. Az, hogy mennyi ember osztja ezt a nézetet, mutatja azt, hogy a mai világképünket azonosítjuk az "igazsággal", a világ helyes értelmezésével.

A korábbi fejezetek azonban arra mutatnak rá, hogy a tudomány mint világmagyarázat nem érheti el végső célját. Nem tudjuk a Mindenség Elméletét megtalálni. A világ jelenségei szükségszerűen számtalan fixpontra bomlanak, a tudomány legfeljebb arra lehet képes, hogy egy-egy fixpont környékét felderítse, az ott releváns fogalmakat meghatározza. Ezek a releváns fogalmak egymással alig vannak kapcsolatban, nem csoda tehát, ha lényegében minden fixpont a tudomány egy-egy különálló ágának felel meg. A különböző fixpontok közötti átmenetet megérteni nehézkes a tudomány módszereit használva, új fixpontok felderítése pedig egyenesen lehetetlen. A tudomány tehát leginkább arra használható, hogy egy fixpont releváns fogalmait megismerjük, de nincs arra garancia, hogy ez valóban megtehető: a továbbiakban, leginkább a következő (4.) fejezetben azt próbáljuk meg áttekinteni, hogy vajon ez mennyire megvalósítható program.

Mindenesetre a tudománynak azt a nagyon perspektívikus képét, amely a Seldon-féle elméletek létezésében öltene testet, mindenképpen el kell vetnünk. A Seldon-féle megoldás ugyanis azt feltételezi, hogy a jövő nem változik lényegesen, azaz a mi szóhasználatunkkal maradunk ugyanabban a fogalmi keretben, ugyanazon fixpont körül. Valóban, a sci-fik világa kísértetiesen hasonlít a 60-as, 70-es évek Amerikájára... Nem mintha ezt a szemükre kéne vetni, mert hogyan is gondolhatott volna bárki akkoriban arra, hogy a számítógépek, az internet, a globalizáció hogy megváltoztatják a világot. Az igazi komoly ellenérv a Seldon-féle leírások ellen az, hogy a teljes leíráshoz minden olyan, a jelenlegi helyzetben irrelevánsnak tűnő fogalmat is számításba kellene venni, amely a jövőben valaha

még releváns lehet, például minden, a jövőben bekövetkező felfedezést beleértve. De ez lehetetlen, hiszen a jövő felfedezései a jövőben történnek meg, logikai ellentmondás azt feltételezni, hogy a jelenben már figyelembe tudjuk venni őket. Emiatt az irreleváns kölcsönhatások nem deríthetők fel teljes egészében; a rövid következtetés tehát az, hogy a világ tudományos-matematikai leírása nem lehetséges.

2.14 Modell és valóság: az irreleváns fogalmak szerepe

Ennek a résznek utolsó fejezetében egy kicsit körbejárjuk azt a kérdést, hogy vajon egy konkrét fixpont mennyire felderíthető tudományosan. Ugyanis, mivel abban nem reménykedhetünk, hogy a világ teljes leírását, a Mindenség Elméletét megadjuk, legalább abban bízhatunk, hogy a tudomány egy adott fixpontot teljes egészében fel tud deríteni, azaz az összes releváns kölcsönhatást meg tudja határozni. Ha ez így van, akkor a tudományágak összessége mégiscsak leírását adja a megismert világnak.

Kérdés, hogy ez a szűkített stratégia vajon lehetséges-e. A probléma ott van, hogy az, hogy mi a "releváns" és "irreleváns", tulajdonképpen mennyiségi kérdés: megvizsgálhatjuk, hogy az összetett fixpont körül játszódó események hogyan módosulnának, ha figyelembe vennénk egy adott, látszólag nem releváns fogalmat. Kiderülhet, hogy valamennyi hatása azért van, és érdemes ezt is belevenni az elméletbe, hogy pontosabb eredményt kapjunk. Sőt, mivel rengeteg nem releváns mennyiség létezik, még az is előfordulhat, hogy egyesével nem, de tömegével jelentkezve már lényeges szerepet játszhatnak. Sajnos minél bonyolultabb egy rendszer, annál több esélye van annak, hogy "félig releváns", vagy tömeges irreleváns kölcsönhatások szivárognak be a rendszerünkbe. Az összeset nem lehet figyelembe venni, egyrészt mert nem ismerjük őket, másrészt, mert minél több kölcsönhatást tartalmaz a modellünk, annál inkább veszít a hatékonyságából. Emiatt az irreleváns kölcsönhatások hatását úgy próbálhatjuk figyelembe venni, hogy bizonyos számú releváns fogalmat használunk, a maradékot pedig zavarként, azaz *zajként* vesszük figyelembe.

Erre számtalan példa van. A kísérleti fizika alapvető szlogenje, hogy "egy mérés nem mérés". Még a legegyszerűbb dolgok kimérésekor, például egy inga lengésidejének meghatározásakor, ha több mérést végzünk, annak eredményei kissé eltérnek egymástól. Ez a rendszerbeli zaj eredménye, ami jöhet emberi tényezőkből (például ha stopperrel mérünk, nem tudjuk pontosan megállapítani a fordulópontokat), ha ezt kiküszöböltük, a környezet hatásaiból (például kis légáramlat felléphet), ha ezt is kiküszöböltük, egyéb természetes fluktuációkból (például a mérőberendezés hőmérsékletének következtében). Bármilyen pontosan mérünk is, lesz olyan hatás, amely a mérésben kis bizonytalanságot teremt. Az elektron töltését például nagyon pontosan lehet mérni, de a 10. tizedesjegy után ott is fellépnek bizonytalanságok. Végtelenül pontos mérés az irreleváns kölcsönhatások fellépte miatt nincsen.

A zaj fontos tulajdonsága, hogy számtalan irreleváns hatás összességéből adódik össze. Emiatt feltehetjük, hogy az a módosulás, amit okoznak, véletlenszerű. Sok mérés eredményének feljegyzésével meghatározhatjuk, mi a

valószínűsége annak, hogy egy adott eltérést kapjunk. Ezzel *statisztikát* tudunk alkalmazni az irreleváns hatások kezelésére. Ez az eljárás nagyon általános, minden olyan esetben, amikor az irreleváns hatások tömegesen jelentkeznek, ezt kell alkalmaznunk.

A zajt esetenként közvetlenül is megfigyelhetjük. Egy pollenszemcse már elegendően nagy ahhoz, hogy azt mint egységes szilárd testet kezeljük, mozgásánál eltekintsünk az atomi mérettől. Azonban mikroszkóp alatt megfigyelve, a folyadékban lebegő pollenszemcsék különös táncot járnak: ez a Brown-mozgás. A jelenség oka, hogy a folyadék részecskéi lökdösik a pollenszemcsét. Habár ezek elég kis lökések, mégis megfigyelhetők. Tulajdonképpen elég kilátástalan ezek után a pollenszemcse mozgásának leírásán gondolkodni, hiszen a környezetének pontos molekuláris képét kéne hozzá tudni. Ehelyett azonban mást tehetünk: a folyadék elemi részecskéinek hatását zajként kezeljük, amit a pollenszemcse mozgásegyenletében figyelembe veszünk. Ezután nem tudjuk pontosan megmondani, hol is lesz a pollenszemcse, azonban sok pollenszemcse táncát figyelve statisztikus állításokat tehetünk: például, hogy adott idő múlva *várhatóan* milyen távol lesz a pollenszemcse az eredeti helyétől. Einstein (részben) ezért a felismerésért kapott Nobel díjat.

Az irreleváns kölcsönhatások által keltett zajnak olyan rendszerekben is fontos hatása lehet, ahol nem is várnánk. Az égitestek mozgása például nagyon pontosan ismert, igen pontos asztrofizikai mérések támasztják alá a számítások helyességét. Azonban ha egy összetett rendszer, mondjuk a Naprendszer mozgását figyeljük, nem vehetünk figyelembe mindent. Ehhez nemcsak a kisbolygók, holdak és törmelékek égi helyzetét kellene pontosan ismerni, hanem még ezek geometriáját is, ad abszurdum a Föld felületét is, ahol pedig az élet a maga teljességében és kiszámíthatatlanságában folyik. Ugyan ezek a hatások egyesével irrelevánsok a bolygómozgásra nézve, de mégis egy kis bizonytalanságot, zajt jelentenek az egyenletekben. Mindennek következtében a kizárólag releváns fogalmakra alapuló számításaink előbb-utóbb elvesztik érvényességüket, a Naprendszerben kb. 30 ezer év múlva. A pályák alakjára sokkal kisebb a hatás, ezek számítása megbízható, azonban a bolygók helyzete a pályán egyre bizonytalanabb lesz. A Föld esetében például egy év múlva ilyenkor biztosan ugyanez az évszak lesz, de 30 ezer év múlva már nem biztos. A bolygómozgás még a legpontosabb számítás ellenére is vélelenszerű jelenségeket mutat.

A helyzet az, hogy mindezen okoknál fogva a zaj megjelenése jelentős változást eredményez az adott fixpont "megértése" számára. Le kell mondanunk arról, hogy pontosan megjósoljuk egy bonyolult rendszer működését, hiszen megjelent a véletlen az egyenleteinkben. Sokszor ezek persze igen jól kordában tarthatók, mint például egy gép tervezése esetén. De ott is igaz az, hogy az alkatrészek elképzelt, ideális működéséhez képest, melyet egy szép fixpont modell ír le, a valóságban olyan jelenségek is szerepet játszhatnak, amelyet még a legelőrelátóbb tervezés sem képes figyelembe venni. Ezt egyrészt úgy lehet megelőzni, hogy "túltervezünk", a szükségesnél biztonságosabb alkatrészeket építünk be, ezzel az alkatrészgyártás során fellépő irreleváns fogalmak véletlen hatását küszöböljük ki. Másrészt a gépek csak "rendeltetésszerű"

használat során működnek megfelelően, vagyis amikor a figyelembe nem vett, irrelevánsnak gondolt kölcsönhatások valóban nem játszanak fontos szerepet.

Itt akkor még egyszer nekiláthatunk megérteni, mire is képes egy modell. A modell egy matematikai rendszer, amely egy fixpontra vonatkozik, annak releváns fogalmait és ezek viszonyát tartalmazza. Ha a modell nem tartalmaz zajt, akkor matematikailag teljesen pontos jóslatot fog tudni mondani az általa leírni képes jelenségek lefolyásáról. A modell azonban nem a valóság, ez utóbbi számtalan "kevéssé releváns" összetevővel is rendelkezik, ezt a modell soha nem fogja tudni mind magába olvasztani (l. a Brown mozgás esetét). A valóságban vannak véletlenek: azaz olyan események, amelyek a releváns fogalmakat nyomon követve nem kellene, hogy jelen legyenek. Ezért a modell jóslatai csak statisztikusan teljesülnek.

Hogy két további példát hozzunk fel: nézzük a közlekedés és a hópihe esetét. A közlekedésben emberek vesznek részt a maguk eltérő koncentrációképességével, ügyességével, figyelmével, valamint járművek különböző műszaki adottságokkal, és mindez a természetben történik, ahol annyi minden jelenség előfordulhat. Azonban a közlekedés utakon, adott KRESZ szabályok szerint történik, s ez jelentősen lecsökkenti a releváns paraméterek számát. Csak a releváns mennyiségekre koncentrálva felírhatunk egy közlekedésmodellt. Ennek alapján már átlátható, tervezhető a közlekedés működése, a forgalom pontosan, kontrolláltan, megbízhatóan üzemel. A leírás azonban a számtalan külső körülmény miatt zajt is szükségszerűen tartalmaz, ez a forgalom fennakadásaihoz, például dugók kialakulásához vagy balesetekhez vezethet. Ugyanakkor a zaj statisztikus kezelésével sok mindent meg tudunk állapítani, például megjósolható a dugó kialakulásának valószínűsége. Egy konkrét dugó kialakulása persze nem megjósolható, például az lehet a következménye annak, hogy valaki náthás, és a legrosszabbkor próbálja kifújni az orrát. Erre egy modell nem lehet felkészülve. Azonban a statisztikus jóslatok meglehetősen pontosak lehetnek.

A másik kedvenc példám a hópihe esete. A hópehely kialakulásának mikrofizikáját ismerjük, ezek a kristálynövekedési modellek. Ezeket a modelleket alkalmazva véletlenszerűen érkező vízmolekulákra, hópehelyszerű alakzatokat kaphatunk. Ugyanakkor nem mondhatjuk azt, hogy leírtuk a hópelyhet, hiszen olyan sokféle van belőlük, pont ezért olyan szépek. De vannak közös tulajdonságaik, a hatszöges szerkezet, az elágazások statisztikája. Ezeket a statisztikus információkat a kristálynövekedési modellből kiszámíthatjuk, tudományos szempontból ez az a maximum, amit megérthetünk. A valódi hópely azonban számtalan egyéb tulajdonságot is tükröz, amelyek miatt mind más és más. A "hópehely-morfológia" azonban nem alkot tudományos diszciplínát, mert ezen tulajdonságok leírásához túl sok mikroszkopikus hatást kéne figyelembe venni matematikai precizitással.

3 Véges és végtelen

Ahogy a 2.12 fejezetben tárgyaltuk, a világ megértésének legfőbb elvi akadálya az irreleváns kölcsönhatások nagy, végtelen száma. Mivel a végtelen ilyen fontos szerepet játszik, érdemes kissé körbejárni ezt a fogalmat erről szól ez a fejezet: hogy milyen *elvi* különbséget okoz az, ha az összetevőkből sok vagy végtelen van.

A végtelent nehéz elképzelni, igazából nem lehet. Intuíciónk mindig abból indul ki, hogy elképzelünk egy véges rendszert, és azt gondoljuk, hogy most sokszor van valami hasonló. A matematikában azonban gyakran találkozunk olyan esetekkel, ahol a végtelen rendszer másként működik, mint egy véges rendszer. Az egyik jellegzetes példa, amikor azt a kérdést tesszük fel, hogy miből van több, egész számból, vagy páros számból. Bármilyen nagy rögzített értékig vizsgáljuk, az egész számok nagyjából kétszer annyian vannak, mint a páros számok, hiszen ott vannak a páratlan számok is közöttük. Ha azonban végtelen nagy rendszert vizsgálunk, akkor a "hányan vannak" kérdést át kell értelmeznünk, hiszen végtelen sok páros és egész szám is van. A számlálás helyett a számosság lesz a hasznos fogalom: ekkor a számlálás úgy történik, hogy az egyik (A) halmaz elemeihez hozzárendeljük a másik (B) halmaz elemeit bármilyen módon, és megnézzük, maradt-e olyan elem a B célhalmazban, amelyet nem kaptunk meg. Ha bármilyen hozzárendelés esetén akad ilyen elem, akkor a B halmaz nagyobb számosságú, mint az A halmaz. A mostani példában legyen az A halmaz a páros számok halmaza, a B halmaz az egész számok halmaza. Ekkor $a \in A$ elemhez hozzárendeljük a felét $a/2$-t. Ez már nem páros, egész szám, és amint a végigfut az összes páros számon, $a/2$ végigfut az összes egész számon. Ezért a páros számok számossága ugyanakkora, mint az egész számoké.

Egy másik példaként nézzük meg, hogy ha veszünk két számsorozatot, mondjuk $a_1, a_2, \ldots a_n$ és $b_1, b_2, \ldots b_n$-t ahol n valami véges szám, hogyan állapíthatjuk meg, mennyire "hasonló" az egyik a másikhoz. Valaki azt gondolhatja, hogy nézzük meg a számok különbségének abszolút értékét, és vegyük ebből a legnagyobbat: $\max_i |a_i - b_i|$. Valaki más szerint ezeket a mennyiségeket adjuk össze, az lesz a teljes különbség: $\sum_i |a_i - b_i|$; esetleg adjuk össze a négyzetüket, és vegyük a négyzetgyökét $\sqrt{\sum_i (a_i - b_i)^2}$. Mindhárom definíció egy "távolságfogalmat" ad, amely általában más és más számszerű eredményre vezet. Azonban ha az egyik *nullához* tart, akkor a két sorozat *ugyanaz* lesz, és minden más távolságfogalom is nullát fog adni. Most nézzünk egy végtelen rendszert, például egy folytonos görbével körülhatárolt síkidomot. Azt szeretnénk tudni, hogy két síkidom mennyire hasonló, vagyis itt is szeretnénk egy távolságfogalmat. A fenti definíciókból kiindulva itt is különböző módon gondolkodhatunk. Vehetjük például az első, A síkidom pontjait, és megnézzük milyen távolságra vannak a B síkidomtól (ez azt jelenti, hogy a legkisebb távolságot vesszük, amelyet az adott pontot a B pontjaival összeköti); ennek maximuma lesz a keresett vávolság. A második távolságfogalom egyszerű, ha az egyik síkidom teljes egészében a másik belsejében van: ekkor a két terület különbségét kell vennünk. Most nézzünk

olyan síkidomokat, amelyek a 5 ábrán láthatóhoz hasonlóak. Az első definíció

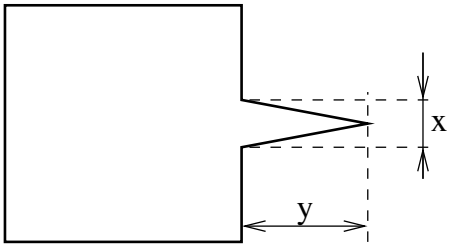

Figure 5: Ebben a síkidomban a csőr területe változtatható. Ha ez egyre kisebb területű, akkor a terület a négyzet területéhez tart, ugyanakkor a csőr hegyének távolsága ugyanaz marad.

szerint a négyzet és az ábrán látható síkidom "távolsága" éppen y, hiszen a csőr csúcsa van legmesszebb a négyzettől. A síkidom területének és a négyzet területének különbsége azonban $xy/2$. Ha tehát y-t nem változtatjuk, de x-et egyre kisebbnek vesszük, akkor a területek különbsége nullához tart, de a csőr csúcsának távolsága változatlan marad. Az első távolságfogalom szerint a két síkidom távolsága tehát eltűnik, a másik szerint állandó marad. Egy végtelen sok pontból álló rendszer esetén tehát egyáltalán nem mindegy, milyen távolságfogalmat használunk.

Ezek a példák arra hívják fel a figyelmünket, mennyire félrevezető lehet, ha úgy érvelünk, hogy ami igaz véges sokra, az igaz végtelen sokra is. Ez utóbbi átmenetnél nagyon erősen függhet az eredmény attól, mit is kérdezünk egészen pontosan.

Egy fizikai példát hadd említsek, amit hamarosan használni fogunk. Ha egy egyszerű fizikai rendszer, mondjuk egy inga mozgását figyeljük valami véges (de akármilyen rövid) időtartamig, és úgy látjuk, az inga mozdulatlan, akkor biztosak lehetünk abban, hogy az inga mozdulatlan is marad a jövőben. És ez igaz, akárhány inga is van a rendszerben. Ha a sok, egymáshoz csatolt inga közül egyet figyelünk egy bizonyos ideig, és az egyáltalán nem mozdul, akkor a jövőben sem fog soha megmozdulni. Ez azt jelenti, hogy akárhány ingánk is van, mindenképpen meg fogjuk tudni jósolni a jövőbeli állapotukat.

Érdekes módon a fenti gondolatmenet nem igaz akkor, ha végtelen sok inga van a rendszerben. Sőt, ekkor éppen az ellenkező állítás igaz: bármennyi ideig is figyeljük az ingarendszer egy (vagy akár véges sok) ingáját, attól, hogy ezek a megfigyelt idő alatt nem mozdulnak, egyáltalán nem jelenti azt, hogy valamikor később nem indulnak be.

Ezt a jelenséget, mint a korábban tárgyalt végtelen rendszereket, megérthetjük úgy, ha megfelelő módon közelítünk a végtelenhez. Rögzítsük ugyanis a megfigyelési időtartamot, és adjunk meg egy tűréshatárt, amin belül nullának tekintjük egy adott inga kitérését. Ha azt akarjuk biztosítani, hogy a mi megfigyelt ingánk "ne mozduljon" ez alat az idő alatt, ez most már csak

azt jelenti, hogy a kitérése nem haladja meg az előírt értéket. Ha elegendően sok ingát választunk a rendszerünkben, akkor ügyesen el tudjuk érni, hogy a mi ingánk csak alig mozduljon a kívánt időtartamig, utána viszont beinduljon a mozgása. Valójában akármilyen hosszú mérési időtartamot tekintünk, mindig meg tudjuk választani az ingák számát akkorára, hogy ez igaz legyen! Ha a tűréshatárt nullához visszük, azaz egyáltalán nem engedünk meg kitérést, akkor ez a szükséges ingák számát végtelenbe emeli.

Ezt a határátmenetet használják akkor, amikor az elektronikában négyszögjelet állítanak elő. A négyszögjel pontosan a fent leírt tulajdonságot tudja: egy ideig azonosan nulla, aztán felugrik egy másik értékre. Egy ideális négyszögjel csak végtelen rendszerben állítható elő, de egyre jobb és jobb közelítése a rendszer méretének növelésével is megvalósítható.

Ez a gondolatmenet arra is rámutat, hogy az a kérdés, hogy egy *véges* ingás rendszerben tudunk-e jósolni, a rendszer mérete és a megfigyelési pontosság kényes viszonyától függ. Ha a mérés pontossága dominál, akkor a sok ingás rendszer inkább egy egy ingás rendszerhez hasonlít, álljon akármennyi ingából is. Ha a rendszer mérete dominál, akkor a véges sok (ám természetesen igencsak nagy számú) inga inkább egy végtelen rendszerhez hasonló, mint az egy ingás rendszerhez. Van egy rendszerfüggő tipikus méret, ahonnan kezdve az eredmények egy adott mérési pontosság esetén a végtelen rendszer tulajdonságait kezdik mutatni (ezt nevezik "termodinamikai limesznek" a fizikában). Az ilyen rendszer gyakorlatilag végtelennek tekinthető.

Az ingás példa azért érdekes, mert a kvantummechanika szerint a világunk leírható igen sok, különböző lengésidejű általánosított inga segítségével (ezeket az általánosított ingákat nevezik "energia sajátállapotoknak"). Ezért az a kérdés, hogy egy természeti jelenséget tetszőleges ideig figyelve tudunk-e bármit mondani a jövőjéről, egészen pontosan a fenti egy inga- végtelen inga átmenetre képezhető le.

3.1 A Három Nagy Probléma

Van a fizikának, vagy inkább a fizikai világnak három olyan nagy kérdése, amely a fenti véges-végtelen problémakörrel kapcsolatos. Ezekről a kérdésekről a mai napig vitatkoznak fizikusok és filozófusok, és messze vagyunk a megértéstől. Ez a három probléma a kvantummechanikai méréselmélet, a termalizáció és a szabad akarat. Tulajdonképpen elég önkényes, hogy éppen ezt a három problémát ragadtam ki, más megfogalmazásban jóval magasabbra is emelhető a számuk. Azonban a hármas szám jól hangzik, és, ahogy látni fogjuk, a három probléma valójában egy gyökerű.

Mindhárom probléma ugyanis ugyanarra a kérdésre vezethető vissza: ha egyszer az időfejlődés determinisztikus és megfordítható, akkor hogyan lehetséges, hogy a megfigyelt világban időnként megfordíthatatlan, vagy tiszta véletlen eseményekkel találkozhatunk.

A kvantummechanikai méréselmélet problémája a következő. Vegyünk egy elemi részecskét, például egy elektront, és próbáljuk meghatározni a helyét. A kvantummechanika sajátossága, hogy az elektron nem pontszerű részecskeként

írható le, hanem egy hullámként. A hullámot leíró (komplex értékű) függvény abszolút értékének négyzete arányos azzal a valószínűséggel[8], amellyel egy adott pontban az elektron megtalálható. Az elektron helye nem pontosan adott tehát, hanem csak egy valószínűség rendelhető minden méréshez. És ez nemcsak a mi tudásunk hiányosságát tükrözi, hanem az elektron kvantumtermészetéből következő tulajdonság. Az érdekes jelenség ezek után az, hogy ha az elektront mérés segítségével valahol beazonosítjuk, akkor a hullámfüggvénye nagyon gyorsan (jelenleg nem ismert sebességgel) átalakul a mérés helyén csúcsosodó hullámfüggvénnyé: ez a *hullámfüggvény redukció*. Vagyis annak valószínűsége nulla lesz, hogy ha az elektront valahol megtaláltuk, közvetlenül utána valahol máshol fogjuk találni. Úgy tűnik tehát, hogy a nem megmért és a megmért elektronra más törvények vonatkoznak. A nem megmért elektron hullámfüggvénye a Schrödinger-egyenlet szerint fejlődik, amely egyenlet időben visszafordítható és teljesen determinisztikus. Ha valahova lehelyezünk egy mérőberendezést, akkor az elektron bizonyos valószínűséggel a mérőberendezést megszólaltatja, és akkor hullámfüggvénye redukálódik, de nem tudhatjuk, melyik helyen. A mért elektron bizonyos valószínűséggel választ jövőt, azaz nem determinisztikus az időfejlődése.

Itt le is ragadhatnánk, és azt mondhatnánk, hogy, úgy tűnik, ilyen a világ. Azonban a fenti leírásban hiba van: ha ugyanis feltesszük azt, hogy mérőberendezést használunk, akkor a kvantummechanika leírása nem teljes. Valójában egy nyílt rendszert írunk le, amelyben a külvilág "deus ex machina" módon működhet: a "deus", amely külső aktorként megjelenik, maga a mérőberendezés. Ha konzisztensek akarunk lenni, és az egész világot kvantumosan akarjuk leírni, akkor nincs külön mérőberendezés és mért objektum, mindent a kvantumos elvek segítségével kell leírnunk. És akkor hirtelen eltűnik a "mérés", mindent a Schrödinger-egyenlet kormányoz, minden folyamat determinisztikus és megfordítható. A zárt kvantum világban tehát nincsen érvünk a véletlen létezésére. A tapasztalat azonban ennek ellenére azt mutatja, hogy a makroszkopikus mérőberendezés mégiscsak úgy hat a parányi elektronra, hogy valamilyen helyre redukálja a hullámfüggvényét.

A termalizáció, vagy egyensúly felé tartás problémája az, hogy ugyan a mikroszkopikus törvények pontosan leírják egy rendszer működését, egy makroszkopikus rendszerben mégis megfigyelhetünk olyan jelenségeket, amelyek nem visszafordíthatóak: például egy tányér leesése után összetörik. A cserepeket, bárhogy ügyeskedünk is, nem tudjuk tányérrá összelőni. A tányér világában tehát van megfordíthatatlan folyamat, ami ezért furcsa, mert az őt felépítő elemi alkotórészek világában nincsen, a mikroszkopikus mozgásegyenletek teljesen megfordíthatók. Vajon hol kerül be a rendszerbe a megfordíthatatlanság?

A harmadik probléma a szabad akarat kérdése, amely persze már nem fizikai kérdés, de "tudományosan" megfogalmazva mégiscsak ide tartozik. A konfliktus ebben az esetben az, hogy ha a világot determinisztikus törvények írják le, akkor a jövője is tökéletesen rögzített, ezért "akaratról", vagyis szabad akaratról nem

[8] pontosabban valószínűségi sűrűséggel.

beszélhetünk, hiszen minden tettünk előre megjósolható, kiszámítható. Ezzel azonban csak a szabad akarat hiányát fogalmaztuk meg. Hogy maga a szabad akarat mit is jelent, az már sokkal kevésbé egyértelmű, ennek részleteibe nem szeretnék belemenni, mert igencsak messzire vezet. Egy szabad akarattal rendelkező lény kívülről figyelve mindenesetre úgy viselkedik, hogy nem jósolható meg a viselkedése: azonos vagy azonosnak látszó körülmények között is másként tud dönteni. Egy tetszőleges bonyolult gép esetén elegendően sok információt gyűjtve a gép működéséről meg fogjuk tudni mondani, hogy a gép mit fog tenni a jövőben – neki nincs tehát szabad akarata. Ha az ember gép, akkor ez szintén lehetséges; legalábbis elvileg, hiszen erre gyakorlatilag nemigen van mód. A szabad akaratot jelen körülmények között tehát azzal helyettesítjük, hogy a megfigyelt rendszerben nem kiszámítható, azaz véletlen folyamatok játszódhassanak le – hogy ezt a véletlent vajon értelmezhetjük "akaratnak" vagy sem, az igazából definíció kérdése.

Nagy a csábítás, hogy a teljes problémakört visszavezessük a kvantummechanikai méréselméletre, a mérések valószínűségi természetére és a hullámfüggvény redukciójára, és ott egyszerűen jelentsük ki, hogy így működik a világ. A kvantummechanikának erre a megfogalmazására számos más filozófia is épül. Innen származik például a "sok világ" elmélet, amely szerint minden mérés során számtalan független részre szakad a világ, mindegyikben a mérés más és más eredménye valósul meg. Azonban, ahogyan fent érveltünk, a zárt kvantum rendszerekben nincs véletlen, vagyis valójában minden ilyen érvelés sántít. Mások (mint például Penrose) éppen fordítva, a tudat fizikájának ismeretlenségére vezetik vissza az összes fent említett problémát.

Észerevehetünk a három probléma között egy szoros analógiát: mindhárom esetben a nagyon nagy szabadsági fokú rendszerekben történő látszólagos nem determinisztikus (véletlen, vagy nem megfordítható) jelenségről van szó. Fogalmazhatunk úgy is, hogy egy végtelen (vagy végtelennek tekinthető) rendszer megfigyelt részrendszerében történő információvesztésről van szó.

Vizsgáljuk meg még egyszer a véletlen fogalmát. Ha nincs igazi véletlen, akkor a jelenlegi állapotból éppúgy következik a múlt, mint a múltból a jelen. Az időfejlődés tehát megfordítható. A valódi életben azonban számos olyan jelenség figyelhető meg, amely nem megfordíthatónak tűnik. A leglátványosabb az, mikor például eltörik egy váza, azonban a cserepekből soha nem tapasztaljuk, hogy előáll véletlenszerűen az eredeti váza. Hasonló probléma a korábban már említett kvantummechanikai mérés problémája: mikor megmérünk egy kvantumos részecskét, "elfelejti" a kezdőállapotát, és a mérésnek megfelelő állapotba áll be. Ahogy láttuk, a szabad akarat is ilyen kérdés, hiszen szabad akarata csak annak van, akinek sorsát nem határozzák meg egyértelműen a kezdőfeltételek. Mindhárom probléma esetén van egy jelenségekre összpontosító, fenomenologikus leírás, amely egyszerűen a megfigyelt jelenségeket kézzel beleteszi a rendszerbe, nem bíbelődik azzal, hogy milyen mikroszkopikus magyarázat tartozik hozzá. A rendezetlenség méréséhez bevezeti az entrópia fogalmát, és olyan egyenletekkel dolgozik, ahol ez növekszik; a kvantummechanikában feltesszük, hogy a mérés során valami csoda folytán nem folytonos a hullámfüggvény időfejlődése; a szabad akaratot pedig egyszerűen feltesszük,

ennek alapján vonható felelősségre mindenki.

A fenti jelenségek alapja azonban elég rejtélyes, csak képszerű magyarázatink vannak arról, mi is áll a háttérben. Úgy tűnik, mindegyik fenti problémában a nagy számú szabadsági fok játssza a döntő szerepet, ezek között szétoszlik az az információ, amit a kiszemelt, megfigyelt objektum tartalmazott. A váza esetében a teljes váza mint egész a megfigyelt objektum, amely sok belső szabadsági fokot tartalmaz. Ha azok a kényszerek, amelyek a belső szabadsági fokokat összekötötték, megszűnnek, akkor a váza mint egész szétesik, részei szabadon mozognak tovább. A kvantummechanikai mérésnél a mérőeszköz tartalmaz csillagászati számú szabadsági fokot. A mérendő objektum és a mérőberendezés nem alkot külön rendszert, és a legrendezetlenebbek azok az állapotok lesznek, ahol a mérendő objektum elkülönített állapota csak meghatározott formájú.

A szabad akarat, amennyiben valóban analóg a fenti fizikai példákkal, hasonlóan kell működjön. Ebben az esetben a nagyszámú szabadsági fokot az agy (döntéshozó) által kezelt csillagászati számú fogalom jelenti. Hogy pontosan hogyan vannak definiálva az agyban a releváns fogalmak, milyen, a másik reprezentáció szempontjából irreleváns fogalmakat tartalmaz, teljesen esetleges. Amikor egy kérdést szegezünk a döntéshozónak, akkor a válasz teljesen determinált, tökéletesen meghatározza azt az agy állapota: csakúgy, mint mikor egy kvantumos objektumot egy mérőberendezéssel mérünk. A mérőberendezés és a mért objektum pontos aktuális kvantumállapotán múlik az, hogy mi lesz a mérés eredménye, ez azonban olyan összetett (ahogy láttuk nem is lehetne megállapítani ezt az állapotot véges idejű mérésekkel!), és annyira nem világos, hogy mely részletek hogyan befolyásolják a mérés eredményét, hogy lényegében lehetetlen jósolni. Az agy számára a feltett kérdés valójában nem más, mint egy fogalom megmérése az agy, mint mérőberendezés által. Az eredmény azon múlik, hogy milyen a pontos mikroállapot, mégpedig minden részletre kiterjedően. Még ha pontosan ismernénk is az agy perferenciáit, akkor is csak *valószínűségeket* rendelhetnénk az egyes döntési opciókhoz, csakúgy, mint egy kvanumos mérés esetén; vagy éppen arra a kérdésre, hogy a széttört váza darabjai hol fognak elhelyezkedni.

Van egy sokkal egyszerűbb végtelen rendszer, ahol információt veszítünk, ezért bizonyor értelemben mindhárom Nagy Kérdés egyszerűsített prototípusa: ez egy tökéletesen szimmetrikus, hegyére állított rúd. A rúd instabil helyzetben van, le fog dőlni valamerre. Ha a rendszert a klasszikus mechanikával írjuk le, akkor a mikroszkopikus szabadsági fokok mozgása tökéletesen determinisztikus, vagyis a kezdeti feltételekből pontosan meghatározható, milyen irányban dől le a rúd. A fontos azonban az, hogy a ledőlés iránya *nem a rúdtól függ*! A rúd, feltételezésünk szerint ugyanis tökéletesen szimmetrikus, és pontosan a hegyére állítottuk. Ha a rúd zárt rendszer lenne, akkor végtelen sokáig az instabil állapotában, a hegyén állva maradna. A külvilág azonban végtelen nagy, és nem szimmetrikus. Előbb-utóbb valamelyik külső erő hatására, mondjuk a levegő olyan mozgására, amely a rúd felállításánál tett mozdulataink hatására keltődött, és még nem csillapodott le, a rúd elindul valamerre, és akkor már a belső törvényszerűségeinek engedelmeskedve az adott irányba

fog ledőlni. Ha a külvilág a lehető legszimmetrikusabb (legalábbis ami rajtunk múlik, megtesszük), akkor a ledőlés irány véletlenszerű, bármely irányba ugyanakkora valószínűség szerint történik meg. Megtehetjük, hogy bizonyos irányba ledőlést azonos esetnek tekintünk, mondjuk első esetnek a 0-90°-ba történő ledőlést, másodiknak a többi irányt, akkor az első valószínűsége 25%, a másodiké 75% lesz.

Fogalmazhatunk úgy is, hogy az instabil rudat tartalmazó világban a rúd ledőlését meghatározza valami *rejtett paraméter*. Ezt a rejtett paramétert azonban hiába keressük a rúdban magában, mert az tökéletesen szimmetrikus. A külvilág állapota határozza meg a ledőlést, ezért ezt a rejtett paramétert nemlokálisnak kell tekintenünk.

A kvantummechanikában nagy jelentőségűek a Bell-egyenlőtlenségek, amelyekből azt lehet megtudni, egy kvantumos objektum tartalmaz-e olyan rejtett paramétereket, amelyek a későbbi mérés során felszínre kerülnek. Az 1970-es évektől kezdve Aspect úttörő munkája nyomán egyre finomabb mérések születnek, amelyek mind azt bizonyítják, hogy a kvantummechanikai rendszer nem tartalmaz rejtett paramétert. Egy elektron a helyének megmérése előtt semmiféle információt nem ad arról, hol fogjuk később megtalálni. Ez a fenti egyszerű példában annak felel meg, hogy a csúcsára állított rudunk tökéletesen szimmetrikus. Ha nem az lenne, akkor a külső világ figyelembe vétele nélkül is meg tudnánk mondani, merre fog ledőlni. Ha azonban a szimmetria tökéletes (és egy elektronról mi mást is képzelne az ember), akkor a rejtett paraméter *nem a mérendő objektumben, hanem a kvantumos mérőberendezésben van!*

Mindezek szerint a kvantummechanikai mérést úgy képzelhetjük, hogy a mérőberendezés, amely "összefonódik" a mérendő objektummal, instabillá teszi mindazon hullámfüggvényeket, amelyek nem felelnek meg valamilyen helyen redukálódott hullámfüggvénynek. A rúd az elektron, amely az egyik stabil irányba fog "ledőlni", de hogy merre fog dőlni, az nem az elektronon, hanem a teljes külvilágon múlik, amely akár a mérőberendezésen is túlnyúlhat.

Az tehát, hogy mikroszkopikusan mindenki teszi a dolgát, azonban részrendszereket figyelve véletlen jelenségeket tapasztalunk, nem is olyan megdöbbentő jelenség. Ehhez még hozzá kell tennünk azt, hogy legjobb tudásunk szerint a világ nem véges, (vagy legalábbis gyakorlatilag végtelen, az előző fejezet definíciójának megfelelően). Ilyen módon nem is tudunk mást tenni, mint részrendszereket megfigyelni, ahol viszont biztosan találunk véletlen folyamatokat.

3.2 Determinisztikus-e a világ?

De tegyük fel azt a kérdést, hogy vajon igaz-e, hogy a teljes világunk, mindent belevéve, vajon teljes mértékben törvényeknek engedelmeskedik, azaz teljesen determinisztikus-e, vagy vannak valódi véletlenek. Az olyan rendszereket, ahol vannak véletlenek, amelyek semmiféle törvénynek nem engedelmeskednek, nyílt rendszereknek nevezzük a fizikában, ahol "deus ex machina" oldódhatnak meg kérdések. Nem kizárt, hogy a világunk nyílt. Egy ilyen kérdést nem dönthetünk el elvileg, érvekkel, ez a valódi világra vagy így van vagy nem. Ezt csak kísérletek

útján határozhatjuk meg.

Egy véges rendszer esetén a kérdést igen egyszerű eldönteni. Az egyszerűség kedvéért használjuk ismét a sok ingából álló rendszert, mint feljebb. Ahogy láttuk, amennyiben véges sok ingánk van, tetszőlegesen rövid ideig figyelve akár belőlük felépülő egyetlen mennyiséget (mondjuk a kitérésük összegét), meg tudjuk állapítani a mozgás paramétereit, és ezzel a teljes jövőbeli sorsukat. Ha a jósolt viselkedéstől eltérő viselkedést találunk, az ingás rendszer nyílt, ellenkező esetben zárt.

Végtelen rendszerre azonban mindez nem vihető át teljesen zökkenőmentesen. Ahogy korábban tárgyaltuk, ha az ingák száma végtelenhez tart, akkor már tetszőlegesen hosszú ideig is figyelve őket (bármennyi végeset is belőlük), nem tudjuk a jövőjüket megjósolni. Például egy ideális négyszögjelgenerátor jele tökéletesen nulla egy ideig, aztán megváltozik. Emiatt végtelen rendszerben a rendszer paramétereinek megismerése csakis akkor lehetséges, ha már a *teljes történet* végetért. Utólag lehet mindent rekonstruálni, és csak *utólag*, korábban nem.

Ekkor azonban azt látjuk, hogy megszűnt a lehetőségünk, hogy a világ determinizmusát kísérletileg határozzuk meg, hiszen azt csak a megjósolt és valódi történesek összehasonlításával lehet eldönteni. De itt már nincs mivel összehasonlítani a rendszert, hiszen minden esemény mögöttünk van.

Hogy egy másik aspektusból is megvilágítsuk a problémát, tekintsünk egy ingát, amely valóban szabad akarattal rendelkezik valami csoda folytán, és föl- alá leng a lehető legtetszőlegesebb módon, élvezi az össze-vissza ingást. Miután ezt az ingát végtelen hosszú ideig figyeltük, megkérdezhetjük, hogy vajon milyen törvényszerűségek irányították a mozgását. Feltéve, hogy determinisztikusan mozgott, megállapíthatjuk, hogy az inga mozgása végtelen sok másik inga mozgásának összegéből adódott össze, és a végtelen sok összetevő kezdeti feltételeit is meg tudjuk mondani. A tanulság ebből az, hogy a teljesen véletlenszerű és teljesen determinisztikus folyamatok, miután már lezajlottak, nem választhatók szét.

A probléma nem az, hogy ügyetlenek vagyunk, hanem hogy egy végtelen rendszerben a két probléma matematikailag ekvivalens, azaz logikailag ugyanarról a kérdésről van szó. Determinizmus meghatározandó kezdőfeltételekkel vagy véletlen meghatározandó időbeli folyamatokkal nem választható szét. Szigorúan szólva tehát egy végtelen rendszerben, ahol mi a rendszer részei vagyunk, azaz nem mi állítjuk be a kezdőfeltételeket, teljesen meddő arról vitatkozni, hogy van-e véletlen vagy sem.

Fordítva is előfordul a fenti azonosítás, amikor teljesen determinisztikus folyamatok véletelennek tűnnek. A számítógépek rendelkeznek például véletlenszámgenerátorral. A véletlen számok generálására számos algoritmus létezik; azonban ez a mondat eleve azt is kifejezte, hogy az előállított számsorozatok nem véletlenszerűek, hanem egy algoritmus hozz létre őket. A véletlenszámgenerátor aktuális állapotából előre meg lehet mondani az összes további számot (valójában ezért is hasznosak a számítógépes véletlen modellek: megismételhető "véletlenekről" van szó). A lényeges ezekben a generátorokban, hogy ha a számsorozatot nézzük, akkor nem lehet megállapítani róla, hogy valódi

véletlen folyamat hozta őket létre, vagy egy determinisztikus algoritmus. Ez persze nem teljesen igaz: az ilyen gépi számsorozatok előbb utóbb ciklikusan ismétlődnek, mondjuk 2^{32} lépés után ismét az első számot kapjuk vissza. De ez több, mint elég, hiszen ha csak annyit szeretnénk megtenni, hogy minden számra egy másodpercet szánva végignézzük az összes lehetséges számot, akkor 68 évig kéne olvasnunk a számokat. Ezek a kvázivéletlen számok tökéletesen alkalmasak arra, hogy minden a valódi életben előforduló probléma szempontjából véletlenként kezeljük őket.

Innen azt a tanulságot is leszűrhetjük, amit máshol is hangsúlyoztunk, hogy bár szigorúan véve csak végtelen rendszerben igaz a determinisztikus folyamatok ismeretlen kezdőfeltétellel és véletlen folyamatok azonosítása, azonban praktikus szempontból ez már véges rendszerre is elvégezhető. És nem is kell túl nagy rendszer ehhez; ha a fenti példa 32 bites véletelenszámgenerátora helyet 64 bites véletleszámgenerátorunk van, amely 2^{64} állapotos, akkor, még ha másodpercenként egymillió állapotot nézünk is meg, a teljes sorozat áttekintéséhez 580 ezer év kellene.

4 Az élet világa és az intelligencia

Antilopcsorda legel a mezőn. Bár idejüket lefoglalja a fű tépkedése, időnként felemelik kecses fejüket, és figyelmesen körbenéznek. Körülöttük magas fű, fák, bokrok vannak, a szél zúg és más állatok hangja is hallatszik időnként, egy igen összetett és zavaros környezetben vannak tehát. Mégis, hirtelen az egyikük aggodalmasan a fű egyik pontjára koncentrál, mire az egész csorda odafigyel. Nyugtalanok lesznek, már jobban figyelnek. Aztán egyszercsak az összes állat, mintha parancsszóra cselekednének, meglódul, és heves menekülésbe fog. A fűből pedig kioldalog egy hoppon marad fiatal gepárd, ezúttal zsákmányállatai elszeleltek.

A szavannai vadászatok igen nagy hányada üt ki balul a vadászó állat számára (és persze szerencsésen a prédaállat számára). A fiatal állatok, akik még nem tanulták meg a vadászat fortélyait, igen gyakran éhenhalnak a sok sikertelen próbálkozás eredményeképpen. Végülis csak a legravaszabb, legrátermettebb egyedek képesek felnőtté válni, és saját utódokat nemzeni.

A számunkra legérdekesebb kérdés ebben a történetben az, hogy hogyan képesek az antilopok észrevenni a ragadozó közelségét. A kérdésre a válasz persze egyértelmű: meglátták a fűben. Valójában persze ez így nem igaz: a gepárdot nem látták meg a fűben, olyan módon bizonyosan nem, hogy pontosan rekonstruálhatták volna alakját, csupán valamiféle rá utaló jelet vettek észre a fűben, ami miatt veszélyre gondoltak.

A kérdés akkor lesz különösen izgalmas, ha rádöbbenünk arra, hogy az antilop környezetét rendkívül sok releváns fogalom írja le. Hogy ennek csak egy egészen kis szeletét vizsgáljuk, minden egyes fűszál kissé eltérő alakú, színű, keménységű, másként mozog a szélben. S ha azt mondanánk, hogy az ilyen fogalmak nem relevánsak, a fenti példa az ellenkezőjét igazolja: bizonyos fűszálak mozgásának furcsa volta miatt figyeltek fel a ragadozó közeledtére.

Az élővilág általános jellemzője ez: rendkívül nagy számú és igen változatos adat jellemzi, ezek közül rendkívül sok az élet számára releváns információ is. A logika szinte teljességgel használhatatlan a releváns fogalmak túl nagy száma miatt: nincs olyan modell, amely ezeket mind megérthetné, és relációikat feltárhatná. De ha lenne is valaki, aki venné a fáradtságot, hogy ezeket mind megértse, megfelelő modellt alkotna, nyilván nem az antilopok közül kerülne ki ez a zseni. Az antilopok másként járnak el: látnak a világukban.

4.1 A logika és a látás

Valójában a logika és a látás a világ két megközelítési módja. Annak ellenére, hogy természetesen minden a logika szabályai szerint működik, onnan ki nem léphet, egy adott rendszer logikán alapuló megközelítése mégis olykor nem lehetséges. A logika akkor működőképes ugyanis, ha minden alapvető, releváns fogalma pontosan definiált, és ezek egymáshoz fűződő viszonya pontosan megfogalmazott. A valóságban igen sok rendszerben egyszerűen azért nem valósítható meg ez, mert azon fogalmak, amelyek relevánsak, vagy azok lehetnek, túlzottan sokan vannak, vagy túl gyorsan változnak. Ilyen környezetben egyszerűen nem

célszerű az az eljárás, hogy bizonyos fogalmakat tisztázunk, pontosítunk, hogy aztán a következő fogalom kerüljön sorra. Mire ezt megtennénk, az első fogalom akár már elavulttá is válhat.

Valójában, mint azt már korábban tárgyaltuk, igen nehéz megmondani, hány fogalomra is van szükségünk az adott rendszer leírásához. Olykor úgy tűnik, az élet a teljes bonyolultságával zajlik körülöttünk, ugyanakkor egyszerű mechanizmusok állnak a háttérben. Erre példa az utóbbi időben olyan sokat kutatott kollektív emberi és állati viselkedés, mint például a vastaps kialakulása, vagy a seregélycsapat röpte. Ezeket a jelenségeket olykor az egyes egyedek meglepően egyszerű "működési" elvével, működési szabályaival magyarázhatjuk, amelyek sok egyedből álló rendszerben bonyolult kollektív viselkedési mintákhoz vezetnek. De ezek az esetek nem általánosak, legtöbbször valóban igen sok effektus játszik fontos szerepet egy jelenségben.

Szóval az ilyen kivételes esetektől eltekintve a "tudományos" eljárás egyszerűen nem célravezető. Nem véletlen, hogy az ilyen analitikus és logikára épülő megközeltéssel egyetlen élőlény sem él az emberen kívül: valószínűleg nem jelentett versenyelőnyt, ha ilyenfajta környezetszemlélettel rendelkezett valamilyen élőlény. Az emberi gondolkodás és a logika kapcsolatára még visszatérünk.

De mi áll helyette? Először fogalmazzuk meg azt, hogy mi az, amit szükségszerűen el kell veszítenünk a logika világából. Ahogy kifejtettük, nem lehetnek a valóságot pontosan leíró, azaz jól definiált, ugyanakkor merev, körülhatárolt fogalmaink, mert sem idő, sem mód nincs ennek kidolgozására. Túl sok releváns fogalmunk van, és ráadásul a súlyuk, kölcsönhatási erősségük igen változatos. Másszóval nem igaz, hogy minden releváns kölcsönhatás egyformán fontos, a relevancia szempontjából folytonosan csökkenő jelentőségű fogalmi kavalkád van jelen. Ezekből minél többet igyekezhetünk figyelembe venni, de hogy pontosan melyeket tesszük bele a kiválasztott fogalmaink közé, nem teljesen pontosan meghatározott. Vannak persze a fontos fogalmak, amelyek minden leírásban nélkülözhetetlenek, de a kevésbé fotosak közül kissé az ízlésre van bízva az, hogy melyiket tartjuk a rendszert leíró fogalomnak, tulajdonságnak, és melyeket csupán zajnak. Vagyis sokféle, ugyanazt a rendszert leíró fogalomrendszer létezik, ezek releváns fogalmai valamelyest eltérhetnek egymástól. Ezen fogalomrendszerek közül egyik sem írja le tökéletesen a valóságot, ehhez végtelen számú fogalmat kellene ismerni. Vagyis ezekben a rendszerekben még a legtökéletesebb fogalomrendszerrel operáló szemlélet is tévedhet: ekkor a valóságban olyan jelenség zajlik le, amely az adott fogalmi hálóval rosszul fogható meg.

A valódi világban, az "élet világában" tehát a fogalmak szükségszerűen nem olyan ridegek és merevek, mint a fizika világában, egyszerűen azért, mert nem véges számú különösen releváns fogalom írja le a rendszert, hanem relevancia szempontjából folytonosan változó végtelen sok fogalom. Egy fizikai rendszert leírni szándkozó két megfigyelő, ha jól végzik dolgukat, végülis ugyanarra a releváns fogalmakra fognak kilyukadni, vagy legalábbis ezek egymásba átszámíthatóak. Az élő rendszert vizsgáló két szemlélő fogalmi rendszere azonban nem fed át, fogalmai nem számíthatók át egymásba. Itt minden megfigyelő leírási módja egyedi és különböző, azaz mást "látnak" a világból.

Hogy jobban érthető legyen mindez, mondjunk rá néhány példát. A kék szín a fizikában meglehetősen pontosan definiálható, bizonyos hullámhossz tartomány megadásával. A határokkal nem feltétlenül ért egyet mindenki, de valahol meghúzhatjuk az "innentől idáig kék" hullámhossztartományt, mondjuk 430 és 510 nm-es tartományban. (l. 6 ábra) A pontos határnál fontosabb

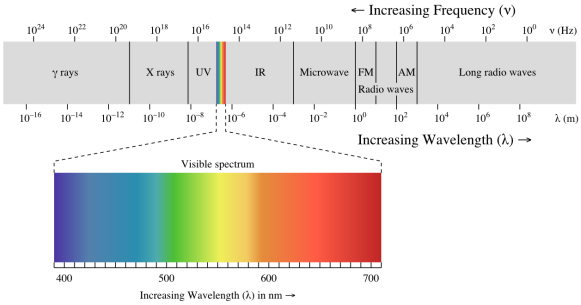

Figure 6: A fény és a hullámhossz összefüggése

a pontos definíció, mert ezután bármely fényről meg tudjuk állapítani, hogy kék vagy nem. Ha persze keverék fény érkezik hozzánk, akkor ennek nincs értelme, de akkor azt tudjuk megmondani, mennyi a kék fény aránya a többihez mérten. De a szemünk nem pontosan így definiálja a kék színt. Nemcsak arról van szó, hogy a szemünkben levő három csap illetve a pálcikák egy egész hullámhossztartományra érzékenyek, mert ez csak a színek definícióját változtatja meg. A nagyobb különbség az, hogy a színlátást az agy állítja össze,

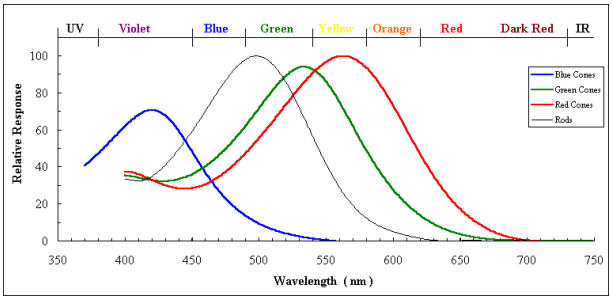

Figure 7: A csapok (cone) és pálcikák (rod) fényérzékenysége

és számos más információt is figyelembe vesz. A valóságban ugyanis a színek másként látszanak verőfényben, árnyékban, tiszta illetve párás időben, ahogy azt egy fényképen ellenőrizhetjük is. De az agy megpróbálja mindezeket figyelembe véve megmondani hogy az a fény, amit látunk, eredetileg kék volt, vagy csak annak látszik. Ez valós körülmények között igen hasznos lehet, azonban "be lehet csapni", érzéki csalódásokat lehet létrehozni. Amikor mesterségesen

olyan körülményeket hozunk létre, hogy félrevezető információt adunk az agynak, még azt sem biztos, hogy meg tudjuk mondani, mi fehér és mi fekete (l. 8 ábra).

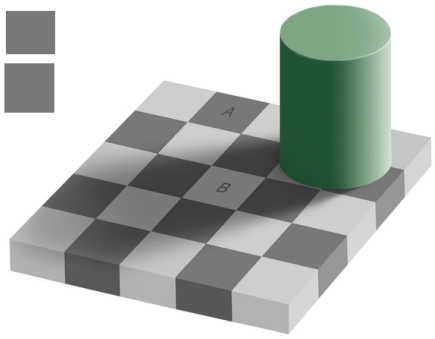

Figure 8: A sakktábla árnyékban levő fehér mezője valóságban pontosan ugyanolyan színű, mint a fényben levő sötét mező.

A színérzékelés csak az egyik legelemibb funkciója az agynak, itt a fizikában használatos fogalmakhoz nagyon közel álló fogalmakkal találkozunk. Hasonló a hőérzékelés, az éhség illetve szomjúságérzés, a légszomj. Ezen esetekben fizikailag elég jó beazonosíthatók a kiváltó okok, de minden esetben az agy fogalmai eltérnek a fizikai megfelelőiktől. Mondhatjuk úgy is, hogy az agy "téved", de inkább az a helyzet, hogy a működésünk szempontjából alkalmasabb fogalmak ezek, mint a pontos fizikai definíciók.

De az agy fogalmai (és nemcsak az emberi agyé) ennél jóval tovább mennek! Például van arról fogalmunk, mi az a fa, vagy a fű. Megismerjük a környezetünkben levő formákat, bárhogy is látjuk őket – tulajdonképpen általában is a fogalmakra gondolhatunk úgy is, mint általános mintafelismerésre. Fogalmaink vannak a saját belső működésünkről s azt másokon is felismerjük, s ezt is minden társas állat meg képes tenni. Ezen fogalmak összetettsége jóval túlmutat azon a szinten, amit pontosan meg tudunk ragadni.

Az, hogy a fogalmaink így működnek, néha igen tanulságos jelenséghez vezet. Időnként egy-egy jelenség teljes értelmezését megváltoztathatja az, hogy a fogalmaink pontosan hogyan épülnek fel. Csak egyetlen példa: nagyon fontos lenne tudni, hogy egy adott gazdaság milyen állapotban van, ugyanis ezzel tudjuk eldönteni, hogy jó irányba hatnak-e a politika döntései. Csakhogy a gazdaság igen-igen összetett rendszer, számos mutató, adat, szám jellemezheti. Hogy ezek közül mi releváns és mi nem, senki nem tudja igazán. Vannak "iskolák", amelyek elmondják, hogyan kell ezeket a mutatókat használni, azonban a különböző iskolák olykor gyökeresen eltérő helyzetértékelést adnak. Szó szerint arról van szó, hogy nem tudjuk, mikor áll jól a gazdaság, és mikor rosszul. S a kétfajta iskola nem is tudja meggyőni egymást igazáról, mert pont abban különböznek, ami szükséges lenne a meggyőzéshez: egy közös fogalmi rendszer.

Mindez azt jelenti, hogy maga az "igazság" kérdése válik homályossá. A

legtöbb esetben persze, mikor a fogalmaknak már jól bevált, közösen elfogadott rendszere működik, az igazság egyértelmű. "Ott volt-e a bűnügy helyszínén?" kérdi a nyomozó, s erre van igaz vagy hamis válasz. Annak ellenére van, hogy a mondatban minden szó – miként a szavak általában – kissé lazán definiált. Hogy ki a felelős a történtekért, már kevésbé dönthető el, itt már a különböző fogalmi hálók, világképek különböző válaszokat adhatnak. És nem arról van szó, hogy az egyik válasz igaz, a másik pedig hamis; tulajdonképpen mindkét válasz igaz, a "felelős" szó különböző értelmezésének megfelelően. Mindenkinek van egy saját fogalmi hálója, a releváns fogalmaknak olyan gyűjteménye, amellyel a világot leképezi, az eseményekből tényeket csinál. Ezek a fogalmi hálók, vagy világképek azonban nem pontosan fednek át egymással. Ilyen módon lehetséges az, hogy egy állítás és annak ellenkezője is lehet igaz, ha különböző világképek nézőpontjából vizsgáljuk őket.

4.2 A látás kialakulása és az intelligencia

Az előző fejezetben arról volt szó, hogy hogyan is működik az általánosított látás egy bonyolult, sok különböző relevanciájú fogalmat tartalmazó rendszerben. De hogyan alakul ki egy fogalom?

Itt jön be a címben szereplő másik megnevezés, az intelligencia. Itt most olyan értelemben használom, hogy az intelligencia a fogalomalkotó képesség. Ez a kérdés igen aktuális a mesterséges intelligencia szempontjából is. A mesterséges intelligencia számára pontosan ez lenne a célkitűzés: valami bonyolult rendszerben eligazodni, legyen az egy képen egy arc felismerése, az emberi társalgás, orvosi diagnosztika vagy éppen a sivatagon való átkelés. A szokásos megközelítés az, hogy a programmozó elegendően jól megismeri azt a feladatot, amit meg akar oldatni a géppel, és a legjobban kigondolt fogalmakat beprogrammozza a gépbe. Esetleg ezen fogalmak optimalizálását rábízza a gépre, ez a tanulási folyamat. Vagyis ilyenkor a programmozó intelligenciája, a vizsgált rendszerre vonatkozó megimerési képessége az, amely a programban visszatükröződik. A program maga nem lesz "intelligens" abból a szempontból, hogy maga nem tud módosítani a fogalmi rendszerén, csak a fogalmak relevanciáját tudja állítani. A program sikere vagy kudarca kizárólag a programmozó ügyességén múlik.

De az antilop esetén nem volt programmozó. Még akkor is, ha azt gondoljuk, hogy az antilop készen kapta biológiai programmját, akkor is valahonnan szereznie kellett ezt. Valami intelligencia húzódik meg a háttérben...

Valójában az intelligencia definíciója meglehetősen bizonytalan. Turing úgy definiálta az intelligenciát, elsősorban a mesterséges intelligenciára gondolva, hogy ha valakivel, akit nem látunk, társalgunk, beszélgetést folytatunk vele, és nem tudjuk megmondani, hogy géppel vagy emberrel beszélgetünk, akkor az illető intelligens. Ez a meghatározás nagyon ügyes abból a szempontból, hogy nem kellett pontosan megmondani, mi is az intelligencia, hanem egyszerűen abból indult ki, hogy az ember intelligens, így ha valami olyan, mint az ember, akkor az is intelligens. Ugyanakkor ennek a definíciónak komoly problémája, hogy lényegében azt állítja, hogy intelligens az, ami intelli-

gensnek *látszik*. Márpedig a látszat és a valóság igen sok mindenben eltérhet egymástól. Mindenesetre a Turing-féle definíció alapján sokféle intelligensnek szánt beszélgetőprogram alakult ki. Ezek jópofa szórakozást jelentenek, egyvalami azonban határozottan biztos: hogy nem intelligensek. Csupán gépek, amelyek visszatükrözik a programmozó szellemességét, de amire nem készítették fel őket, abban tökéletesen tájékozatlanok, és ezen nem is lehet segíteni.

Atz gondolom, hogy a Turing-féle intelligencia meghatározás nem igazán találó. Itt most egy másik definíciót fogok használni, nevezetesen azt, hogy *intelligens az, ami többre képes, mint amire megtanították*. Bizonyos szempontból ez kevesebb, mint a Turing-féle definíció, mert nem csak az emberi intelligenciára vonatkozik, sőt elsősorban nem arra. De, legalább valami korlátozott területen egy intelligens aktornak képesnek kell lennie arra, hogy a környezetéhez alakítsa a fogalmait.

Valójában minden ma élő magasabbrendű állat intelligensnek nevezhető ebből a szempontból. Egy felnőtt állat ugyanis sokkal többet tud a világról, mint egy újszülött. Bizonyított tény például, hogy a látás általi alakfelismerés nem született tulajdonság. Ami az állattal együtt születik, az az a képesség, hogy megtanuljon látni. Valójában túl sok is az a képi infromáció, alak, amit egy állat fel tud ismerni, ehhez túlzottan szűk lenne a génkészlet. Persze vannak eleve kódolt képfeldolgozási algoritmusok, mint a kontúrkeresés vagy a mozgásérzékelés. A pontos fogalmi rendszert azonban a tapasztalat, tanulás során építi fel az állat: megtanul látni.

Hogy hogyan történik mindez, az még nyitott kérdés, valamint az is, hogy a törzsfejlődés mely szintje az, ahol a tanulás útján szerzett képességek megjelentek. Nyilván vannak olyan egyszerű szervezetek, például növények, amelyek nem képesek tanulni. De még az ő esetükben is a környezethez alkalmazkodni tudnak, amit értelmezhetünk úgy, hogy ezek a lények bizonyos "fogalmak" szerint értelmezik a környezetüket. Ezt a fogalmat persze nem az egyes egyed alakítja ki ilyenkor, létezésének kezdetétől benne van. Ugyanakkor a Föld őskorában még nyilván nem voltak meg ezek a fogalmak, hiszen maga a növényzet sem létezett még ekkor. Az a bizonyos fogalom, amely a növény alkalmazkodását elősegíti, a növény kialakulásával együtt került elő. A növény létrehozását pedig az evolúció irányítja: az evolúciós folyamat révén azok az egyedek illetve közösségek maradtak fenn, amelyek az adott környezetnek leginkább megfelelő tulajdonságokkal rendelkeznek. Vagyis az evolúció révén alakultak ki ezek a "fogalmak", tehát, ha úgy tetszik maga az evolúció volt az, amely az intelligenciát megtestesíti ebben az esetben.

Valójában úgy tűnik, az intelligencia mechanizmusa mindig valahogyan hasonló az evolúcióhoz. Ha egy magasabbrendű állat (akár az ember) újszülöttjét megvizsgáljuk, akkor annak agyában a felnőtthöz képest sokkal több szinapszist, idegsejtek közötti kapcsolatot találunk. A tanulási folyamat során a szinapszisok egy része eltűnik, így válik struktúrálttá az agy, így képes a fogalmakat megtestesíteni. Nem tudja az agy, hogy *melyik* az a szinapszis, amelyet meg kell szüntetnie, csak azt tudja, mert van rá visszajelző mechanizmus, hogy ha csinál valamit, attól hogyan változik meg a környezethez való alkalmazkodási képessége. Ha valaki figyelt már csecsemőt, ahogyan a saját kezét figyeli, ko-

ordinálatlaul mozgatja, szájába veszi, szinte érezhető az a hatalmas munka, amellyel az agya megpróbálja értelmezni, megtanulni a térbeli látás és mozgás képességét. Az agy, mivel nincs rá eredeti receptje, nem tud mást tenni, mint hogy bizonyos szinapszisokat megváltoztat, többé-kevésbe véletlenszerűen (legalábbis nem tudjuk, milyen rendszer szerint). Ha ez a jó irány, akkor megerősítő visszajelzés érkezik, ha rossz, tiltás. Tehát valamilyen értelemben a szinapszisok evolúciója folyik az agyban. Végül magmarad valami, amiben a külvilág releváns fogalmai kódolva vannak. Ez a folyamat nem áll le a felnőtt állatban sem, azonban a fogalmi rendszer stabilizálódik. Ha új környezetbe kerül az állat, akkor a már meglevő alapfogalmak segítségével tájékozódik, s megtanulja az új környezet sajátságait. Mindenesetre a folyamat vége az, hogy mindenki számára másképp vannak kódolva a környezeti fogalmak, nincs két egyforma agy. Mivel ugyanazt a valóságot képezik le, a fogalmak nagyon hasonlóak, de a részletekben, a többi fogalomhoz való kapcsolódásban, a rugalmasságban stb. már jelentős különbségek lehetnek. Még két genetikailag teljesen azonos egyedben is az agy más lesz: valóban minden ember, sőt, minden magasabb rendű állat is különbözik, azaz felépítésük messze nem követezik a genomból.

E szerint az elképzelés szerint az intelligencia és az evolúció ugyanaz a jelenség, csak más megvalósításban. Az evolúció egyedről egyedre képes csak változtatni, a visszajelzések pedig még lassabban, olykor több generáció múltán érkeznek vissza. De a természet "feltalálta", hogyan lehet a biológiai evolúció gyorsított változatát létrehozni, ezt nevezzük intelligenciának. Az intelligencia egy adott egyed felépítését változtatja meg az idegi összeköttetések átalakításával, a visszajelzés pedig azonnal, az egyed életrevalóságának növekedésével vagy csökkenésével megérkezik. Az öröklés "csak" annyit határoz meg, hogy a visszajelzéseket hogyan kell figyelembe venni, hogy minél hatákonyabban tudja az egyed életrevalóságát növelni. Ez a "csak" persze valami rendkívül finom, és rejtélyes dolog, ez határozza meg, hogy egy kutya fogalmai hogyan térnek el az emberétől. Az intelligencia működését az is befolyásolja, hogy milyenek a külső körülmények, amelyek felhasználhatók a visszajelzések kiértékelésében. Ezért egy adott genetikai készlettel rendelkező egyed agya teljesen eltérő lesz, ha különböző környezetbe helyezzük az egyedet. Végül is mind az evolúció, mind az intelligencia végterméke a környezet leírására minél alkalmasabb fogalmi háló, amely a kifejlett egyedben testesül meg.

Az agy tehát amikor tanul, változtat, de nem tudja, mi a változás célja – honnan is tudná. Csak azt tudja, hogy bizonyos szinapszisok megtartása számára kedvező, másoké pedig kedvezőtlen. Tehát az intelligencia nem a tudatosság, nincs köze hozzá. Az intelligencia a környezeti minták evolúciós felismerése. Senki nem tudja, *miért* azok a fogalmak alakultak ki a fejében, csak egyszerűen ezek a fogalmak hasznosaknak bizonyulnak.

A fentiek úgy is megfogalmazhatók, hogy az intelligencia, amely a látást biztosítja egy bonyolult rendszerben, tulajdonképpen egy keresési algoritmus a leheteséges fogalmak körében. Minél több fogalom megközelíthető egy adott rendszer számára, és minél hatékonyabb a visszajelzés, annál gyorsabban és pontosabban képes az agy a környezetéhez alkalmazkodni.

Egy gép esetében a működés egy magasabbrendű értelem logikájának

eredménye. Ott minden egyes részről legalább az alkotója tudja, miért van ott, mi a szerepe. Egy intelligens rendszerben ez nincs így. Ha elő tudnánk állítani egy valóban intelligens számítógépes programmot, amely valamely absztrakt környezetben tájékozódni lenne képes, akkor, meggyőződésem szerint, itt is ugyanezt látnánk: a programm működne, időnként megdöbbentő éleslátással, bár máskor tévedne; de nem tudnánk *miért és hogyan* működik. A program digitális képét persze át tudnánk másolni másik gépbe, ahol ugyanolyan jól működne, elemezhetnénk a kódot bitről bitre, de arra, hogy miért és hogyan működik a kód, nem lenne tudomásunk. Ez az intelligencia ismérve. Az intelligens rendszert nem lehet "megérteni" kívülről, hiszen fogalmai konkrét megvalósításának részletei nem bírnak önálló jelentéssel. Csak a fogalmak maguk, egészben értelmezhetők, de ezt is csak egy olyan ember teheti meg, akinek ugyanezen vagy legalább hasonló fogalmai már megvannak a fogalmi hálójában. Ha nem ismerjük a fogalmat, akkor csak annyit látunk, hogy a rendszer meglepően, szinte "véletlenül" helyesen cselekszik, mindig szerencséje van.

Sokan felvetik azt a lehetőséget is, hogy az intelligenciához valami fontos adottság hiányzik, és talán számítógép segítségével nem is lehet intelligenciát létrehozni. Az érv az, hogy a számítógép mindig programokat hajt végre, bárhogyan is módosítjuk azokat. Egy program pedig végrehajtja az utasításokat, vakon, gépszerűen, vagyis sehol nincs helye a gondolkodásnak. Én ezzel a felfogással nem értek egyet. A fentiek szerint én inkább azt gondolom, hogy az a megközelítés nem helyes, hogy mi akarjuk megmondani a gépnek, hogy mi az intelligens eljárás, és abban reménykedünk, hogy ha ezt pontosan fogalmazzuk meg, akkor ettől a gép is intelligens lesz. De ha így járunk el, bármennyire is pontosak vagyunk, a gép akkor is csak gép marad, és a beprogrammozott intelligencia határáig képes cselekedni, onnan egy tapodtat sem tud mozdulni.

Ehelyett más módszert kell alkalmazni: meg kell hagyni a lehetőséget, hogy a program maga válassza ki a fogalmait, a viszonyítási pontjait. Statikus fogalmak helyett dinamikus fogalmakat kell lehetővé tenni. Ez nem reménytelen feladat, ismerünk olyan matematikai módszereket, amelyek – korlátozott alkalmazási területen ugyan – de pontosan ezt viszik véghez[9]. Ezekből a matematikai példákból az a tanulság, hogy ha a program maga határozhatja meg a viszonyítási pontjait, akkor sokkal jobb, stabilabb, mondhatnánk intelligensebb eredményt várhatunk tőle. A mesterséges intelligencia eléréséhez, úgy tűnik, elengedhetetlen tehát, hogy *ne* rögzítsük a fogalmakat, inkább biztosítunkarra lehetőséget, hogy nagyon nagy számú, külön-külön egyszerű, jelentés nélküli egységekből építkezzen a rendszer.

Az utóbbi években az ilyen jellegű programok nemcsak, hogy megjelen-

[9]Ilyen például a függvényillesztés feladata, amikor $a_1e^{-b_1x} + a_2e^{-b_2x} + \ldots$ függvénnyel szeretnénk leírni a mért adatainkat, és tudjuk valahonnan, hogy az a_i és b_i együtthatók pozitívak. A naív hozáállás esetén, amikor csupán a mért adatsor és a függvény eltérését akarjuk minimalizálni, instabil, és rosszul konvergáló algoritmust eredményez. Ha azonban egy ügyes segédtagot hozzáveszünk, akkor a módszer automatikusan kiválasztja a "legmegfelelőbb" függvénybázist az illesztéshez, és egy sokkal robosztusabb módszerhez jutunk (ez a Maximális Entrópia Módszere).

tek, de hatalmas erővel hódítják meg a világot. Ezek alapja mindig valami gépi tanulási algoritmus, mondjuk neurális háló. A kép, arc és hangfelismerés területén lényegében az egyedüli módszer ez. Ezen programok lényege, hogy kezdetben semmitmondó, a később megoldandó problémához semmi kapcsolatot nem mutató fogalmakkal rendelkeznek, mondjuk rengeteg lineáris és nemlineáris műveletet tudnak végrehajtani, amelyet működését paraméterek határozzák meg, mégpedig igen nagy, olykor milliós számú paraméter. A neurális háló maga, mikor előállítjuk, tökéletesen buta, merthogy még nem is mondtuk meg neki, mit is kéne majd tudnia. De a fogalmi háló módosítási képességével, a tudás *lehetőségét* hordozza. A tudás úgy keletkezik, hogy a program csinál valamit, és visszajelzést kap arról, hogy jó volt-e a válasza vagy sem, praktikusan egy "tanítóhalmaz" elemeire megmutatjuk, mi is a helyes eljárás, és reménykedünk, hogy ha a tanítóhalmazhoz *hasonló* elemet kap később rendszerünk, arra is helyesen fog reagálni.

Hadd emeljek ki a fentiekből két lényeges pontot. Az egyik, hogy az intelligencia és a tudás két teljesen különböző dolog, habár a mindennapi szóhasználat a kettőt időnként azonosítja. Az okos sokat tud, de nem feltétlenül képes még többet tudni. Az intelligens mindegy, mennyit tud, a lényeg, hogy a tudását növelni tudja.

A másik kiemelendő dolog, hogy az intelligencia eredménye az, hogy két dologról azt fogjuk tudni eldönteni, hogy "hasonlók"-e. Egy közönséges program "if" utasításához képest hatalmas különbség, az "if" ugyanis az azonosságot teszteli. Milyen jó lenne úgy programmozni, hogy

```
if(x like alma) then eat(x)!
```

Csak a hasonlóság `like` parancsa sokkal bonyolultabb, mint az `==` azonosságot ellenőrző parancs, merthogy ott egy egész fogalmi hálót kell megmozgatni. A mai mesterséges intelligencia programmok ezt az utasítást próbálják megvalósítani.

Az, hogy a program milyen gyorsan, hatékonyan "tanul", az a visszajelzési rendszertől függ. Ez fogja kiválasztani azt, hogy bizonyos válaszok jók vagy rosszak, és ha ennek megfelelően módosítjuk a fogalmi hálónkat, akkor lassan stabilizálódik az a felépítmény, amely az adott feladat esetén a legideálisabb válaszokat tudta megadni. A "tanulás" azonban nem egy monoton építkezés, a rendszer a jelenlegi legjobb irányba indul, de később kiderülhet, hogy ez az irány mégsem a legjobb. A végén az egyik, a többihez megtévesztésig hasonló, esetleges paraméterhalmazról aztán kiderült, illetve reményeink szerint kiderül, hogy éppen ez "helyesen" értelmezi a külvilágot. Az intelligens tanulás tehát valójában a fogalmi térben egy evolúciót hoz létre, hogy végül egy specializálódott, az adott feladathoz illő "fogalmakkal" rendelkezzen majd a rendszerünk.

Furcsa az, hogy egy rendszer akkor lesz intelligens, ha hiányzik mögüle az intelligens tervezés, vagy legalábbis a tervezés nem a fogalmi hálóra, hanem a tanulás módjára vonatkozik. Ezzel megfelelően a háttérbe húzódik ahhoz, hogy a rendszer maga fejlessze adottságait. Miként egy gyerek is, ha minden neki feltett kérdésre mi magunk válaszolunk, nem fog tanulni. Hagyni kell őt,

hogy a problémáit maga kezelje, legfeljebb kis külső segítséget biztosíthatunk ehhez. Persze a folyamat végén a gyerekből igazi egyéniség fejlődik, akinek fogalmait már mi sem értjük, vagy legalábbis nem jobban mint a saját kusza fogalmainkat. Nem tanultuk meg, hogyan is működik az ő feje, de biztosítottuk azt, hogy intelligensen működjön.

4.3 Létezik-e szépség?

A létezés kérdését már többször feszegettük, itt röviden azért térünk vissza rá, hogy az intelligencia és látás keretén belül még egyszer végiggondoljuk.

A korábbi fejezetekben láttuk, hogy a világ jelenségei különböző fixpontok köré csoportosulnak. Ezek a fixpontok mindaddig, amíg nem túl nagy számú, relevanciában erősen kiemelkedő releváns fogalmat tartalmaznak, addig tudományos diszciplínákkal azonosíthatók. A skála változtatásával a korábban releváns fogalmak lényegtelenné, irrelevánssá válnak, míg egyes irreleváns fogalmak megerősödve átveszik a helyüket: ezzel átkerültünk az egyik fixpontból a másikba. Az tehát, hogy mi a fontos, releváns fogalom, a skálától, illetve általánosabban a fixponttól függ. Ezért egyetlen fogalmat sem emelhetünk ki fontosság szempontjából, mert más körülmények között irrelevánssá fog válni, és egyetlen fogalmat sem dobhatunk el arra hivatkozva, hogy jelentéktelen, mert más körülmények esetén éppen ez lehet a legfontosabb. A fogalmak tehát demokratikus sokaságot alkotnak, mindegyik ugyanolyan "jogú", mint a többi. A létezés szempontjából tehát minden fogalomnak ugyanolyan létjogosultsága van – legfeljebb az adott fixpontban nem "realizálódik", azaz irreleváns marad.

Az összes fogalomba éppúgy beletartozik az elektron, amely releváns mondjuk az atomfizika szempontjából, mint a szépség, amely az emberi környezet feldolgozásánál releváns. A szépség irreleváns az atomfizikában, de az elektron is az mondjuk egy festmény szempontjából. Miután a fogalmak demokratikusan kezelendők, nincs okunk az elektronoknak reálisabb létezést feltételezni, mint a szépségnek.

Azért van különbség is az elektron és a szépség mint fogalom között. Az elektron olyan fixpontokban releváns fogalom, amelyeket tudományos diszciplínák írnak le, ahol, ahogy feljebb mondtuk, viszonylag kis számú, relevanciában kiemelkedő releváns fogalmunk van. Emiatt az elektron pontosan definiált, körülírható, a fixpont többi releváns fogalmához fűződő viszonya is pontosan feltérképezhető. A szépség ugyanakkor olyan fixpontok releváns fogalma, amely igen nagyszámú, relevanciában folytonosan változó fogalmat tartalmaz. Itt tehát nem definiálhatók olyan pontosan a fogalmak, kicsit más definícióval, más fogalmi összetevőkkel ugyanolyan jó leírását adhatjuk a rendszerünknek. Nincsen a rendszer által pontosan kijelölt viszonyítási rendszer, mint azokban a fixpontokban, ahol az elektron a releváns. Éppen ezért sokféle "szépség" fogalom létezik, ezek mind hasonló módon értékelődnek ki egy adott körülmény esetén. De nem pont ugyanúgy: egy festmény lehet, hogy valaki számára szép, más borzalmasnak látja – gondoljunk csak Picassora ...

Az olyan fogalmak, mint szépség, okosság, kifejezőerő, stb. tehát nem definiálhatók pontosan. Ezért határozott keretekkel rendelkező vizsgálati

módszer nem alkalmas a kezelésükre: a tudomány határai itt véget érnek. Nem azért, mert valami más, irracionális világ részét alkotnák, hanem éppen azért, mert az a világ, ahonnan származnak, túlzottan sokrétű. Míg a tudományban pontosan definiált kérdések, és azokra pontosan megadható válaszok vannak, itt még a kérdést sem tudjuk feltenni rendesen, hiszen a fogalmak ingoványosak, és a válasz sem egyértelmű emiatt. Ezért a matematika sem használható, annak ellenére, hogy elvileg létezik egy minden fogalmat magába foglaló végtelenül bonyolult, tisztán a determinisztikus időfejlődésre alapuló rendszer a háttérben. De akárhány releváns fogalmat tüntetünk is ki, ezek rendszere már hiányos lesz, elvész a matematikai precizitás lehetősége. A matematika és logika helyett a látás lesz a legcélravezetőbb megközelítési módszer, amely nem precíz, becsapható, mégis hasznos.

4.4 A szakértő és a bölcs

A mai világban a "szakértő" vagy "profi" mitikus kulcsszó. Ha valami vitás kérdés akad, megkérdeznek egy szakértőt, aki megfellebbezhetetlen nyilatkozatot ad. Az ad hoc politikai kormányok helyébe válságban szakértői kormány lép. Szakmáját magas szinten művelőktől egyre inkább elvárjuk a profizmust. Egy mai világszínvonalú zongorista nem engedhet meg magának olyan "koszos" játékot, mint amilyet ötven évvel ezelőtt a világ legjobbjai mutattak. Egy cég a profi menedzsereket, profi munkatársakat értékeli legmagasabbra. Még egy tudós is, legalábbis aki elismertségre tör, nem kerülheti el, hogy profi módon szervezze és vezesse a csoportját, és azokat a kérdéseket, amivel foglalkozik, a tudományos közösség (aminek persze ő maga is tagja) igényei, elvárásai szerint építse fel.

A profi vagy szakértő az, aki a szakmája kérdéseit a legapróbb részletekig ismeri. Ő a tudás alapú társadalom letéteményese. A mai világban közhelyszerű, hogy minden ismeret elérhető az interneten. Ez arra az elképzelésre alapul, hogy lényegében minden ismeret az emberiség birtokában van, a legnehezebb feladat az ehhez vaéló hozzáférés, és az ismeretek rendszerezése. Nem véletlen, hogy a nyugati, amerikai iskolákban, és egyre inkább itthon is sok olyan feladat van, hogy nézz utána, esetleg egy csapatban nézzetek utána ennek meg ennek a kérdésnek, és tartsatok róla kiselőadást vagy készítsetek posztert. A gyerekek persze nincsenek birtokában a szakértelemnek, ami a kérdés megválaszolásához kellene, de az interneten nagy valószínűséggel találnak megfelelő szakértőt, aki a kérdésükre magabiztos választ ad. Sokszor valóban nagyon ügyesen megszerkesztett oldalakkal találkozik az ember, ahol egyszerű szavakkal elmesélt, mégis szakmai áttekintést szerezhet az ember a világ legkülönfélébb jelenségéről.

A gyerekek nevelésében is egyre inkább az a gondolat kerül középpontba, hogy nem az általános tudás a fontos, mert az könnyen hozzáférhető, hanem legyen legalább egy terület, ahol a gyerek, képességeitől függően, szakértővé szeretne válni (ez lehet akár egy tudományos terület vagy akár a szervezés is). A modern embernek nincs széleskörű átekintése a világ dolgairól – hogyan is lenne, hiszen a mai világ olyan bonyolult, annyi tudást tartalmaz –, de egy dologban nagyon nagy tudású. A széleskörű áttekintést az egyes ember helyett

átvette a csapat, ahol a csapat tagjainak különféle képzettsége, tudása kiegészíti egymást. S ha senki nem ért egy adott kérdéshez, meg kell bízni egy szakértőt, és jól meghatározott kérdéseket kell feltenni neki. Mivel ő nagyon jól ismeri a szakterületét, s nekünk igen kis áttekintésünk van arról, a válaszban, akármi is legyen, meg kell bíznunk. Nem feltétlenül kell persze a tanácsát követni, hiszen lehetnek más szempontok is, de a szakterületet illetően nagy valószínűséggel igaza van.

Az új emberideál tehát a joviális, közösségszervező és csapatmunkás, tájékozott vérprofi szakbarbár. A hagyományos európai nevelés számára kissé ijesztő az ilyen ember. Nem lehet vele mélyen beszélgetni, mert ugyan tájékozott, de mindenről csak felületes ismeretei vannak, amelyről lerí, hogy valahol olvasta, hallotta, de a valódi relevanciáját nem érzi a kérdésnek. A teljes, sokrétű ember, ne adj Isten polihisztor elavult, nem elég hatékony. Nincs rá szükség, és ezzel együtt nincs szükség az azt képző iskolarendszerre sem. Minek kémiát tanulnia a középiskolában annak, aki nem fog foglalkozni kémiával? Idő- és pénzpazarlás. Inkább legyen csak valamilyen általános halvány, de színes fogalma a molekulákról, a DNS szerkezetéről, és agyát inkább azzal terhelje, amivel később foglalkozni akar. Váljon mielőbb szakértővé.

Az egyetemi tanulmányokban a nyugati egyetemeken szintén kezd meghonosodni az új típusú tanítási, nevelési gondolkodás. A fiatalokat egyre korábbi szakosodásra bíztatják, manapság tudományos konferenciákon is lehet találkozni olyan BSc-s (azaz harmadéves) diákokkal, akik a szakterületükön meglepő jártasságot mutatnak fel. Az ilyen diáknak természetesen nincsen meg a széleskörű áttekintése a teljes szakmáról, de ez nem is lényeges. Amit csinál, azt csinálja szorgalmasan, teljes erőbedobással, a többivel nem kell törődnie.

A tudományos kutatás is egyre inkább a szakértői szemlélet jegyében szerveződik. A "kredit" arra jár, ha valakire hivatkoznak, azaz elismerik a szakértelmét. Ennek következtében egyre szűkebb kutatási spektrummal, egyre szűkebb átlátással rendelkező tudományos közösségek jönnek létre, amelyek saját problémáikkal törődnek, amelyet viszont igen nagy részletességgel ismernek. Egy nagyobb közösség már önfenntartó tud lenni, azaz mindenki elegendő hivatkozást tud begyűjteni ahhoz, hogy újabb pályázatokat nyerjen.

Vajon helyes úton járunk, amikor a szakértelmet ilyen mértékben egyedülállóvá tesszük? Vajon rejt-e buktatókat, és ha igen, milyeneket ez a világszerveződés?

Az Europhysics Journalban dolgozó egyik kínai szerkesztő a világban folyó fizikai kutatásokról igazi konfuciánus tömörséggel úgy nyilatkozott[10]: "Europe: culture, America: business, China: production", azaz Európában a kutatás kultúrális, Amerikában üzleti, Kínában termelési indíttatású. Nagyon találónak érzem ezt a mondatot. A szakértői létszervezéssel a kultúrát veszítjük el az üzlettel szemben. Lehet, hogy ez hasznos, de mindenképpen veszteség.

A hagyományos európai és keleti nevelésben nem a szakértő az ideál, hanem a bölcs. Kellenek persze szakértők is, akikre rá lehet bízni részfeladatokat. Azonban az elérendőnek gondolt gondolkodásmód egy olyan emberé, aki nem

[10] Bíró Tamás Sándor, private communication

tudásával, hanem látásával tűnik ki a többiek közül. Egy adott szakma tekinthető egy fixpontnak (beleértve a fixpontok sokaságát is), amely azonban, amennyiben elegendően bonyolult, igen nagy, mondhatni végtelen lehetőségeket, mélységeket takar, azaz igen nagyszámú releváns fogalommal rendelkezik. Ez így van még a szigorú tudományos diszciplínák, mint a matematika vagy fizika esetén is. A szakértő gondolkodásmódjában azonban nem a létező fixpont játsza a központi szerepet, hanem az arról megtanult releváns fogalmak rendszere. A szakértő fejében egy modell él a valódi fixpont helyett, tudományos alapossággal kidolgozott releváns fogalmi hálóval. A szakértő ezért igen határozott válaszokat ad a feltett kérdésekre, hiszen számára minden pontosan definiált és határozott.

A bölcs a szakterülete (amely igen tág is lehet) fixpontját tekinti elsődlegesnek, nem pedig a modellt, és fogalmai messze több információt foglalnak magukba, mint a szakértő fogalmai. Ugyanakkor azonban a bölcs fogalmai elmosódottabbak, képszerűbbek, tisztaságukban nem érnek fel a szakértő határozott körvonalú, letisztult fogalomrendszerével. Egy kívülálló számára olykor úgy tűnik, a szakértő az, aki igazán érti a szakmát, hiszen olyan határozott válaszokat ad, míg a bölcs esetleg azt mondja bizonyos kérdésekre, hogy "nem tudom". Mindazonáltal a bölcs általában szakértő is egyben.

A szakértő és a bölcs tehát másként állnak hozzá a világban felmerülő kérdésekhez, és a szakértő magabiztos válasza csaknem mindig megállja a helyét. A bölcs hozzáállása akkor lesz csak eredményesebb a szakértőével szemben, ha speciális körülmények adódnak. A szakértő ugyanis nem veszi észre, hogy a körülmények miatt most más fogalom lesz releváns, és teljes nyugalommal megadja a határozott választ, amely azonban ebben az esetben rossz, de legalábbis nem megfelelő lesz.

Régi legendás orvosprofesszorokról mesélik, hogy életveszélyben levő betegre csak rápillantva, beleszagolva a lehelletébe máris tudták nagy biztonsággal, mi is a baja, és intézkedtek. Az orvos bölcsek helyét ma a hatalmas adatbázissal rendelkező szakértők, esetleg számítógépes szakértői rendszerek veszik át. A laboratóriumi vizsgálatok, a diagnosztikai eszközök ma már sokkal több információt szolgáltatnak, mint régen, a hatalmas felhalmozott tudásanyagot pedig specializálódott orvosok képesek csak átlátni. A szakértői rendszereknek csak egy gyengéjük van: hogy nem intelligensek, nem látják át az egészet. Amíg a beteg és a betegség elegendően tipikus ahhoz, hogy a tudás által lefektetett releváns fogalmakkal leírható legyen, addig a rendszer kifogástalanul működik. Mihelyst azonban atipikus esetek kerülnek elő, amelyhez bölcs átlátásra lenne szükség, a szakértői hozzáállás csődöt mond.

A mai gondolkodás a csapatban látja az egyéni hiányosságok megoldását. Ez azonban nem feltétlenül, nem természetesen igaz, nagyon függ attól, hogy a csapat milyen összetételben és milyen céllal áll össze. Ha a csapat egy főnök feltétlen irányítása alatt áll, akkor a csapat feladata leginkább a kiadott feladatok elvégzése; mintegy intelligens robotként működnek. Ez lehet nagyon hatékony, mindenki végzi a dolgát, de bölcsnek nem lesz bölcsebb, mint a főnök. A csapatmunka másik típusa, ha a tagok többé-kevésbé egyenrangúak (legalábbis a meeting időtartamára), és egymást stimulálják, ösztönzik új gondolatok kimondására. A tagok csapat-üzemmódba kerülnek, amely kiválóan

alkalmas "brain-storming" típusú ötleteléshez, amely akár a tagok számára is váratlan megoldási javaslatokkal állhat elő. A csapat tehát kihozhat a tagokból olyat, amiről maguk sem tudtak. Az ilyen csapat kreatívan működik, amely felszínes ugyan, de szellemes, és ez bizonyos területeken kimondottan előny. Lehet a csapat olyan, hogy sok különböző szakértő a tagja. Ezen szakértői csapatok elé kerülő problémát különböző oldalról egyszerre tudják megvizsgálni, és ez valóban vratlan megoldásokat szülhet. Itt az a probléma, hogy a többiek fejében levő fogalmak nem szerves részei az egyes ember fejében meglevő fogalmi hálónak, így azok a látens kapcsolatok, intuíciók és ráérzések, amelyek éppen a nem pontosan körülhatároltság, a fogalmak egyedi kódolása miatt születhetnek, el fognak maradni. A többiek szemével, fejével nem, vagy csak sokkal korlátozottabban tudunk "látni", emiatt az ilyen csapatmunka alapvetően szakértői feladatok ellátására alkalmas.

Mérő László könyveiben (nemzetközi) nagymesternek nevezi a sakk világából kiindulva azokat a bölcseket, akik annyira komplex fogalmi hálót voltak képesek kialakítani, hogy már "látnak" a saját szakmájukon belül. A szakma fogalmai megtanulhatók, arra lehet képezni embereket. Szakértő tehát mindenki lehet, aki elég szorgalmas/tehetséges ahhoz, hogy szakmája fogalmi hálóját a fejébe átültesse. Egy végzett diák, mondjuk egy diplomás ember ebben a besorolásban mesterjelölt, aki ismeri a szakma releváns fogalmait, megtanulja azok viszonyát, azaz működik a fejében egy modell. Ha doktorátust szerez, mesterré érik, ekkor már a szakma alapos ismerete, az abban való tájékozódás is elvárható tőle. Mindez objektív és racionális. Azonban az, hogy nagymesteri gondolkodás is kialakul benne, amely átfogó fogalmakkal szemléli a szakmáját, "rálát" a szakmája kérdéseire, egyáltalán nem biztos. Merthogy, ahogy korábban elemeztük, ezek a fogalmak már a látáshoz köthető, elmosódott körvonalú, rosszul definiált, de sok mindent felölelő fogalmak, amelyek minden nagymester fejében másként állnak össze. Ezeket nem lehet megfogalmazni a releváns fogalmak nyelvén, mert messze túlnyúlnak azokon, és tanítani sem igazán lehet éppen ezért, mert hogyan, mivel magyarázzuk azt, amire nincsenek fogalmaink?

A matematika, bár a látszat azt súgja, hogy egy teljesen logikus rendszer, valójában ugyanolyan bonyolult, és áttekinthetetlen fixpont, mint akár az élet fixpontjai, amelyben a releváns fogalmak korántsem tiszták, és nagy horderejű, látáson alapuló fogalmak kellenek ahhoz, hogy valaki igazán sikeresen űzhesse ezt a hivatást. A matematikának is megvannak kimagasló bölcsei, akik látásukkal tűnnek ki. Ilyen példa az indiai Ramanujan, aki nem volt magasan képzett matematikából, mégis olyan fogalmai voltak, amelyek segítségével egészen elképesztő állításokat tudott megfogalmazni. És mindehhez az is hozzátartozik, hogy időnként tévedett – ez pontosan a látás ismérve.

Egy matematikus barátom mesélt egyszer Erdős Pállal való beszégetéséről[11]. Ő fiatal, ambíciózus matematikus volt, Erdős pedig már elég idős ember. Egy informális beszélgetés során lehetősége nyílt arra, hogy előadja elképzeléseit a szakma nagy öregjének. El is kezdte magyarázni a táblánál gondolatait, mire Erdős lehunyta a szemét, és, úgy tűnt, szunyókálni kezdett. Barátom

[11] Tóth Géza private communication

témavezetője, aki szintén jelen volt a beszélgetésen, csak mutatta kezével, hogy csak bátran folytassa, ne zavartassa magát az alvó beszélgetőtárstól. Mikor mondandóján végigért, Erdős kinyitotta a szemét. Azt mondta, nagyon érdekes a téma, és tett néhány megjegyzést. Erre később barátom úgy emlékezett, hogy az a néhány megjegyzés egészen rendkívüli, bevilágító erővel bírt. Olyan volt, mondta, mintha valaki az erdőben bolyongana, és felette elhúzna egy helikopter, amelyből kikiabálnának, hogy jófelé mész barátom, csak egy kicsit balra tarts, mert így egy sziklafalhoz érkezel, míg balra egy hágó található. Olyan összefüggéseket, olyan távlatokat látott, amelyek formálisan egyáltalán nem látszottak még, de nagyon plauzibilisnek hangzottak.

Az Abel-díjas Szemerédi Endréről is azt mesélik a hozzá közel állók, hogy állításait, amelyeket ő teljesen plauibilisnek tart a saját fogalmi rendszeréből nézve, matematikus kollégái hosszú munkával tudják csak úgy bebizonyítani, hogy azt egy folyóirat, ahol az érvelési szabályokat szigorúan felügyelik, elfogadja közlésre.

Erdős és Szemerédi szakértő és bölcs is a matematikán belül. Szerencséjükre olyan területet választottak, ahol a jóslatokról fehéren-feketén kiderül, hogy igazak-e. Vagy bebizonyítható valamilyen módon, hogy igaz, vagy találnak ellenpéldát (és ekkor hamis), vagy nem találnak ellenpéldát, ekkor marad sejtés. De mindenképpen egyértelmű státusza lesz a kérdésnek. Bonyolultabb területen, például a közgazdaság esetén korántsem biztos, hogy a jóslatok ilyen egyértelmű visszajelzést kapnak. A mai világgazdaság, amelyben időnként (ami azt illeti elég gyakran) válságok ütik fel a fejüket, igencsak áttekinthetetlen, s több szakértőt megkérdezve akár homlokegyenest eltérő jóslatokat is hallhatunk. Kérdés, hogy ilyen rendszerekben mi a helyes út, ha válság üti fel a fejét, kit kell megbízni a vezetéssel vagy tanácsadással?

A közgazdászok és politikusok nagy része úgy véli, hogy mivel itt pénzre megy a játék, nem engedhetünk meg magunknak bizonytalan kimenetelű próbálkozásokat. Ezért arra kell bízni a vezetést, aki a legjobban ért a gazdaság működéséhez, ezek pedig a neves gazdasági iskolákat végzett szakértők. Ezzel az a probléma, hogy a szakértő ahhoz ért, ami *volt*, hiszen csak azt tudta megtanulni. Ha a helyzet változik, akkor a régi stratégia katasztrófába sodorhatja ugyanazt a rendszert, ugyanaz, amellyel korábban még kielégítően, sőt akár igen jól működött. A jövőt *tudni* persze nem lehet, csak jósolni, a fejünkben levő modelleknek megfelelően. A változó világban a szakértői jóslatok szükségszerűen rosszak, vagy legalábbis nem korrelálnak a valósággal. Ilyen helyzetben jobb az, ha valaki szakítani tud a hagyományos gondolkodásmóddal, és saját belső világképéből kiindulva, annak segítségével *látva* a világban, vezeti a rá bízott területet. Ez a bölcs, akinek döntéseit a szakma olykor idegesítően rossznak találja (hiszen mást mond, mást tesz, mint ami a "hivatalos" modellből következne). De ha a bölcs világképe helyes, akkor mégiscsak neki lesz igaza.

A bölcs világképe, javaslatai, döntései egy szakértő számára követhetetlenek, olyan fogalmak szerepelnek benne, amelyek a szekértők számára nem léteznek, vagy legalábbis nem relevánsak. Elmagyarázhatja ugyan a bölcs, hogy ő hogyan gondolkodik, de ez teljességgel érthetetlen zagyvaságnak fog tűnni a szakértő számára. Emiatt a szakértő úgy látja, hogy a bölcs jóslatai teljesen ad hoc

módon születnek, és biztosra veszi, hogy nem lesz igaza. Ha pedig mégis igaza van, merthogy a bölcs fogalmai sokkal potntosabban írják le a világot, mint a szakértőé, akkor is csak azt fogja gondolni a szakértő, hogy véletlenül történt, s a bölcsnek ez egyszer szerencséje, esetleg "piszok mázlija" van, és legközelebb biztosan rajtavész. Ennél többet nem is lesz hajlandó elismerni, merthogy az egész világképe, a teljes fogalmi hálója berzenkedik attól, hogy tévedését belássa. Amúgy a véletlen és a releváns fogalmak kényes viszonyáról még lesz szó a későbbiekben.

4.5 Döntéshozás és világkép

Ahogy láttuk, az intelligencia modellünk szerint a fogalmaink valamilyen evolúciós úton választódnak ki. Az evolúció működéséhez elengedhetetlen, hogy a külvilágból jelzés érkezzen a kialakuló belső világ felé, hogy helyes irányban alakulnak-e a fogalmak vagy sem. És itt kialakul egy újabb fogalom, nevezetesen az elégedettség, vagy jó érzés fogalma. Ha a külvilághoz jobban vagyunk képesek igazodni, vagy ha úgy tetszik, a külvilágnak pontosabb képe alakul ki bennünk, akkor a külső receptoraink megerősítő jelzést küldenek az agyhoz. Ha nem így lenne, akkor az agynak semmiféle kapaszkodója nem lenne ahhoz, hogy miről is kéne neki fogalmakat alkotni, és így végülis használhatatlan lenne a világban való tájékozódáshoz. Az elégedettség már nem a külvilág fogalma, ez az agy önmagáról alkotott képe, vagyis metafogalom. Mindenesetre ez minden valamennyire intelligens lényben szükségszerűen meglévő jelenség.

Akárhogyis, az agy végülis a külső világgal való harmóniát is képes felfogni, és ha diszharmónia áll fenn, akkor a belső világ átalakítására ösztönzi magát. Fizikailag valószínűleg ez olyan hormonok közvetítésével történik, mint a dopamin vagy a szerotonin, és a harmónia "boldoggá" tesz minket.

Előbb-utóbb aztán bekövetkezik az az állapot, hogy egy evolúciósan stabil állapotba érkezünk: ez a világkép. Persze nem hirtelen ér véget ez a folyamat, de az agyi változások egyre kevésbé mélyrehatóak. Az alapvető fogalmi rendszer egy ember esetén kialakul óvodás-kisiskolás korra, a képességek rögzülnek az általános iskola közepe-vége felé, a középiskolában az információmennyiség növelésével kialakul az alapvető világkép. Ez a világkép még nem teljesen rögzült, feszültségekkel terhelt, ilyenkor van a nagy felismerések, megtérések kora. Az ifjúkor elmúltával azonban általában már nemigen változik meg az agy fogalmi rendszerének egésze. Még ilyenkor is képes az agy változásra, természetesen, hiszen tudunk tanulni, azonban nagyobb változtatásra ilyenkor már nincs szükség. A változások inkább már metaszinten történnek, a fogalmak kereteinek mozgatásával, a gondolatok mélyítésével. Nem véletlen, hogy a nagy felfedezéseket az ifjúkorban teszi meg az ember: ilyenkor még nem tud eleget ahhoz, hogy az összes végigpróbált út buktatóit lássa, naívan elindul valamerre, és próbálja a fogalmi keretét a megismert tényekhez formálni.

Amikor valamit megismerünk, beillesztjük a fogalmi keretünkbe, akkor valójában az egész világképünk megváltozik valamelyest. Nem úgy látunk, mint korábban. Persze általában annyire kicsi ez a változás, hogy nem vesszük észre azonnal, legfeljebb esetleg évek múltán érezzük, hogy mások lettünk. A

furcsa az, hogy hiába szeretnénk olyanok lenni, mint régen, ez már nem megy, egyszerűen nem tudunk úgy látni, hazugnak érezzük ugyanazt, amit korábban igazságnak fogadtunk el. Egyik szembeötlő aspektusa ennek az, amikor már nem akarjuk azt, amit régen; ez azért nehéz, mert hiába akarnánk mást akarni, éppen ez nem lehetséges.

Azonban minden átalakulás, minden belső fogalmi változás erőfeszítést igényel. Természetesen, merthogy az agy a diszkomfortérzés miatt változtat. Ezért van az, hogy egy olyan témakört, ami nem érdekel minket nagyon nehéz, sőt fájdalmas tanulni. Itt ugyanis az agy úgy véli, megfelelően reprezentálja a világot az a struktúra, amivel jelenleg rendelkezik, és ellenáll a változásnak. Egyéb motivációk, például a rossz jegytől való félelem kell hogy megjelenjenek, és az agyat mégiscsak változásra késztessék. Ilyenkor nem is igazán hatékony a tanulás, hiszen az agy maga sem tudja egészen pontosan, miért és hogyan is kellene változtatni a fogalmi hálóján. Ennek ellentéte az "érdekes" kérdések köre, itt maga az agy is észlel némi feszültséget a belső és a külső világ között, ezért jó érzés ott megtudni valamit; sőt egyenesen boldogság rádöbbenni valamire, ami eddig olyan nyomasztóan érthetetlen volt. A tudós, felfedező, feltaláló alapvetően ezért az érzésért műveli a szakmáját: azért a feledhetetlen jutalomért, amit a kusza, rosszul reprezentált fogalmak átalakulása, és a világ tényeivel való harmóniájának beállta okoz.

A belső evolúciós folyamatnak tehát szükségszerű velejárója az, hogy valamilyen jutalmazó folyamat honorálja a megfelelő irányú elmozdulást, mint ahogyan az is, hogy ha bizonyos területeken diszharmónia állapotát érzi az agy a külvilággal kapcsolatban, akkor ez "rossz érzést", feszültséget jelentsen. Ez a feszültség hatalmas erejű lehet, az ember nem tud másra gondolni, csak a problémás területekre, olykor még aludni sem tud tőle, és extrém esetekben akár a teljes fogalmi háló széteséséhez is vezethet ez a folyamat: az illető megőrül. Elképzelhető Nietzsche vagy Boltzmann szenvedése, mielőtt a számukra oly központi fontosságú, de az adott keretben megoldhatatlannak bizonyuló kérdéskörbe belőrültek volna.

Egy átlagember számára azonban kínálkozik másfajta megoldási lehetőség, és ezzel igen gyakran él is az agy. Ez pedig az, hogy a diszharmónia észlelésekor ezt minél hamarabb megpróbálja helyrebillenteni, még olyan áron is, hogy egészen felületes megoldásokat is elfogad. Erre számtalan példa van, kezdve attól, hogy egy fogós kérdésre az ember szívesen rávágja az első eszébe jutó választ, nem akarván túlzottan elmélyedni a kérdésben, még akkor is, ha akár egy rövid gondolkodás után is nyilvánvaló, hogy a válasz helytelen, de legalábbis messze nem teljes. Mérő László idéz több tanulságos példát "Észjárások" című könyvében, például mikor valaki hipnózisban azt az utasítást kapta, hogy a felébredése után a hipnotizőr valamilyen mozdulatára nyissa ki az ablakot. A hipnózis során belső feszültséget teremtett a hipnotizőr, a médium pedig tudat alatt ismerte a feszültség megoldását, és követte a belső parancsot, hogy megszabaduljon a rossz érzésétől. Ugyanakkor ha a cselekvésnek nincs oka, akkor azonban ez ugyanolyan rossz érzést jelentett volna az agynak, fennmaradt volna a feszültség. Emiatt aztán a médium valamilyen magyarázatot kitalált, például hogy állott volt már a levegő, és ezzel a racionalizálási eszközzel az agy diszkom-

fortját megszüntette, és a feszültségtől megszabadult.

A politikai szembenállás szintén nagyon tanulságos példa: ha éles a szembenállás (mint például a mai Magyarországon), akkor a pártok hívei hajlamosak a jó és rossz küzdelmének felfogni a politikát. Ekkor komoly belső problémát jelent, ha az ellenfélről kiderül, hogy valamit jól csinál, vagy a saját oldalról kiderül, hogy valamit rosszul (az ellenkező eset természetesen csak a belső világkép megerősítéséhez vezet). Ha ilyen tényekkel szembesül az illető, akkor természetesen tehetné azt, hogy árnyalja a belső világképét, és átértékeli, mennyire is jó illetve rossz a saját és az ellenséges oldal, megpróbálja a valódi motivációkat és politikai erővonalakat megérteni. Ez azonban nagyon nehéz, fáradtságos, sok energiát és sok belső nyugtalanságot okozó folyamat, különösen egy határozott világképpel rendelkező egyén számára. Ekkor jön a könnyebb út: meg kell indokolni valahogyan, miért is rossz az, amit első pillantásra természetes módon jónak gondolnánk, és miért is jó az, amit normális, elfogulatlan szemlélőként rossz döntésnek ítéltünk volna. Olykor egészen naív, és esetleges indokok hangzanak ilyenkor el (például ha egy döntés a társadalom 90%-ának jó, akkor a maradék 10%-ból kell ellenpéldát keresni; egy másik esetben akár irreális szituációt lehet előrevetíteni, mint például a 20 millió román bevándorló esetén; vagy ha egy bizottságban szinte 100%-ban az egyik fél emberei ülnek, akkor ezt a józan ész diadalának gondolhatjuk – aki ismeri a magyar politikai csatározásokat, és elegendően elfogulatlan, számtalan példát tud mindkét oldalról felhozni), és ezeket tanult, intelligens emberek is olyan készséggel fogadnak el, hogy az ember teljesen megdöbben. Persze, nehéz tisztán látni, de általában inkább a problémától gyors szabadulásra és a világkép egységének helyrebillentésére vágyik az ember. A média egyrészt kiszolgálja ezeket a vágyakat, a "megmondós" műsorok ezért ilyen népszerűek, másrészt persze irányítja is azokat. Ha egy cikket, tudósítást elolvasunk, tudósítson akár a legridegebb tényről, a különböző fogalmazásbeli turpisságok (jelzők, hasonlatok, stb) alapján azonnal beazonosítható, az újságíró szerint mit is kell gondolnunk az adott tényről. Arról nem is beszélve, hogy mit tekintünk "ténynek", amiről érdemes beszámolni, az is már egy szelekció, a releváns fogalmak által diktált választás következménye, ahogy ezt a 2.2. fejezetben már elemeztük.

A politikai élet másik komfort-helyreállító technikája, amikor saját magunkat és ellenfeleinket más értékek alapján ítéljük meg. Tipikus az például, hogy saját oldalunkon állók esetén a *hűséget*, az ellenfeleinknél pedig a *tisztességet* várjuk el. Ha a mi emberünk tisztességtelenül jár el, de az elveihez hű marad, akkor megbocsátjuk neki a tévutat, de ugyezt már a másik oldalon álló embertől nem fogadjuk el. Szinte észrevétlenül váltunk a két megközelítés, a két érték alkalmazása között, akár egy mondaton belül is, ez kívülállónak időnként elég komikus hatású.

Az agynak az a tulajdonsága, hogy a világképpel szembekerülő tények belső feszültséget jelentenek, amit csak valamilyen, akár ésszerűtlen racionalizálással tudunk feloldani, nagyon megköti a szabad akarat működését. Elvileg ott lenne a "tiszta racionalitás", a kiszámított döntéshozás, amely az üzleti életben talán valóban kifizetődő. A racionalitás felmentést ad az agynak az alól, hogy túlzott feszültséget okozzon neki a probléma sokrétű vizsgálata. A racionalitás, bármit

is jelentsen az, tiszta szabályrendszert mutat, amelyben határozottak a releváns fogalmak, és ahol a logika segítségével megnyugtatóan tudunk dönteni. Azonban, ahogy az előzőekben elemeztük, egy valódi, reális élethelyzetben rengeteg körülmény áll fenn, és hogy melyik körülményt tekintjük relevánsnak, melyiket nem, azaz mire alapozzuk a racionális döntéshozást, az egyáltalán nem világos. Hogy egy egyszerű példát mondjunk: tegyük fel, hogy egy bank kölcsönad egy termelő számára rendszeresen, és az adós általában visszaadja időre a tartozását. Tegyük fel, hogy mezőgazdasági termelésről van szó, és egy évben különösen rossz volt a termés, és így a termelő nem volt képes visszafizetni az adósságát. Ilyenkor a bank döntési helyzetben van: felszámolja az adósságot, hogy annak egy részéhez már most hozzájusson, és az így nyert pénzt azonnal befektesse máshol, vagy várjon türelemmel, és bízzon abban, hogy a következő években majd valahogyan a pénzéhez jut. Mindkét döntés racionális egy fogalmi rendszerben, de egymás ellentétét jelenti.

A racionális döntéshozás során felhozott érvek is szükségszerűen kötődnek a fogalmi hálóhoz a világképhez, hiszen ezekkel az alapfogalmakkal operál. Hiába tűnik a legmegyőzőbbnek is egy érvelés, ha más fogalmakban gondolkodunk, falsnak, hibásnak tűnik az egész, úgy érezzük, nem beszél arról az érvelés, amiről valóban kellene. Egy üzleti életben járatos közeli ismerősöm, aki tapasztalatai alapján jópár ilyen érveléssel találkozott, hívta fel a figyelmemet erre. Mikor én lelkesen idéztem fel egy médiában hallott gondolatmenetet, amely világosan érvelt egy bizonyos kérdésben (ez esetben az euró fenntarthatatlanságát elemezte az illető), ő annyit jegyzett meg, hogy figyelni kell, hogy az érvelő személyesen milyen "üzleti pozíciót" foglal el. Ez ugyanis meghatározza az érvelés célját, és a felhasznált releváns fogalmak rendszerét.

A racionális érvelés egyik igen komoly problémája valóban az, hogy bár a logika, amit alkalmazunk már tökéletesen működik, de nem ismertek pontosan a releváns fogalmak. Ezt egyszerűen nem lehet orvosolni. Emiatt van, hogy sokszor érzi úgy az ember, hogy egy bonyolultabb kérdésben bármely lehetséges döntési célhoz lehet "szakértőt" találni, aki teljesen racionális eszközökkel, az érvek megcáfolhatatlan egymásra sorakoztatásával elemzi, miért is szükségszerű pont az a döntés. Ez igaz nemcsak a gazdasági életre, hanem mondjuk egy rejtélyes tünetegyüttes diagnózisára: ahány orvost kérdez az ember, mindegyik a saját "pozíciójának", szakismeretének, világképének megfelelően adja meg az egymáshoz képest olykor szöges ellentétben álló diagnózist.

Még egy olyan rendszerben, ahol a nyereség egyértelműen rögzített, mint a gazdasági életben, ahol a tőke növelése a fő cél, sem lehet igazán racionális döntéseket hozni, mert az a világképtől, a valódi életről a fejünkben kialakított releváns fogalmak rendszerétől függ. És minél kevésbé világos, mit is jelent a "haszon", annál kevésbé lehetséges a releváns fogalmak tiszta azonosítása. Egy másik kedves közeli ismerősöm, aki az üzleti életben kiválóan teljesítve a racionális döntéshozás nagymesterének mondható, hozta fel például azt az érdekes önmegfigyelést, hogy olykor a családi programmokat is, például hogy elmenjünk-e a családdal az állatkertbe, akaratlanul is a racionális döntéshozás eszközével próbálta kezelni, s ezt ő maga is komikusnak, és kissé fenyegetőnek érezte. Hiába a racionalitás, ha túl összetett a fogalmi rendszer. Egy állatkerti

élmény típusú fogalom relevanciáját, amelyet egyszerűen az üzleti életben egyszerűen "haszonnak" mondunk, igen nehéz meghatározni.

Ha már itt tartunk, hívjuk fel a figyelmet arra, hogy ha mindent "haszonnal" mérünk, akkor valójában a fogalmakhoz egyetlen számot rendelünk, amellyel a relevanciáját mérjük. Szeretnénk azt a fogalmat megtalálni, amely minket a maximális haszonhoz vezet. Azonban a fogalmak viszonya nem képezhető le egy dimenzióra, a fogalmi háló elemei bonyolult viszonyban állnak egymással, és több, egymásnak ellentmondó fogalomnak is lehet ugyanakkora relevanciája, "haszna". Emiatt a "haszonelvűség" túlzottan leegyszerűsítő gondolat, amely tisztán még az üzleti életben sem működőképes.

4.6 Az emberi működés holisztikus megközelítése

A világnak az a megközelítési módja, hogy nem analitikusan, részekre szedve próbáljuk megérteni működését, hanem a rendszerről a maga teljességében próbálunk releváns fogalmakat alkotni, megpróbálunk "látni" benne, *holisztikusnak* nevezzük. A holisztikus szemlélet az embert is egységben kezeli, a különböző szerveket nem élettani funkcióik szerint értékeli elsősorban, hanem a teljes szervezetben játszott szerepük szerint. Egy mai holisztikus gyógyító természetesen tudja, hogy például a máj a méregtelenítés szerve, a szem a látásé, de a kettő között szoros kapcsolatot, összefüggést lát. Ennek nincsen vagy nem feltétlenül van könnyen beazonosítható élettani oka, egyszerűen az ember működését évszázadokon át tanulmányozó, sok tapasztalatot gyűjtő és azt rendszerező megfigyelések eredménye ez a tudás. Az indiai és kínai orvoslás ilyen megfigyelésekre alapul.

A nyugati orvostudomány, amely alapvetően a gyógyszeres kezelést helyezi előtérbe, és a szervezetet meghatározott feladatot ellátó szervek összességének tekinti, mélységes bizalmatlansággal tekint a hagyományos orvoslás fogalmaira. Ez az analitikus gondolkodás következménye: ha valami nem látszik "mikroszkopikusan", azaz jelen esetben a szervek, és meg jobb, ha az egyes sejtek szintjén, akkor az a jelenség nem létezhet. A fent említett összefüggés a máj és a szem között, amely a számtalan hasonló összefüggés közül kiragadott egyetlen példa, nem közvetlen kapcsolatból származik. Az idegrendszert tökéletesen feltérképező, az idegpályákat egyesével beazonosító orvoslás nem találja nyomát a csakrák és meridiánok rendszerének, amely pedig a keleti orvoslás alapfogalmai közé tartozik. A "harmadik szem", a mágikus belső látás szerve szervi szinten szintén nem létezik, az akupunktúrás pontok egy része ugyan idegek találkozásánál van, de nem világos, hogy azok az összefüggések, amelyek az akupunktúrás pontok, vagy a talpmasszázs pontjainak szervekkel való kapcsolatát mutatják fel, honnan is jönnek valójában. A kézrátétellel való gyógyítás, az aura és annak szintjei pedig már nem is közvetlen fizikai kapcsolatra utalnak, ezt a szervek és a test szintjén egyáltalán nem lehet értelmezni.

Mindezen okok miatt az orvosok jó része kuruzslásnak minősíti az alternatív gyógyászat nagy részét. Ha valami nem létezik a szervek szintjén, akkor hogyan lehet hatásos, kérdezik. Ebben a szkepticizmusban ráadásul sokszor igazuk is van, sok példát tudnak felsorolni olyan önjelölt gyógyítókról, akik

homályos elképzelések alapján hályogkovács módjára nyúlnak a beteghez, olykor helyrehozhatatlan károkat okozva. A gyors gyógyulás csodaszerei, amelyeket méregdrágán kínálnak olykor az alternatív gyógyászatra hivatkozva, rendre hatástalannak bizonyulnak. Ha hatásosak is, mondják az orvosok, ez inkább a placebo-effektus, vagy spontán gyógyulás következménye, nincs korreláció a kezelés és a gyógyulás között. Pontosan dokumentált hatástanulmányokat várnak, amelyben az adott eljárás, a gyógyszeres kezelésekre kidolgozott hatásosságvizsgálat szigorúságával, klinikai kontrollcsoportokkal ellenőrzött vizsgálatát mutatják be. Ellentmondó vizsgálatokról lehet hallani, az alternatív gyógyítás hívei sorolják a pozitív példákat, amikor orvosok által menthetetlennek ítélt esetekben segített az alternatív módszer, az orvosok klinikai tesztek alapján hatástalannak minősítenek eljárásokat (mint például a homeopátia vagy akár a böjtölés).

Úgy tűnik, ha valaki azt akarja kimutatni, hogy az eljárás hatástalan, akkor megfelelő vizsgálati módszerekkel ezt igazolni tudja, ha valaki a hatásosság mellett érvel, ők is tudnak megfelelő érveket hozni. Ez az eset azonban nem egyedi, majdnem hogy azt állíthatjuk, hogy minden bonyolult rendszer fogalmai esetén meg lehet ezt csinálni. Az állati intelligencia tanulmányozásánál például ugyanez történt: azok a tudósok, akik az ember és az állat gondolkodásmódja közötti különbségekre akartak rámutatni, olyan kísérleteket végeztek, amely az állatokat jóval kevésbé intelligensebbnek mutatta, mint az ember. Aki viszont azon a véleményen van, hogy az állatok intelligenciája csaknem eléri az emberét, az is tudott olyan kísérleteket végezni, amelyek ezt bizonyítják. Egy másik példa a manapság oly vitatott géntechnológia veszélyessége: akik azt akarják bizonyítani, hogy a géntechnológia veszélytelen, ki tudják ezt mutatni klinikai vizsgálatok alapján, akik a veszélyében hisznek, azok is klinikai vizsgálatra hivatkoznak. A távvezetékek vagy a mobiltelefon rákkeltő hatására ugyanez vonatkozik. Az ördög, mint oly sokszor, a részletekben van; egy olyan bonyolult betegségnél, amelyet maga az orvoslás is autoimmun eredetűnek tart, azaz külső okok nélküli problémának, a kezelés eredményességében nagyon nagy különbségek lehetnek a választott kezelés végrahajtásának módja, vagy akár az orvos és a beteg hozzáállása szempontjából is. Egy klinikai vizsgálatnál, ahol egy eljárás *hatástalanságában* hívő gárda dolgozik, könnyen követhetnek olyan protokollt, amely garantáltan a sikertelenséget mutatja ki.

Végeredményben egy holisztikus gyógyító eljárás egyetlen megítélési szempontja az lehet, hogy egy konkrét esetben hatásos vagy sem. Bele kell törődnünk, hogy a teljes szervezet képes olyan fogalmakat felmutatni, amely egyetlen szervnek sem sajátja: az *egész* más fixpontot képvisel, mint a részek, az egész releváns fogalmai nagyon bonyolult módon függhetnek az alulfekvő fixpont részleteitől. Gondoljunk a nagymama sajtos pogácsájára, amely semmiféleképpen nem tűnik releváns fogalomnak még a kémia szempontjából sem, annak ellenére, hogy természetesen "kémiai vegyületek" alkotják a pogácsát.

Ha ilyen fogalmak léteznek, akkor arra biztosan nem lehet a mikrorészletek vizsgálatával rájönni. Az egyetlen lehetőség, hogy az egész szervezetet mint fixpontot tanulmányozzuk, feltérképezzük a releváns fogalmait. Ennek módja, hogy a megfigyelt tényeket megpróbáljuk valamilyen "modell", valamilyen

világkép alapján rendszerezni. Ehhez természetesen remek kiindulópont mindaz a tapasztalat, amelyet a hagyományos gyógyítás kidolgozott, mint a fent említett csakrák és meridiánok rendszerét, az "öt elem tanát", vagy valami hasonló elképzelést. Ugyanakkor annak is tudatában kell lennünk, hogy nincs egy kiválasztott "Modell", mert túl sok a fogalom, ezek relevanciája túlzottan folyamatosan oszlik el, és így bármilyen releváns fogalmat dolgozunk is ki, nem lesznek teljes átfedésben mások fogalmaival. A lényeg azonban a "látás": egy tapasztalt gyógyító lát a szervezet jelei között, meglátja az erdőt, nemcsak a fákat.

4.7 Bonyolult fixpontok és tanítás

Az iskolában, nevelésben a tananyag alapvetően tényekből és logikai összefüggésekből áll. A "tények" a releváns fogalmak megismertetését segítik, a logikai összefüggések a releváns fogalmak viszonyát jelentik. Például a történelem tanításánál az eseményeket, azok évszámát, az eseményben részt vevő személyeket illetve közösségeket emeljük ki mint tényeket, és hozzátesszük azt, hogy mi miért történt, azaz az esemény bekövetkezésének logikáját mutatjuk meg. Tulajdonképpen ez utóbbiakat is tényként közöljük, nem is lehet másként. Ez a tudomány természetes nyelve, jól elmondható és számonkérhető tudást biztosít. Az, hogy így tanítunk, nem egy hirtelen jött ötlet eredménye: sok emberöltő, hosszú évszázadok tapasztalata alapján kidolgozott, kifinomodott eljárásról van szó.

A tanítás legnagyobb problémája az, hogy meg tudjuk tanítani, mi az a fa, megtanítjuk hogy az erdő fákból áll, és a diák mégsem látja meg feltétlenül a fákban az erdőt. Hiába tanul valaki igen szorgalmasan, ha a tények közötti összefüggést nem veszi észre. Tanárok, tanítással foglalkozók mindennapos élménye az, hogy bár a diák "készült", ellenőrizhetően és megbízhatóan, de nem "tud".

Valójában a *tudást* nem lehet megbízhatóan átadni. A diákok tehetsége, fogalomalkotó képessége az adott tantárgyban döntően befolyásolja azt, milyen mértékben képes befogadni a tananyagot. A legjobb, amit egy tanár tehet, hogy érdekessé teszi a tárgyat, például sokféle apró részlettel díszíti fel a csupasz tényeket, vagy többféle szempontból mondja el ugyanazt. Pszichológiai tény, hogy logikailag izomorf feladatokat is másként fog fel az ember; nem lehet tudni hogy egy-egy diák számára mitől esik le a garas. Ugyanezen okoknál fogva soha nem lehet pontosan tudni, hogy hol akad el a fogalmi háló kialakítása, és a fennakadás mikor, mitől oldódik fel. Talán igaz, hogy valójában átlagos képességekkel is bárki képes lenne bármilyen diszciplínát mesteri szinten elsajátítani. Megfelelően sok tényt, logikai eszmefuttatást, magyarázatot hallva az agy kialakít magának egy világképet, ahol egyre inkább lát a tények között. Cicero szerint az igazi érdem nem az, hogy ha valaki kimagaslóan tehetséges egy adott területen, akkor magasra jut el, hanem az, hogy ha veleki nem olyan tehetséges, de motivációja és szorgalma, állhatatossága eredményeképpen mégis ugyanolyan magasra ér. Cicero persze magát (testi adottságai miatt) a kevésbé tehetségesek közé sorolva ezzel a megjegyzéssel piadesztálra emeli – ez is mutatja

kimagasló szónoki tehetségét.

Ha a tudást nehéz tanítani, a látást még kevésbé. A fogalmak egyre kuszábbak, egyre esetlegesebbek, egyre személyre szabottabbak lesznek. A mesteri szintig az emberek hasonlóan látják a tanultakat: ez teszi lehetővé a tudás szintjének értékelését. Azért lehet érettségiztetni, mert ott lényegében egyfajta tényekre és tudásra épülő szemlélettel rendelkezik mindenki. Vannak persze kivételek, különösen azokon a területeken, ahol az egyéni látásmód fontos, és megvan a megfelelő tapasztalat ehhez, például a művészetek terén. Középiskolás korban is lehet valakinek saját, mesteri szinten túlmutató nyelvi, zenei vagy képzőművészeti kifejező képessége. A tudományokra ez kevésbé igaz, talán mert ott a tények távolabb állnak a mindennapi élettől, egyszerűen nem gyűlik fel annyi tudás, amennyi a saját, önálló világkép kialakításához szükséges. Mindez persze nem keverendő össze a tehetséggel, amely inkább a mesteri szinten túljutás képességét hordozza magában.

Mesteri szint után azonban a világképek egyre eltérőbbek, még az azonos területeken dolgozók fejében is. A világkép személyre szabott, az egyén általános élettapasztalata, a számtalan apró tény jelentőségének megítélése terén jelentős különbségek lehetnek. A látó emberek releváns fogalmai, amelyekkel mindenki személy szerint remekül elboldogul, a részletekben erősen különbözhet. Pontosan emiatt ezek a fogalmak nem adhatók át. Még ki sem fejezhető pontosan, mit lát valaki, illetve hogyan lát; tulajdonképpen ezt maga sem tudja igazán senki. De ha még menne is ez, a tudni vágyó felé hiába közvetíti, mert az ő agya másfajta belső környezetet jelent, s így könnyen lehet, hogy a nagymester által közvetített infromációk egyáltalán nem rezonálnak benne, nem hoznak létre semmiféle magasabb, összefogóbb fogalmat.

Ez persze nem jelenti azt, hogy egy nagymestertől nem lehet tanulni, sőt, igazából csak egy nagymestertől lehet tanulni, amely tanulás azonban már más hozzáállást igényel a tanuló részéről is. Már nem a tudást kell elsajátítani, mert az lényegében már megvan, hanem azokat az apróságokat ellesni, amelyek egy nagymesternek segítenek a megoldást megtalálni. Mindeki, aki találkozott, beszélt már nagymesterrel életében, átérezhette azt, milyen is az ő szemével látni, s ez olykor döntően befolyásolhat egy tanítványt abban, milyen belső világot alakít ki. Egy buddhista történet szerint egyszer egy mester elindult, hogy egy másik mestert meglátogasson, hogy tőle tanuljon. Mikor tanítványai furcsállták ezt, mondván, hogy ő, aki ilyen emelkedett mester, miért megy el valaki máshoz tanulni, azt válaszolta: "Nem azért megyek, hogy a tanítását hallgassam, hanem hogy lássam, mikor saruját megoldja."

Emiatt a nagymestertől való tanulás eredménye persze nem az, hogy a tanítvány olyan lesz, mint a mestere; ez azt jelentené, hogy a tanítvány nem volt képes a mesteri szint fölé emelkedni. A tanítvány teljesen más lesz, saját lábára áll, és elkezdi a maga saját világszemlélete alapján még mélyebben megismerni a világot.

Pontosan emiatt ezen a szinten a tudás már nem mérhető, két nagymester tudása nem összehasonlítható. Ezért a "szcientometria", a tudományos teljesítmény mérése igencsak nehéz helyzetben van. Egyrészt a társadalom, amely a mai társadalmi fixpont sajátosságai miatt mindent hajlamos számszerűsíteni,

dollárban kifejezni, szeretné látni, hogy az adófizetők pénze, amelyet a tudományos kutatásra költenek, hogyan hasznosul. A hagyományos szemlélet szerint egy adott területen a jóknak kell eldönteniük azt, hogy ki a jó. Ez az önmagába forduló definíció nagy bizalmat jelent abban, hogy aki pozíciót szerzett valamilyen kutatóintézetben vagy egyetemen, az valóban jó, és ezért megbízhatjuk őt azzal, hogy másokról nyilatkozzon.

A mai ember azonban mindennel és mindenkivel szemben bizalmatlan, aki közpénzt kap. Ezért objektív mérőszámokat kíván ott is, ahol nincsenek, nem lehetnek objektív mérőszámok. A mai megítélés elsősorban azon múlik, hogy ki mennyi hivatkozást kap a munkáira, ráadásul a hivtkozásokat mindenféle ravasz módon kell kombinálni, hogy minél "objektívebb" megítélést kapjunk. Emellett a megítélésben fontos szerepet játszik az életrajz, hogy valaki hol végzett, melyik egyetemen, milyen "nagymesternél", és később hol alkalmazták. Természetesen ez a szcientometria mér valamit, de a korreláció azzal hogy valójában ki a "jó", egyáltalán nem kielégítő. Ez függ a részletektől is, például az egyszerű hivatkozásszámlálás az adott területtel foglalkozó közösség méretét méri leginkább. Az ilyen problémák azonban orvosolhatók a rendszer javításával. A legnagyobb baj, hogy a szcientometria egy olyan "fixpontban" próbál néhány releváns fogalmat megalkotni, amely nagyon sok releváns fogalommal rendelkezik, s ahol inkább a látásra van szükség. Látás nélkül a rendszer gépies lesz, nem lesz intelligens, ez érezhető igen erősen a mai szcientometriában.

A fő probléma az, hogy egy unintelligens eljárás következtében az egyéni utat kereső, kreatív emberek háttérbe szorulnak. Anderson, a Nobeldíjas szilárdtestfizikus ennek tulajdonítja, hogy bizonyos területeken, ahol a hagyományos technikák úgy tűnik, nem működnek, nem tud a közösség hatékonyan új utakat keresni. Az új úton tapogatózva elinduló fiatalok ugyanis nem kapnak elég hivatkozást, részben mert még nem eléggé ismertek, részben, mert új gondolataikkal még nem foglalkozik senki, és emiatt nem jutnak álláshoz, vagyis kiesnek a rendszerből. Hasonló gondolatokat fogalmazott meg egy ismert meteorológus, aki arról panaszkodott, hogy az, hogy a globális felmelegedést az emberi tevékenység okozza, annyira dogmatikus gondolattá vált, hogy nem is lehet elkezdeni más irányú kutatásokat.

Minderre persze próbál mindenki, minden intézmény valamilyen megoldást keresni, ami leginkább arra a bizalomra épít, amelyről korábban szót ejtettünk. Megpróbálják az intelligenciát, a látást titokban visszacsempészni a rendszerbe. Megbíznak a saját jó embereikben, elhiszik, hogy maguk jókat fognak kiválasztani. Ez olykor ad hoc, olykor belterjes megoldásokhoz vezet, de enyhít a hivatalosan hangoztatott elvek gépies és életellenes elvein.

4.8 Akkor miért is nem megismerhető a világ?

Ez a rövid kis részfejezet ismétlés, azok számára, akik csak egy kivonatot akarnak mindabból, ami feljebb elhangzott. Az eddigi elemzések akörül forogtak, hogy a világ tudományos szempontból miért is nem megismerhető, és mit lehet tudomány helyett művelni.

A tudományos megismerhetetlenségnek három eleme van. Az első abban

a világban igaz, ahol minden skálán egy fixpont írja le a világ működését. Ebben az esetben ha ismerünk egy fixpontot (tudományos diszciplínát, azaz tudományágat), akkor onnan kiindulva, annak alapegyenleteit használva egyre nagyobb és nagyobb rendszereket nézhetünk. A nagyobb rendszerekben az eredeti fogalmakkal egyre bonyolultabb és bonyolultabb világot látunk, úgy tűnik, reménytelenül elveszítjük a fonalat: például egy sok részecske rendszerben egyre kuszább pályán mozognak a részecskéink, egyre követhetetlenebb, sőt, numerikusan egyre megjósolhatatlanabb módon fognak mozogni. Ha azonban új szemmel nézünk erre az egyre bonyolódó világra, lehet, hogy éppen egyszerűsödést látunk: ez a jele annak, hogy közeledünk egy új fixponthoz. Sajnos azt, hogy milyen fogalmak lesznek hasznosak az új fixpontban, amelyek nyelvén egyszerű törvények fogalmazhatók meg, nem tudhatjuk előre. Ha megpróbáljuk az eredeti fixpont irreleváns fogalmait erőltetni, akkor nem fogunk sikereket elérni, az új fogalmakat csakis a bonyolult rendszer átfogó vizsgálatával találhatjuk meg. Azaz erre nincs garancia, de elvileg megtehető, sőt, a gyakorlatban is gyakran működik: például a fenti esetben a termodinamika fogalmaihoz jutunk. Ezért a világ ilyen szempontból történő megismerhetetlensége *gyenge* megsimerhetetlenség, mert elvileg megtehető, csak nincs rá recept.

A másik lehetőség már az elvi megismerhetőséget is kizárja. Ez akkor fordul elő, ha van egy kiinduló fixpontunk, de a skála növelésével már több fixpontba is befuthatunk. Ha az eredményül kapott fixpontok száma meghaladja az eredeti fixpontunk releváns fogalmainak számát, akkor szükségszerűen irreleváns fogalmak döntenek arról, hova is fogunk érkezni. A kiinduló fixpontunkban azonban csak a releváns fogalmakat ismerhetjük, hiszen azok adnak bármilyen mérhető következményt. És előre nem tudhatjuk, milyen irreleváns fogalom lesz döntő, melyik fogja ebbe vagy abba a makroszkopikus fixpontba vezérelni a rendszerünket. Ezért egy adott skálán sok fixpont nem ismerhető meg tudományosan, még elvileg sem. Ez a világ megismerhetetlenségének *erős* változata.

A harmadik elem nem a különböző fixpontok közötti átmeneteket vizsgálja, hanem egyetlen fixpont megismerhetőségét. A tudományosan megismerhető fixpontok azok, amelyekben meghatározott számú erősen releváns fogalom van, a többi pedig vagy egyáltalán nem releváns, vagy csak tömegesen az. Ebben az esetben a releváns fogalmak rendszerét feltérképezhetjük, viszonyukat meghatározhatjuk, azaz tudományos elméletet, tudományos modelt alakíthatunk ki. Ez vagy elegendően pontos jóslatokat képes adni (ha az irreleváns fogalmak valóban elhanyagolhatóak, mint mondjuk a kvantummechanika esetében), vagy statisztikus állítások megtételére tesz minket képessé (ha az irreleváns fogalmak tömegesen mégiscsak adnak járulékot). Ha azonban a vizsgált fixpontban a relevancia lassan csökken, akkor sehol nem tudjuk levágni a fogalomkészletet, mondván, hogy most már elég pontos leírásunk van, mert mindig lesz olyan körülmény, ahol éppen az elhanyagolt fogalmak adnak fontos járulékot. Ilyen esetben nincsen, azaz nem lehet matematikailag pontos tudományos elmélet, a fogalmak csillagászati száma miatt azok viszony nem határozható meg, sőt, minden ember, aki a rendszert figyeli, kissé más fogalmakat alakít ki, ezért lesznek olyan kérdések, ahol eltérő véleményt formálnak.

Ebben a rendszerben a legfontosabb feladat nem is a fogalmak viszonyának meghatározása, amely a tudomány feladata, hanem éppen a releváns fogalmak megtalálása, és azok pontosítása. Ehhez pedig nem a tudomány módszereire van szükség, hanem *intelligenciára*, azaz a fogalmi háló dinamikus módosítására. Az intelligencia eredménye azonban nem a megértés, hanem a *látás*.

Úgy tűnik tehát, hogy ezekben a rendszerekben le kell mondanunk a teljes megértés privilégiumáról, mert az egyszerűen nem lehetséges. Eleinte ez talán lehangolóan hangzik, azonban nem feltétlenül az. Ha meglátjuk az utcán a barátunkat, vidáman odaköszönünk neki, és nem fájlaljuk, hogy bizony egyáltalán nem értjük, hogy is ismertük meg, például egy gépet nem tudnánk megtanítani arra, hogy felismerje. De kit érdekel, hiszen látjuk, hogy ő fodult be a szomszéd utcasarkon, megláttuk, és felismertük, nem probléma, hogy ez a felismerés nem tudományos alaposságú. Persze tévedhetünk is, valaki hasonló embert véletlenül a barátunknak nézhetünk. De ez hamar kiderül, és nem okoz különösebb problémát. Így igazodunk el a való életben. Valószínűleg mindez igaz más, tudományosan bonyolult rendszerekben is. Ha lemondunk a megértésről, attól még tudhatunk tájékozódni a rendszerben, a bonyolult rendszerhez igazodó fogalmi háló segítségével, amely a rendszerben való látást teszi lehetővé nekünk.

Mindez nem azt jelenti, hogy a tudományos megismerés programjáról le kellene mondanunk, hiszen ennek eredményeképpen olyan mély és világos betekintést kaphatunk egy rendszer működésébe, amely más módszerekkel nem lehetséges. Mindössze annyit kell tudnunk, hogy a tudományos megismerés nem mindenható, feltehetőleg a valódi világ csak egy kis szegmense tartozik a tudományosan megismerhető kategóriába. A többi esetben marad a látás.

Felmerül azonban a kérdés, hogy lehetséges-e olyan rendszer, ahol az intelligencia sem segít? Van-e a világnak harmadik szegmense? Erről szól a következő fejezet.

5 A fogalmak hierarchiája és a tudat

Az egyszerűbb állatok, szervezetek bár igencsak jól alkalmazkodtak a környezetükhöz, de alapvetően ők nem képesek új fogalmak kialakítására. Nem ők az intelligensek, hanem az őket létrehozó evolúció, ők maguk készen kapják az öröklés segítségével azt a fogalmi hálót, amely szükséges a világban való tájékozódáshoz. Ismert példa bizonyos fürkészdarazsak esete: ezek egyrészt rendkívüli adottságokról tesznek tanúbizonyságot, amennyiben észreveszik és levadásszák zsákmányukat, mondjuk egy hernyót (ilyenre egyetlen mai szuperszámítógép sem lenne képes, és itt nem csupán a levadászás folyamatára gondolok), azonban ez nem feltűnő, mert az állatvilágban mindenki képes erre a csodálatos tevékenységre. Ezek a darazsak petéiket egy földbe vájt kis üregbe hurcolt, elkábított hernyó testébe rakják. Az üreg előkészítése során a végső fázisban a hernyót az üreg mellé helyezik, amelyet még utoljára átvizsgálnak. Ha ilyenkor a hernyót kissé beljebb helyezzük, akkor a darázs visszatér a tevékenysége egy korábbi szakaszához, és visszaviszi a hernyót az üreg mellé, majd ismét átvizsgálja az üreget. Nem elég intelligens ahhoz, hogy felismerje, hogy az átvizsgálást már elvégezte. Belső látása, evolúciós programja nagyon szigorú eljárást ír elő számára az utódról való gondoskodás folyamatában, ez nem engedi meg neki, hogy ettől eltérjen, és átugorjon bizonyos lépéseket, bár ez logikus, intelligens módszer lenne. Mivel nagyon ritkán fordul elő a valódi életben, hogy valaki vagy valami elpiszkálja a hernyót az üreg közeléből, ezért evolúciósan nem volt szükség az ebben a lépésben való széleskörűbb látás biztosítására.

Mielőtt a darázs viselkedését mélyebben elítélnénk, gondoljunk arra, hogy hány ember tesz évente fogadalmakat valamely káros szenvedélyétől való megszabadulásra; s minden évben ugyanazt. Hiába próbálunk ezektől a szenvedélyektől megszabadulni, mindannyiszor visszaesünk ugyanabba a hibába, és ezt menet közben nem vagyunk képesek felismerni, vagy legalábbis nem tudunk rajta változtatni. Lehet, hogy a darázs is így van vele: talán ő is felismeri, hogy ez a fázis már volt, de nem képes másként cselekedni, motivációi, amelyet az ember esetén vágyaknak nevezünk, arra sarkallja, hogy megismételje a cselekvést. Ez azt mutatja, hogy bonyolultabb csapdahelyzetekben az ember ugyanolyan végtelen ciklusba képes kerülni, mint a fürkészdarász.

5.1 A belső világ kialakulása

A magasabb rendű állatok már maguk képesek átvenni az evolúció szerepét, amennyiben saját maguk alakítják ki a fogalmaik egy részét. Ezek a fogalmak a külvilágra vonatkoznak, például az állatok megtanulnak látni, vagy vadászni. Egy fiatal gepárd vagy sólyom vadászata jóval ügyetlenebb, esetlenebb, mint egy tapasztalt állaté; az első éves állatok nagy része, olykor háromnegyede is elpusztul a sikertelen vadászatok miatt. Aki túlél, az olyan tanulási képességgel rendelkezik, amely a legkiválóbb vadásszá teszi őket. És ezt a képességüket örökítik tovább. Nem a vadásztudományukat, hanem azt a képességüket, hogy meg tudnak tanulni vadászni. Nem a látást örökítik tovább, hanem a látás

megszerzésének képességét: az intelligenciát.

Ahhoz, hogy egyetlen élőlény is képes legyen evolúcióra, olyan könnyen alakítható szervre volt szükség, ahol az evolúció által megkövetelt biológiai változások végrehajthatók. Ez a szerv az *agy*, illetve általánosabban az idegrendszer. Az agyban a szinapszisok átrendezésével, a kapcsolatok redukálásával illetve alkalmasint felépítésével valójában átalakítjuk a testünket, más biológiai lények leszünk. Minden megismerés újjászül minket.

Megfigyelhető, ahogy az evolúció során az agy működése átalakul. Az egyszerűbb állatok idegrendszere rögzített, külső jel feldolgozását végzi el. Ha nincs külső inger, akkor az agy nyugalomba kerül, az alapfunkcióktól eltekintve, amely képessé teszi az állatot arra, hogy adott esetben ismét akcióba lendüljön. Az ember agya ettől gyökeresen eltérő módon működik. Mikor nincsenek külső ingerek, mondjuk egy csupasz szobában ülünk egy asztal előtt, előttünk fehér papír és ceruza fekszik, akkor sem áll le az agy működése: ezt az agyi jeleket felfogó EEG segítségével bizonyíthatjuk is. Gondolkodunk. Belső képeink vezérelnek minket, azt figyeljük, miközben át is alakítjuk azokat. Számunkra az üres fehér szoba nem eseménytelen, mert a belső világunk megszínesíti, élettel tölti meg azt. S a fehér papíron megjelenik egy épület tervrajza, esetleg egy regény első fejezete, vagy egy unikornis rajza.

Az ember tehát saját belső világát is képes figyelni. Feltehetőleg erre egy csúnya genetikai defektus vitte rá őseinket, amely sajnálatos módon az értelmes, és a túlélés szempontjából értelmezendő külső világ mellett visszacsatolta a figyelmet az agy belső világára. A visszacsatolás azonban, úgy tűnik, nem járt akkora veszteséggel a túlélés szempontjából, mint hogy később mekkora hozadéka lett, hiszen kialakult az értelem és a tudat.

Ha egy bonyolult rendszerben visszacsatolást hozunk létre, akkor drámai módon meg lehet változtatni a működését. Még egyszerű áramkörök esetén is teljesen új fogalmak jöhetnek létre. Egy áramkör esetén a visszacsatolást sokszor azért alkalmazzák, hogy az áramkör vezérelni tudja magát, például a saját stabilitását tudja biztosítani. Ugyanakkor lényegesen új funkciók is megjelenhetnek. Egy erősítőt visszacsatolva önmagára (vagy két erősítőt egymásra csatolva) létrehozhatunk több stabil állapotot, ezzel képessé válunk arra, hogy – a stabil állapotok között átmenettel – külső információ tudjunk tárolni: így működik a bistabil multuvibrátor, amelyen egy bit információ tárolható. Azt is elérhetjük ügyes tervezéssel, hogy egy stabil állapota se legyen az áramkörnek, és a belső állapotterében ide-oda mozogva órát szerkeszthetünk vele. Két nagyobb áramkör visszacsatolásával elérhető, hogy az egyik elem működését a másik befolyásolja, vezérelje. Ezeket az elemeket ügyesen egymás mellé téve egy ütemvezérelt, memóriával és változtatható utasításokat végrehajtani képes bolnyolult szerkezetet nyerhetünk: ez a számítógép. A visszacsatolások igen messzire visznek az egyszerű erősítő vagy szűrő áramkörök világától.

Nem világos teljesen, hogy a fejlett állatok milyen szinten látják saját belső világukat. Bár az agyműködésük lelassul, ha nyugalomban vannak, ugyanakkor hétköznapi tapasztalat, hogy az állatok álmodnak: kutyánk lábai mozognak, esetleg halkan fel-felvinnyog alvás közben. Alvás közben a saját belső világunkat látjuk kizárólag, és valószínűleg a hatékony tanulás előfeltétele az, hogy az

eltárolt információt újra- és újra feldolgozva, ilyen módon újra- és újra átélve az eseményt megfelelően tiszta fogalmak alakulhassanak ki. Ilyenkor az eltárolt információ átszerveződik, és kötődik a fogalmi hálóhoz. Talán ezért alszanak a magasabbrendű állatok.

Az állatoknál a tanulás képességének több következménye is volt. Először is olyan látást lehetett létrehozni, amely a világ magasrendű és helyes értelmezésének, a releváns fogalmak megtalálásának eszköze. Másrészt az ösztönökkel kapott képességeket finomítani, alakítani lehet, sőt, új "képességeket" is ki lehet alakítani, kezdve a pavlovi reflexektől egészen a magasabbrendű "tanult tehetetlenség" elsajátításáig. A magasabbrendű állatoknál azonban egyéb hozadéka is volt, mint például a társas viselkedés kialkítása, dinamikus csoporthierarchiával. Ezen felül, vagy talán ennek következtében a magasabbrendű állatoknál megjelenhetett az egyéniség. Egy hangyabolyban a hangyák egyformák, pontosabban funkciójuk szerint csoportokra oszthatók, de a csoportok egyedei nem hordoznak személyiségjegyeket. A hangyaboly felépítése az evolúció mint intelligenca terméke, de az egyes résztvevők maguk nem intelligensek, csak "látnak", a beépített genetikai programjuk szerint működnek. Egy farkasfalka vagy egy galambraj esetén lényegesen más a helyzet. Nem minden egyed ugyanazt a funkciót látja el, feladatok alakulnak ki. Például galambrajban egyes egyedek a jó navigátorok, mások jó élelemkeresők, ismét mások az erős állatok, és a csoport tudja róluk mindezt. Így élelemkereséskor mást követnek a repülés közben, mint hazatéréskor, ahogy ezt a galambok repülésének vizsgálatával ki lehet deríteni. Egy farkasfalkában is vannak jó felderítők, vannak jó felhajtók, van a vezérhím, és ki tudja még mennyi funkció létezhet egy falkán belül. Egy farkas nem genetikájának terméke, hanem a tanulás révén a környezete legalább annyira befolyásolja a felépítését. Két, genetikailag azonos farkas teljesen eltérő állattá fejlődhet, ha eltérő környezetbe helyezzük őket. Sőt, egyetlen egyed viselkedése is igencsak megváltozhat: ha egy kutyának az emberekről rossz tapasztalatai vannak, mogorvává, ingerlékennyé, olykor sunyivá válhat, de ha egy szeretetet adni képes, türelmes ember veszi maga mellé, akkor ugyanebből az állatból egy halálig ragaszkodó, hűséges társ válhat.

Persze vannak veszélyei annak, ha valaki a belső világát is látja, mert felmerül a kérdés, mi van belül és mi kívül, mi a gondolat és mi a valóság. Bizonyos értelemben ugyanis a gondolat is a valóság, annak valamilyen képe, de egy belső törvényszerűségeknek engedelmeskedő gondolati lánc a fizikai valóságtól teljesen eltérő világot sugallhat. Az emberben működnek olyan mechanizmusok, amelyek ezt a rendkívül fontos szétválasztást megteszik, ezek a személyiségfejlődés során alakulnak ki. Egy kisgyerek számára nem teljesen világos még, mi van belül, mi kívül, hol van a saját tudatának határa. Erre példa, mikor egyszer a kisfiammal sétáltunk, és ő az autók lámpáját hunyorogva figyelte. A szempilláin megtörő fény lenyűgözte, és megkérdezte: "Látod, apu, milyen érdekes, ha így csinálok?".

Ha ez a mechanizmus valami módon megsérül, akkor az különféle rendellenességekhez vezethet. Ha túl szűkre szabott a belső világ, akkor az illető érzéketlenné válhat a másik ember szenvedéseivel szemben, elveszti az empátiáját: hiszen azt nem ő érzi, az tehát a külső, érzéketlen világhoz tartozik.

Másik szélsőséges esetben mánia vagy fóbia alakulhat ki, ilyenkor az ember a fejében levő fogalmak egy részét is a külvilág részének gondolja. Ezen nem lehet segíteni egyszerűen azzal, hogy felhívjuk a figyelmet a saját határaira, hiszen pont ez a rész sérült. Súlyos esetben lehet, hogy a belső világ teljesen átveszi a külvilág értelemzését, valaki például úgy érezheti, hogy ő Napóleon. S bárhogy is vizsgálja magát, a valóságértelmezésének ez része; bár megtanulhatja, hogy veszélyes hangsúlyoznia saját napóleoni származását. Nem akarok részletekbe belemenni, a pszichológi és pszichiátria pont ilyen kérdésekkel foglalkozik.

Természetesen, ahogy korábban, a fogalmak definiálásánál említettük, nem egyértelmű, milyen fogalom az, amely a külvilágot írja le, és mi az, amely a belső világot. Túlzottan sok, különféle relevanciájú fogalom létezik ahhoz, hogy pontosan lehessen értelmezni, mik az igazán releváns fogalmak: egy világkép definícióját egy másik fogalmi háló szerint értelmezve úgy találjuk, hogy abba irreleváns fogamak sokasága is beletartozik. Ez természetesen így van a külső fogalom, belső fogalom szétválasztásnál is. Egyik ember szerinti külső fogalmat részleteiben megvizsgálva egy másik ember azt érezné, hogy abba igencsak sok, a belső világához tartozó fogalom is beletartozik. És ez persze kölcsönös: egyszerűen a fogalmak mást- és mást fednek le különböző emberek esetén. Egy tárgyat megpillantva eszünkbe juthat, vagy éppen a tárgy fogalmához egyszerűen hozzátartozik a funkciója, viselkedése, bár ezek világos módon nem az éppen megfigyelt környezetből következnek, hanem tudásunk, belső világunk befolyásolja a fogalom kereteit. Ezért van az is, hogy még egy tájat is másként látunk, mert belső világunknak más- és más részét asszociáljuk a külvilág fogalmaihoz. "Aki gépen száll felébe/annak térkép e táj/nem tudja, hol lakott itt/Csokonai Vitéz Mihály", írja Radnóti. Egy ismerős vidékhez fejünkben hozzátartozik a környezet térképe is, ezzel tudunk tájékozódni. Persze a környezet térképe is a valóságot írja le, de nem az éppen megfigyelt valóságot, amivel könnyen szembesülhetünk, ha megszokott útvonalunkon éppen útlezárás van. Vagy nézzük meg Csontváry vagy van Gogh képeit, azonnal világos lesz, hogy ők másként, mást látnak.

Az ember esetében még hatványozottabban igaz az, ami már a farkasoknál is megfigyelhető: a genotípus vajmi kevéssé határozza meg az adott ember gondolkodását. Örökléssel foglalkozó tudósok megvizsgálták, hogy egy tehetséges, zseniális ember gyerekei, leszármazottjai mennyire zseniálisak. A vizsgálat nem mutatott ki korrelációt. Ennek sok oka lehet, akár az is, hogy a leszármazottak is zseniálisak ugyan, de új gondolataik nem voltak elegendően relevánsak az azóta megváltozott közegben. Ahhoz, hogy egy emberből elismert zseni legyen, nagyon sok minden kell, nem utolsósorban a közösség befogadókészsége. Ha egy indián törzsben valaki arról elmélkedett volna, hogyan épül fel az anyag, vagy miben áll az elektromosság valódi lényege, akkor minden bizonnyal őrültnek tartották volna, és jogosan: az általa feszegetett kérdések semmiképpen nem voltak relevánsak az adott közegben. Annál azonban, hogy a zsenik leszármazottai nem elismert zsenik, sokkal valószínűbb, hogy a leszármazottak valóban nem olyan zseniálisak, mint a felmenőjük, azaz a zsenialitás nem öröklődik. Nem genetikai okai vannak az egyes emberek szellemi szintje, gondolkodás minősége különbségének, hanem alapvetően, döntően az életében összeszedett tapaszta-

latok és az agy fejlődésének véletlen folyamatai azok, amelyek kialakítják az eredményt. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy véletlenszerű az, hogy valaki értelmes ember lesz-e felnőtt korában. A gyerekkorban az őt körbevevő környezet, a szülei, rokonai hozzáállása, világlátása nagyon nagy mértékben befolyásolja a kialakuló agyi funkciókat, a fogalmakat. Az ember örökli ugyan a tanulás képességét, azonban meg tud tanulni helyesen, ökonomikusan tanulni is. Az iskoláinkban nem csupán tényeket tanulunk meg, és nem is csupán világképet, hanem azt a képességünket is fejlesztjük, amivel az új ismereteket el tudjuk sajátítani, a világképünkbe be tudjuk illeszteni. Emiatt nagy a korreláció aközött, hogy a szülők hogyan teljesítenek az iskolában és a gyerekeik hogyan teljesítenek. Nem a genetika az alapvető itt, hanem az agyi "evolúció" születés utáni, a nevelésben megnyilvánuló folyamata.

Hozzá kell tenni, hogy mindez nem teljesen lezárt kérdés, sokan vitatkozhatnak az öröklődés pontos szerepéről, például az ikrek vizsgálata szempontjából. Függ a válasz attól is, hogy pontosan milyen kérdést teszünk fel, mikor arra vagyunk kíváncsia, hogy "mekkora az öröklés szerepe". Egy ilyen összetett fogalom esetén igen könnyen előfordulhat, hogy az egyik kísérlet következtetése a másiknak ellentmond. Mint minden másban is az emberi világban, az olvasónak magának kell kialakítani a világképét, akár úgy, hogy valamelyik érvelést a magáévá teszi, akár úgy, hogy mindet meghallgatva kialakít egy saját elképzelést.

5.2 Meta-fogalmak

Ha egyszer a belső világunkat is látjuk, és birtokában vagyunk az intelligencia, a fogalmak alkotásának képességének, akkor óhatatlan, hogy a megfigyelt, immár belső világról is elkezdünk fogalmakat alkotni. Ezek a meta-fogalmak a legelső szinten a világról szóló fogalmakról szóló fogalmak. Majd jönnek a világról szóló fogalmakról szóló fogalmakról szóló fogalmak. És így tovább. Valamilyen szinten ezek alapja persze a ténylegesen megfigyelt világ, azonban rengeteg új fogalom keletkezik. Akár az is megtörténhet, hogy a fogalmak egy része, a fenti hierarchiát végtelen szintig hajtva, már *önmagukról* szóljanak. Ezek a fogalmak már önkonzisztensen vannak definiálva, lehetségessé téve, hogy a valódi, észlelt világtól messze távol eső fogalmaink is lehessenek. Olyan mondat, amely a Gödel tétel alapját is képezi, mely szerint "Ez a mondat nem igaz", már egy olyan kusza, absztrakt fogalmi világ szülöttje, amely ugyan bizonyos értelemben a világról szól, de igen nehéz lenne a közvetlen kapcsolódási pontokat megtalálni. A "Fusson akinek nincs bora/ez a fekete zongora" mondat is jelent valamit, amit nehéz lenne a mindennapi élet fogalmainak megfeleltetni.

A korábbi fejezetek szóhasználatával élve az agyban nagyon bonyolult fixpontrendszer alakul ki, sokkal összetettebb, mint ami a világot közvetlenül figyelő, és azt lereagáló állatvilágban kialakulhatott. Ezen fogalmak persze nem mind relevánsak a külső világban, olykor csak belső relevanciájuk van. Azonban a fogalmaink, világnézetünk valamilyen cselekvést sugall, és ezzel ellenőrizhető, hogy az önkonzisztens fogalmak leírnak-e valamit a világról. Technikailag a fogalmak jóslatainak valósággal való egyezése jó érzést, megerősítést vált ki, vagyis

hogy itt megfelelő, értelmes, releváns fogalomról van szó. Minden találmány, felfedezés, ami addig nem volt jelen a világban, egy olyan absztrakt fogalmi háló, olyan világkép terméke, amelyről, éppen a működő találmány által, megbizonyosodhatunk, hogy helyesen írja le a valóságot. Mikor Kolombusz elindult hajóival, egy elméletre építve, amelyről meg volt győződve, hogy helyes, ennek a belső világnak hajolt meg, az életét is kockáztatva. Ráadásul arról a világképről, amely Kolombuszt hajtotta, ki is derült, hogy nem igaz, vagy legalábbis nem eléggé pontos, hiszen Amerika léte nem volt ebben a világképben (hogyan is lett volna). Ha történetesen Amerika nincs ott, ahol van, vagy esetleg ezer kilométerrel nagyobb az Atlanti-óceán, akkor meglehet, Kolombusz odavész a tengeren, és akkor nem felfedező zseniként, hanem szánnivaló bolondként tartanánk számon. A bolond és a zseni abban különbözik, hogy a bolond fogalmai, bár önkonzisztensek, nem jól írják le a valóságot. "Őrült beszéd, bár van benne rendszer", hangzik el a Hamletben. Az őrültnek is van igazsága, de ez esetleg csak a saját belső világának fixpontja körül igaz, a világ által leírt fixpontban már hamis lehet.

Mindenesetre az ember fejében kialakuló önkonzisztens fogalmi háló, amelynek elemei a valósághoz vannak idomítva, olyan jelenségek, szerkezetek működését is meg tudja jósolni, amelyek nem voltak soha jelen a világban. Az egyik legősibb találmány a kerék, egy felfedezés a tűzzel való bánni tudás: mindkettő drasztikusan megváltoztatta az emberi életet. Az ember élete könnyebb, biztonságosabb lett, amely a faj szaporodásához, elterjedéséhez vezetett, s végül teljesen átalakította a Föld arculatát. Mindeközben persze a valóságot leíró fixpontok, illetve a fixpontok körüli releváns fogalmak is változtak, hiszen ma igencsak releváns az, hogy piros lámpánál ne hajtsunk át a kereszteződésen, ez a fogalom azonban teljesen értelmetlen volt még kétszáz éve is. Ugyanolyan módon, ahogyan az evolúció esetében is, ahol a minél jobban "látó", környezetük fogalmaihoz minél jobban alkalmazkodni tudó, azokat kihasználló élőlények megjelenése a környezetet is átalakította új releváns fogalmak, új fajok és új látásmód kialakulását magával hozva, az emberi társadalom a felgyorsult, a fogalmak fejekben történő evolúciója által hathatósan alakította át a környezetet. Félő, hogy a természetes evolúció sebességére kalibrált élővilág nehezen tudja átvenni ezt a felgyorsult tempót, ennek jele a veszélyeztetett, illetve kihalt fajok sokasága az emberi ténykedés nyomában. Ugyanakkor vannak "győztes" fajok is, amelyek az emberi élet mellékvizében megtalálták számításukat, olykor gyökeresen átalakítva saját vielkedésüket is. Egyes madárfajok például (mint például a feketerigó) áttért a döntően vonuló életmódról az áttelelő életmódra, mert az emberi környezetben elegendő élelmet talál. Sok állat feladta tartózkodását az emberrel szemben (például az említett feketerigó, a veréb, de újabban rozsdafarkúakat, sőt, erdei pintyet is láttam verébmódra egészen emberközelben megjelenni). Ez is fényes bizonyítéka annak, hogy ezek az állatok nem ösztönös, velük született módon értelmezik a környezetüket, hanem képesek kialakítani a (számukra elérhető) releváns fogalmakat.

5.3 Társadalmi fogalmak

Ahogyan az ember átalakítja környezetét, és ezzel együtt saját életterét, olyan fogalmak válnak relevánssá, amelyek korábban teljesen irrelevánsnak tűntek: ilyen a társadalomhoz, a kisebb-nagyobb emberi közösségekhez tartotó fogalmak, a piac és gazdaság fogalmai, a nevelés, tanítás (humán reprodukció) fogalmai, az ipar, élelmiszertermelés fogalmai, stb.. Ezek a fogalmak mind az emberi működés termékei, vagyis belőlünk építkeznek, azonban az ember mint elemi építőkő, "mikroszkopikus" modell játszik csak szerepet ebben. S ahogy láttuk az első részben, attól, hogy ismerjük a mikroszkopikus modellt, bonyolultan kölcsönható, nemlineáris kölcsönhatások esetén teljesen váratlan releváns fogalmak bukkanhatnak elő. Ez a jelen helyzetben azt jelenti, hogy hiába ismerjük az embert bármilyen jól, attól még a társadalmi szinten megjelenő fogalmakról egyáltalán nem biztos, hogy tudomásunk lesz. Más szóval még akkor is, ha az ember működését értjük, elképzelhető, hogy a társadalom működéséről halvány fogalmunk sincsen.

Ezt az állítást tapasztalataim szerint elég nehéz elfogdni, még akkor is, ha a fixpontok létét, az azok közötti átmenetet mondjuk a fizikában vagy a kémiában elismerjük. Egyrészt nehéz elfogadni, hogy mindazok a tulajdonságok, amelyek minket emberré tesznek, az érzelmek, a gondolkodás nem relevánsak a társadalmi fixpontban. Ez alól akkor lehetnek kivételek, ha a társadalmi fixpont megváltozik. Ekkor ugyanis, ahogy korábban már szó volt róla, az, hogy az elhagyott fixpontból melyik új fixpontba érkezik a rendszer, az irreleváns kölcsönhatásokon múlik. Forradalmi helyzetekeben tehát az adott korban élő egyes embereknek is nagy hatása lehet. Ezek a "nagy emberek" azonban kialakult, rögzült társadalmi fixpont esetén nem okoztak volna alapvető változást. A rögzült társadalmi fixpontoknak saját releváns fogalomkészeletük van, amely független az emberi foxponttól, egymás fogalmai kölcsönösen irrelevánsak.

Hogy mennyire nem tudjuk a társadalmi fixpontokat az emberi fixpontoktól megkülönböztetni, onnan is látszik, hogy a társadalmi jelenségeket, mint elszegényedés, korrupció, globalizáció, elnyomás, "urambátyám-világ", környezetszennyezés stb. emberi tényezőkre szeretjük visszavezetni. Miután az egyes ember korrupt például, azt gondolhatjuk, hogy ő a felelős a dolgokért, ő nem eléggé felvilágosult, kultúrált, stb.. Ha tehát az emberek majd jobbak lesznek, akkor eltűnik a korrupció, mondja ez a gondolatmenet. De ez téves. Az összes fent felsorolt fogalom társadalmi szinten jelentkezik, az emberi viselkedés és az emberek közötti kapcsolatok által kialakított globális fogalmak, a tárasadalmi fixpont releváns fogalmai.

Hasonlóan sokszor kárhoztatjuk a fennálló rendszert, hatalmi osztályt, mondván, hogy ők a felelősek bizonyos negatív társadalmi jelenségekért, és forradalom vagy legalábbis kormányváltás után kiáltunk. De ezekben az esetekben, ez mondhatni történelmi tény, az új rezsim ugyanazt csinálja, mint a régi, esetleg valamivel rosszabbul. Csak egy példát hozok a csillagászati számúból, hogy pontosabban értsük, mire is gondolok: az iráni sah, Reza Pahlavi működését az egész nyugati világ elítélte, mint elnyomó, diktatórikus rendszert. A

helyébe lépett Komeini ajatollah azonban nemhogy nem a nyugati standard felé vitte volna az országot, hanem jóval inkább az egyház, a klérus hatalmát megerősítve egy még kevésbé demokratikus szigorú iszlám berendezkedés felé. A forradalomhoz, kormányváltáshoz fűzött naív remény meghiúsulásának az az oka, hogy a bírált jelenségek sokszor olyan társadalmi fixpont következményei, amelyek esetleg valami általános emberi viselkedés következményei, amelyek a konkrét társadalmi viszonyok között mindenképpen létrehozzák ezt a releváns fogalmat. Ekkor ezen jelenségek felett még a kormányoknak sincsen hatalmuk.

Hogy egy szemléletes példát mutassunk arra, hogyan válhatnak el egymástól az emberi és közösségi fixpontok, tekintsük a közlekedést, amelyről volt már szó korábban. A közlekedés leírásához nem kell a teljes emberi viselkedést ismernünk, mert a KRESZ szabályok csak egy redukált viselkedési kört tesznek lehetővé. Elképzelhető ugyan, hogy az emberek egy része nem követi a szabályokat, de ezt statisztikával figyelembe lehet venni. A közlekedés igazi társadalmi fixpont abban az értelemben, hogy kialakulnak olyan jelenségek, fogalmak benne, amelyek kimondottan a közlekedésre vonatkoznak. A dugók, a zöldhullám vagy éppen piros hullám, az utak áteresztőképessége, a közúti ellenőrzések mind a közlekedés során nyernek relevanciát. És az is igaz, hogy egy városi közlekedés pontos, kiegyensúlyozott irányítása nagy felkészültséget, az általános közlekedésre vonatkozó fogalmak (amelyek mint "természeti törvények" veendők figyelembe) mellett a konkrét város jellegzetességeit is figyelembe vevő tudást igényel. Az ember viselkedését jól értő szakember, mondjuk egy pszichológus nem fogja jobban érteni a közlekedést, mint egy átlagember, egyszerűen azért, mert a közlekedés törvényei, releváns fogalmai nem következnek az emberi viselkedésből közvetlenül. Más fixpontot alkotnak.

A forgalomirányítás nehéz probléma, annak ellenére, hogy eleve jól definiált szabályok alapján működik az alapmodell. A társadalom más részeiben, mint például a gazdaságban jóval kevésbé ismerjük az alapmodellt is. Lehet ugyan modelleket alkotni mondjuk az emberek fogyasztási szokásait illetően, vagy globális feltételezésekkel élni például a monopóliumok kialakulását illetően, és megpróbálhatunk ezekből analitikus vagy numerikus eredményeket levezetni. Azonban minden ilyen modell leszűkíti a releváns fogalmak terét, és ezért lehet, hogy, bár logikusnak tűnik, teljesen rossz következtetésekre vezet.

Hogy egy inkább kvalitatív példát említsek: a szabadversenyes kapitalizmus alapmodellje szerint a gazdaság egyes résztvevői mind egymástól függetlenül, racionálisan hozzák döntésüket, sem monopóliumok, sem erőforrás- illetve piackorlátozás nem érinti a gazdaságot. Ilyen körülmények között lehetséget stabil működést találni, erre matematikai levezetés is adható. Barabási László magyar származású fizikus mutatta meg azonban azt, hogy a természet és az emberi környezet alapvető szerveződési formája nem a fenti független résztvevő modell, hanem a hálózati működés. A hálózatokban kialakulnak információs csomópontok, amelyhez sok résztvevő viszonyul, és akinek a döntéseire figyelnek, illetve perifférikusabb helyek, amelyek inkább követik a többieket. Az internet, a tőzsde, a mobiltelefonálási szokásaink, de még a galambrajok társadalmi szerkezete is ilyen mintázatot követ. Alig van olyan példa, amely ne ilyen elven működne. Természetesen jól ismert, hogy a gazdaságban is a tőkeerősebb félnek

nagyobb lehetőségei vannak, mint egy kezdő vállalkozásnak, lásd a "nagy hal megeszi a kis halat" megállapítást. Ez szükségszerűen a tőke csomósodásához, s ezzel együtt a befolyásolási képesség egyenlőtelenné válásához vezet (s itt részben a többi gazdasági szereplőre, részben a döntéshozókra irányuló lobbitevékenységere is gondolhatunk). Ez pedig már maga egy hálózat. Nem kell tehat "összeesküvéselmélet" ahhoz, hogy a gazdaságban felfedezzünk olyan hálózati csomópontokat, amelyek saját bevallott gazdasági súlyuknál lényegesen nagyobb mértékben képesek a globális gazdaság működését befolyásolni.

A gazdaság tehát saját önálló fixpontjának releváns fogalmai szerint szerveződik, még akkor is, ha az azt felépítő résztvevők, jelen esetben az emberek, nem tudnak ezekről a releváns fogalmakról és az őket összekötő törvényszerűségekről. Teszik a dolgukat, működnek saját motivációik szerint, de a gazdaság mint egy önálló, felettes lény, saját törvényeinek engedelmeskedve mozog valamilyen irányba. A helyzet hasonló egy hangyabolyhoz, ahol a hangyák nem tudják, miben is vesznek részt, mégis létrehoznak egy közösséget, amely önálló viselkedési struktúrákat mutat.

A gazdaság releváns fogalmainak megismerése a közgazdaságtudomány feladata. A gazdaság általános releváns fogalmait felderíteni azonban igen nehéz. Ismerünk természetesen nagyon sokféle ilyen fogalmat, hogy csak néhány ilyet említsek: profit, amortizáció, hitel, államadósság, munkanélküliség, árfolyamok, stb.. A fő probléma inkább az, hogy a gazdasági fogalmak száma túlságosan is nagy, és senki nem tudja megmondani, ezek közül melyik, és milyen mértékben releváns. Vannak ugyan gazdasági elméletek, amelyek besorolják ezeket a fogalmakat, és egy modellt alkotnak belőlük. De több ilyen iskola is van, amelyek másképp értékelik az egyes fogalmak fontosságát, másképp látják azok kölcsönhatásait. Ráadásul az is előfordulhat, és a mai felgyorsult életben ez is egyre többször megtörténik, hogy egy tíz vagy húsz éve még működő, releváns fogalom mára elavul, más jelenségek veszik át a helyét. A hirtelen jelentkező, megjósolhatatlan gazdasági válságok, amelyek bizonyos szempontból a forgalmi dugók analógiái, és az azok utáni tanácstalanság arra utalnak, hogy a gazdaság működése és irányítása egyáltalán nem tökéletesen megértett folyamat.

Ugyanúgy, ahogy a gazdaságnak, az emberi társadalomnak is kialakulnak a maga releváns fogalmai, és ezek korról korra változnak. Vannak persze állandó, az emberi létezéshez köthető releváns fogalmak, például a társadalom tagjainak fenn kell tartaniuk magukat, és utódaikon keresztül a jövőről is gondoskodniuk kell. Ezen felül már a legegyszerűbb közösségben is valamiféle munkamegosztás alakul ki. Még a törzsekben is, ahol pedig az ember egyénisége annyira nem fontos, hogy olykor még szó sincsen az "én"-re (ha valaki magáról beszél, egyes szám harmadik személyben jelzi önmagát), a társadalmi szerepben, a törzsön belül elfoglalt helyben különböztek a törzs tagjai. Egy törzshöz képest egy fejedelemség, királyság vagy nagy birodalom más és más releváns szervezési fogalmakra épül, vagyis más és más fixpontot képvisel. Vannak ugyan közös releváns fogalmaik is, de vannak eltérések is. A magántulajdon vagy a pénz, amely egy törzs esetén még nem értelmezett, egy birodalom gerincét alkothatja.

Nem csoda, hogy az egyik társadalomszervezési formából egy másikba való átlépés nem megy könnyen. Ehhez az kell, hogy a jól működő, mondjuk

törzsi fixpontnál megjelenjen egy olyan erő, amely először irreleváns volt, de az idők során egyre erősödve eltávolít a törzsi szerveződéstől, egy, a törzsi oldalról nézve ismeretlen és fenyegető, másik társadalmi szerveződés felé. Itt már elkerülhetetlen a törzsi belső egyenlőség feladása, erősen hierarchikus, tekintélyuralmi rendszerek jönnek létre. Ilyen erő lehet például a népsűrűség megnövekedése, amely törzsi szerveződés esetén egyre inkább állandósult ellenségeskedést és harcokat hoz magával. Ennek lehet az a végkifejlete, hogy annyira meggyérül a lakosság, hogy a törzsi szerveződés ismét stabil lesz (ekkor a törzsi fixpont stabil marad), más esetben azt eredményezi, hogy az egyik törzs, amely élén véletlenül egy különlegesen tehetséges, eneregikus vezető és stratéga áll, leigázza a többit, vagy azok legalábbis elismerik az ő vezető szerepét. Ekkor hirtelen megváltozik a helyzet, törzsek helyett fejedelemség alakul ki, amely jóval egységesebb, a munkamegosztás és a haderő szempontjából is jóval hatékonyabb. Ilyen folyamat alakult ki a Közel-Keleten, ahol is az élelmiszertermelés, a mezőgazdaság megjelenése okozott népességrobbanást, és igen hamar a városállamok kialakulásához vezetett. Az ázsiai sztyeppéken többször is bekövetkezett ilyen népességrobbanás, valószínűleg az időjárás változásának következtében. A germán és hun törzsek betörése az időszámítás első néhány száz évében, az avarok, magyarok, illetve északról a vikingek megerősödése a 700-1000 körüli időszakban, később a tatárjárás Dzsingisz kán (1240 körül) korrelál a Föld felmegedési időszakaival, amikor télen az állatállomány nem pusztul el, így lehetővé téve a népesség gyors növekedését a nomád népeknél, ráadásul új legelőterületek biztosítására szorítva rá őket.

Jared Diamond könyveiben többszörösen körbejárja a földrajzi adottságok és a társadalmi fejlettség összefüggéseinek kérdését. Felhívja a figyelmet arra is, hogy pusztán a fejlettebb, mezőgazdasági termelésre való áttérés nem eredményezi automatikusan a népesség jobb ellátottságát, jobb fizikai kondícióját. Sőt, ellenkezőleg, a feltárt sírok tanúsága szerint a vadászó-gyűjtögető törzsekben általában erősebb, egészségesebb életmódra utaló csontvázakat lehet találni. A magyarázat az, hogy a központosított hatalom békét eredményez még akkor is, ha a társadalom alárendelt tagjai nem élnek valami fényesen. A béke, és erős állam ára az, hogy a népsűrűség sokkal nagyobb lehet, mint amit az adott termelési viszonyok lehetővé tesznek. A történelem folyamán többször előfordult, hogy éhhalál vitt el akár nagyobb társadalmi egységeket is (gondoljunk csak a 20-as években Ukrajna kiéheztetésére), ilyen helyzetekben egy törzs régen háborút indított volna a szomszédok ellen. A társadalom átszerveződése tehát nem "jó" vagy "rossz", egyszerűen más fixpontba kerül az emberi közösség, más társadalmi erők lesznek relevánsak. Erről az egyes ember nem tehet, nem is látja át, legyen itt szó akár egy istenkirályról vagy egy rabszolgáról.

A társadalomszervezési utópiák azt mutatják, hogy bár naívan el tudnánk képzelni azt, hogy milyen lenne egy ideális társadalom, de egy működő emberi közösségekben az ilyen konstrukciók esetén nagy valószínűséggel fellépnek olyan releváns fogalmak is, amelyekre az utópia kigondolója nem számított, és ez teljesen felforgatja, átalakítja a szép elvek által létrehozott konstrukciót. Hozzátenném, hogy ez nem a tervező hibája, hanem azon illúzióé, hogy emberi

fogalmak alapján lehet egy társadalmat megalkotni. A létező szocializmus és a kommunisták által megálmodott társadalmi egyenlőség és jólét olyan messze volt egymástól, hogy alig lehet felismerni, hogy az egyiknek a másik az elmélete. Ezért volt, hogy bár a szocializmus éveiben mindenkinek hangoztatni kellett a kommunista elveket, erről a társadalom nagy része tudta, hogy hazugság. Az okokról sokan értekeztek, az egyéni motiváció hiánya, a kontraszelekció, a teljhatalom kialakulására való hajlam és még sok más olyan releváns erő alakult ki, amely elvitte a társadalmi fixpontot a megálmodott szép új világtól egy olykor rémálomba illő társadalomig.

A mai társadalmak, akárcsak a globalizált Föld teljes egésze, érezhetően nem stabil fixpontban ül, egyre erősödő fenyegető jelek veszik körül, amelyek a fennálló rend (fixpont) felbomlasztására alkalmasak lehetnek. Ilyen például a gazdaságban a multicégek és bankok jóval országok és országhatárok fölé növő tőke- és lobbiereje. Minden bizonnyal veszélyesen releváns erő, ahogy a történelem tanúsága szerint korábban is az volt, a túlnépesedés a Föld bizonyos régióiban, amelyet korunkban a javuló egészségügyi ellátás és a mezőgazdasági termelés hatékonyságának jelentős növekedése hozott magával. Egyrészt persze "jó", hogy kisgyermekek nem halnak éhen és nem viszi el őket valami pusztító járvány, másrészt előbb-utóbb az adott terület nem tudja eltartani a megnövekedett lakosságot. Megindul a vándorlás a fejlettebb tartományok felé, akárcsak korábban a bőségesebb legelőterületek felé: most Európa és Észak-Amerika a cél. Veszélyesen releváns a környezet erőforrásainak felélése, mint például a túlhalászás vagy a környezetszennyezés. Megtehetjük, és meg is kell tennünk, hogy ezen veszélyekre felhívjuk a figyelmet, és próbálunk ellene tenni. Azonban a veszélyesen releváns erők éppen azért relevánsak, mert valami olyan társadalmi fogalmat képviselnek, amely nem változtatható "mikroszkopikus", egyéni elhatározással. Mint minden bonyolult rendszerbeli fogalom esetében, nincsenek is jól definiálva ezek a fogalmak, az egyik ember kicsit másként érti őket mint a másik. Például a globalizáció jelenségét valaki aszerint értékeli, hogy az elmaradott térségek számára is elhozza a munkalehetőséget és a felemelkedést, és emiatt nem látja veszélyesen releváns fogalomnak, hanem a stabil működés letéteményesének. Más ugyanebben a tőke csomósodásának, gazdasági- és politikai monopóliumok kialakulásának veszélyét látja, amely veszélyesen releváns, azaz a jelenlegi társadalmi status quo-t felborítani igyekvő erőként értelmezi. Sajnos mindkettő érvelés igaz a saját fogalmi definícióját tekinte, de hogy valójában mennyire releváns ez vagy az a jelenség, ma még nem tudható. A társadalom megy előre a maga útján, robosztusan és eltökélten halad valamerre, hogy merre, senki nem láthatja, csak akkor fog kiderülni, ha valahol megállapodik. Akkor majd utólag lehet elemezni, hogy persze, az új rend előjelei világosan észlelhetőek lettek volna korábban is, voltak is, akik felhívták rá a figyelmet, de hát nem hallgattak a váteszekre. Hogy ezernyi más vátesz, ezernyi más jóslat is jelen volt a világban, elfeledjük, mint ahogy azt is, hogy esetleg másként is alakulhatott volna a világ sorsa.

Amikor egy fixpontban megerősödik egy korábban irreleváns fogalom, akkor a rendszer egyszerre hirtelen eltávolodik a stabil működést jelentő fixponttól, turbulenssé, fogalmi kavalkáddá változik. Ezeket nevezzük társadalmi és gaz-

dasági forradalmaknak. Ahogy korábban már érintettük, az ilyen turbulens, változó relevanciájú fogalmaktól hemzsegő környezetben nem feltétlenül rögzített, hogy milyen fixpontba fog érkezni a rendszer. Mint egy csúcsára állított bot, vagy egy méréssel színvallásra kényszerített elektron, valami egyensúlyi helyzetbe meg fog érkezni, azonban hogy melyikbe, igen esetleges, véletlenszerű lehet, ami azt jelenti, hogy általában kevésbé fontos, irreleváns fogalmak fognak dönteni erről. Ahogy a káoszelméletből is ismerhető, egy nagyon instabil időjárási helyzetben az is dönthet a tornádó kialakulásáról, hogy egy lepke meglengeti a szárnyát. Egy lepke szárnyának meglengetése általában irreleváns az időjárásra vonatkoztatva, azonban lehet, hogy egy választópont ("bifurkációs pont") közelében pont egy ilyen irrelevánsnak gondolt erő dönt majd. A csúcsára állított bot ledől az egyik irányba, talán azért, mert a szomszéd szobában a nagymama nagyot sóhajtott. Számunkra ez véletlenként jelentkezik, és biztosan nem fogjuk tudni megmondani, mi is volt az az irreleváns esemény, ami végülis a döntést meghozta[12]. Ez adhat értelmet a társadalom jobbítására tett egyéni küldelmeknek: ha éppen a releváns erők egy instabil egyensúlyi pontjánál működik valaki, az a jövőt döntően befolyásolhatja.

Ez sokszor a felfedezésekkel is így van. Werner Heisenberg, a kvantummechanika egyik atyja, úgy emlékszik a *Rész és egész* könyvében, hogy ifjú korában választhatott volna a csellóművészi és a fizikusi pálya között. Ekkor egyik jóakarója azt a tanácsot adta, hogy a zene világában nemrég lezajlott egy forradalom, ott ugyan részt vehet az új zenei világ kialakításában, azonban ha radikálisan újat akar alkotni, foglalkozzon a fizikával, ahol egyre sűrűsödnek a nem megértett jelenségek. A tanácsadónak igaza lett, Heisenberg egy heroikus küzdelem során szakítani tudott a mérés és mért érték közötti hagyományos azonosítással, és megalkotta a róla elnevezett határozatlansági relációt, mely szerint a hely és az impulzus egyszerre nem mérhető, ezért egyszerre nem vehetnek fel határozott értéket sem.

Amikor megérkezik a rendszer egy másik fixpontba, vagyis kialakul ismét a stabil működés, akkor teljesen más világban találhatjuk magunkat, mint korábban. A régi releváns fogalmak olykor értelmüket vesztik, új fogalmak alakulnak ki. Társadalmi szinten új értékek jelennek meg, amelyek szervező erőként beszövik a társadalmi rendet. A régi értékek olyannyira idegenek lesznek, hogy az új fixpontban felnövekvő, abban látó, azt értő átlagember egyáltalán nem is tudja elképzelni, hogyan is működhettek más erők korábban, hogy lehetett azt komolyan venni. Sokan vannak így az istenhittel: ma annyira szekularizált a világunk, és annyira hiszünk a tudomány mindenhatóságában, hogy el sem tudjuk képzelni, hogy régebben ugyanilyen mély meggyőződéssel, pontosabban ugyanilyen természetességgel hittek az emberek Istenben.

Belegondolva abba, hogy a mai felfogással, mai ismereteinkkel, mai világképünkkel visszatérnénk a középkorba, az lehet a véleményünk, hogy milyen másként alakíthattuk volna, mennyivel értelmesebben vezethettük volna a történelmet. A helyzet azonban nem ez. Az a társadalom másik, stabil

[12]Ez gyakori félreértés a káoszelmélettel kapcsolatban is. Nem a pillangó szárnyának meglengetése a tornádó kialakulásáról, hanem a hozzá hasonló irreleváns erők miliárdjainak együttes hatása. A végleges döntés azonban igen kis hatásokon múlhat.

fixpont körül működött, az embereknek az volt *a* valóság, éppúgy mint ez a mienk. Számukra a mi világunk éppoly elborzasztó lenne, mint számunkra az övék, legtöbben biztosan nem vágynának ide. Tudásunknak is csak egy részét lennének képesek hasznosítani, azt, aminek megvan az alapja az ő fejükben, másokat egyszerűen nem fogadnának el. Ugyanolyan érveket, amiket mi a materialista világ védelmében felhozunk, sorakoztatnának ők is fel az ő világképük védelmében. És mindkettőnknek igaza lenne az adott világkép keretein belül, de a kettő nem lenne összeegyeztethető.

Ha pedig egy régen élt embert valami csoda folytán a mi világunkba helyeznénk át, akkor sok mindent várhatnánk, csak azt nem, hogy hirtelen megvilágosodik, megérti, hogy a mi világértelmezésünk mennyivel jobb, mint az övé, és átveszi tőlünk azt. Úgy érezné, egy csomó őrült közé csöppent, akik őrült motivációkat követnek, amelyeknek semmi értelmük, meghalnak, vagy tönkreteszik életüket értelmetlen célokért, és senki nem beszél arról, ami valóban fontos. Kayaanis katzi, kizökkent világ – legyünk őszinték, néha mi is így érezzük. Legjobb esetben is csak egy frusztált, elzárkózó ember válna belőle, rosszabb esetben, ha a világképe összeomlana, beleőrülne. Mint ahogyan közismert, hogy ha egy szabad ég alatti élethez szokott embert börtönbe zárnak, akkor teljesen elveszíti lába alól a talajt, és könnyen belehalhat.

A mai ember világértelmezése bizonyos szempontból persze szélesebb körű, mint a történelmi idők bármelyikében. A természetről való tudásunk minden bizonnyal sokkal nagyobb, mint régen, a művészetek terén is jelentős előrelépést értünk el. De biztosak lehetünk abban, hogy ez nem az utolsó szó, és a jövő generációi éppoly elborzadva, és bizonyos téren kissé álmodozva gondolnak majd a mai korra, mint például mi a Római Birodalom napjaira, vagy mondjuk Parszifál küzdelmeire.

5.4 Az emberi elme fixpontjai

Talán már az eddigiekből is világos, de nem árt elgondolkodni arról, hogy ugyanolyan módon, ahogyan a részecskefizika fogalmaiból az atommagfizika, majd az atomfizika, később a molekulafizika, a kémia stb. fogalmai kialakulnak, ugyanilyen módon az emberi agy felépítésében is különféle fixpontok alakulnak ki. Ez egyrészt a skálával változik, az agy sejtes szerkezetétől kezdve, az abból felépülő ideghálózat, az agy különféle központjai, a tudatalatti, a tudatos elme, majd az egyes emberből kilépve az emberi közösségek párkapcsolati, családi, ismerősi, társadalmi és történelmi skálákon mind-mind különböző fixpontot jelentenek. Ugyanakkor az agyban egy adott skálán is számtalan fixpont kialakulhat. A tudatos elme szintjén például az érzékszerveinkkel megfigyelhető, vagy általánosabban, a megismerhető világ fogalmi hálózata képződik le, arról alakít ki egy modellt a saját releváns belső fogalmaival. Ezek a belső fogalmak "evolúciós" úton finomodnak, amely részben a tanulási folyamatot jelenti, részben az emberiség tudásának felhalmozódását, részben, bár ilyen rövid időskálán ez nem érzékelhető, az agy struktúráltságának genetikai módosulását is jelentheti, amely azt eredményezi, hogy másként, más stratégiával tanulunk. Végeredményben az agyban levő fogalmak nagyon hasonló struktúrát kell mu-

tassanak, mint a külvilág, pont ezért tudunk ez utóbbiban tájékozódni. Mivel a külvilág miriádnyi fixponttal rendelkezik, az agy fogalmi hálója is ugyanilyen felépítésű kell legyen.

Amit érdemes megemlíteni az az, hogy az agy belső működése, hiába tartozik az agyhoz, nem jelent releváns információt a mindennapi élethez, ezért éppoly rejtélyes a tudatos elme számára, mint az atomfizika. Ezért, bár használjuk a tanulási képességünket, az intelligenciánkat, megéljük érzelmeinket, de hogy ezek milyen módon keletkeznek, hogyan "működnek", már egy olyan fixponthoz tartoznak, amelyek a tudatos elme számára irreleváns fogalmakkal operálnak. Persze fordítva is igaz: a tanulási képességet előállító sejtszintű jutalmazó-büntető rendszer, a szinapszisok átalakításának stratégiája nem "tudja", mit miért csinál. Egyszerűen ez a működési módja. A működés következtében előálló fogalmak, a tudás maga, illetve a tudást működtető értelem, már irrelevánsak a sejtszintű agy, vagy akár a tudatalatti számára is.

Érdekes kérdés, hogy milyen fixpontok vannak a tudatos szint és a sejtes szint között, és ezeknek mi a viszony egymáshoz. Biztosan ott van a tudatalatti világa, az érzelmeket irányító, gondolatainkat befolyásoló, de nem tudatos folyamatok. Ahogy fent tárgyaltuk, ennek működése nem magától értetődő, korántsem az, egy különálló fixpontot képvisel saját releváns erőivel; nem véltelen, hogy a pszichológia, amely ezt a szintet (is) vizsgálja, külön tudományos diszciplína. A tudatalatti léte örökség a nem tudatos őseinktől, ahol még a biológiai evolúció volt az intelligencia működési mechanizmusa, és amelynek eredménye egy "hardveresen" rögzített, ösztönjellegű látás. Ennek a szintnek, ennek a fixpontnak is megvannak a releváns fogalmai, és megvannak a szabályai, amelyről a tudatallatti nem is sejti, hogy azoknak mi "értelme" van. Feltehetőleg, hasonlóan az élet világához a "releváns" fogalmak száma csillagászati, és fontosságban, relevanciában folytonosan csökkenő rendbe állítható, azonban nincs éles határ a releváns és irreleváns között.

Számtalan tudatalatti automatizmust ismerünk, például a test állapotának hatását az érzelmekre, vagy az érzelmek hatását a gondolkodásra (szomatikus markerek). Ha ezen tudatalatti automatizmusok működési feltételeit módosítjuk, akkor azok hatással lesznek a tudatunk működésére, bár nem fogjuk érteni miért; pontosan úgy, mint ha a fizika alaptörvényeit módosítanánk, az minden felettes fixpontot megváltoztatna. Ha ceruzával a szánkban végzünk valami tevékenységet, azt vidámabban, jobb kedéllyel tesszük[13], egész egyszerűen azért, mert a test úgy értékeli, hogy a szánk nevetésre áll, és ez azt jelenti, hogy vidámak vagyunk. Hasonló módon a sejtes szintű működést megváltoztatva megváltozik a tudat működése is, vagy ha a még alacsonyabb szintű biokémiai folyamatokhoz hozzányúlunk, akkor ennek felsőbb szintjei, a sejtes, a tudatalatti és a tudatos szint működése is módosul. Ha például beszedünk egy megfelelő anyagot, akkor elbódulunk tőle (pl. alkoholtól), halucinálni kezdünk egy halucinogén szertől, vagy éppen elmúlik a depresszió, ha mondjuk dopamint vagy hasonló antidepresszáns szert kapunk. A sejtes szintű anyagcsere tudati megnyilvánulásairól van itt szó.

[13] Mérő László

Normális működés esetén a különböző szintű fixpontok jól elválnak egymástól. Az agy sejtes szintű működése, valamint a tudatalatti tevékenysége lehetővé teszi a gondolkodást, olyan módon, hogy nem kell tudnunk arról, pontosan mit is csinál. Mint mikor a mobiltelefonunkat használjuk: anélkül is elboldogulunk, hogy a működésének részleteivel tisztában lennénk. Azonban, mint ahogy ez más esetben is megtörténhet, visszahatás is elképzelhető, a tudatos szint képes befolyásolni az alacsonyabb szintű működési mechanizmusokat. Erre jó példa volt fent a gyógyszerek szedése: a gyógyszer maga a tudatos gondolkodás terméke, vagyis tulajdonképpen tudatos elme hat ilyenkor a gyógyszer közvetítésével a sejtes mechanizmusokra. A pszichológia módszerei, a hipnózis, a pszichoanalízis, vagy akár a megfelelő kérdések felvetése, az érzelmek tudatosítása mind a tudatalatti megfelelő, helyes irányú befolyásolására történő próbálkozást jelenti. Mint ahogy a ceruza szájba vételével történő hangulatjavítás is, vagy a vállunk leengedése írás vagy olvasás közben, amelytől automatikusabban nyugodtabbak leszünk. A tudatos elme a környezetének megváltoztatásával is képes még mélyebben, biológiai vagy fizikai szinten befolyásolni a fixpontokat, amely viszont emiatt módosítja az emberi működés körülményeit, és végül magát az embert is befolyásolhatja. Ahogy a fenti példák is mutatják, az ilyen esetekben a tudatos fixpont és a többi fixpont nem válik szét élesen, bizonyos értelmeben közösen alkotnak egy fixpontot.

Az agy által megvalósított fogalmak, ahogy erről korábban is szó volt, nem egyértelműek, hiszen hogy pontosan miket tekintünk releváns információnak, az nincsen egyértelműen meghatározva. A fogalmi keretek valamelyest eltérő modellt alkotnak ugyanarról a külvilágról, és a különböző leírások hatékonysága más- és más lehet. Ha nem tudjuk elég hatékonyan leírni a valóságot, akkor ez arra ösztönöz minket, hogy a fogalmainkon alakítsunk. A katarzis, a "heuréka" vagy a megvilágosodás olyan jelenségek, amikor hirtelen fázisátalakulás megy végbe a tudatunkban. Ez ahhoz a fázisátmenethez hasonló, mikor a folyékony vizet nyugalomban lehűtjük nulla fok alá – ez a túlhűlés jelensége –, ekkor egy egész kis zavar is azt eredményezi, hogy a víz egy pillanat alatt teljes terjedelmében megfagy. A víz is "érzi", hogy nem a jó halmazállapotban van, de mégsem tud rendeződni a szerkezete, azonban a külső hatás elősegíti ezt a rendeződést – igazi katarzis a víz számára. Az agyban is ez történik, átalakulnak, átstruktúrálódnak az agy modelljének fogalmai, vagyis tulajdonképpen az agy mint a valóság modellje más fixpontba kerül. A küvilágot más fogalmakkal írjuk már le, mint korábban, azaz másként látjuk a világot egy ilyen esemény után. Sőt, nem is *tudjuk* már ugyanúgy látni, mint korábban, hiszen mások lettek a releváns fogalmaink.

Feltehetőleg nem csak az agyban történik meg az a mechanizmus, amikor a fogalmak átalakulnak, és bár nagyjából ugyanaz a működés valósul meg, mégis más fixpontba kerültünk. A szervezetünkben is lezajlanak hasonló jelenségek. A normális működés fixpontjából kikerülhetünk, akár külső anyagok hatására, akár csak a felfokozott feszültség okozta változtatási kényszer miatt, hiszen a diszkomfort mindig a változtatás igényét hozza az emberi szervezetben, ez a működési alapja. Az autoimmun betegségek vagy az allergia ezen a nyelven a szervezet valamely rossz fixpont körüli stabilizálódásaként értelmezhetők. Ha

ez igaz, akkor a szervezetet "rá kell ébreszeteni", hogy nem a megfelelő fixpontban van, vissza kell vezetni a helyes útra. Ekkor akár egy fázisátalakulás is bekövetkezhet, mint a "csodás gyógyulásoknál", de ez lehet egy hosszabb, kitartó munka eredménye is.

Az agy tudatos szintje másként, egészen közvetlenül is képes hatni nemcsak a tudatalattira, hanem a teljes szervezetre is. Ha stresszhelyzetben vagyunk, mert nem tudjuk időben elvégezni a feladatunkat, az a tudatalatti szintjét módosítja, szorongás alakul ki, ez hosszabb távon a vérnyomás emelkedéséhez, majd érrendszeri és keringési problémák kialakulásához vezethet. Ez egy olyan automatizmus, ahol a megfelelő szintek visszahatnak az alulfekvő szintekre, és az ottani környezet módosításával megváltoztatják annak működését. Ugyanilyen módon a gyógyításra is felhasználható a tudatos szint. A reggeli torna, a tai-chi, a különféle jógagyakorlatok, vagy esetleg egyéb "mágikus" eljárások célja az, hogy olyan módon változtassák meg a szervezet alulfekvő fixpontjainak környezetét, hogy abban a teljes szervezet számára kedvező folyamatok zajljanak le. Még akkor is, ha a józan paraszti ész számára esetleg nevetséges, haszontalannak tűnő mozdulatsorról van szó, lehet, hogy hatásos a kezelés: hiszen jusson eszünkbe, az alulfekvő fixpontok releváns fogalmai számunkra semmit nem jelentenek, irrelevánsnak tűnnek. Ha a tapasztalat szerint a fejenállás, a böjt vagy a kézrátétel segít, akkor ezt nem utasíthatjuk el csupán azzal, hogy nem tudjuk, hogyan működik, tehát nyilván blöff, szemfényvesztés az egész. Valószínűleg valamely alulfekvő fixpontunk környezetét változtatjuk meg, esetleg igen hathatósan.

Ezen módszerek egy részénél az alulfekvő fixpont működésének megváltoztatása automatikusan történik, akár egy gyógyszer szedése esetén. A reggeli torna, a hangszeres tudás fejlesztésére végzett ujjgyakorlatok, vagy a jóga olyan módon befolyásolják a szervezetünk működését, hogy automatikusan segítenek. Hozzá kell azonban tenni, hogy míg a gyógyszereknél a vegyi anyag maga a visszahatást közvetítő közeg, ezeknél a technikáknál a szervezet a maga teljességében közvetíti a hatást. Ezért aztán mégsem teljesen mindegy, hogyan is végezzük a bevatkozást. Egy rosszul végzett ujjgyakorlat eredményeként előfordulhat, hogy ínhüvelygyulladást kaphatunk. Hasonlóan egy jógagyakorlatot is lehet jól és rosszul is végezni; hatványozottan igaz ez a jóga légzőgyakorlataira. A jógakönyvek felhívják a figyelmet a légzőgyakorlatok veszélyeire, számtalan példát felsorolva a helytelenül elvégzett gyakorlat súlyos veszélyeire. A gyakorlat helyes elvégzésével azonban rendkívül hatékony módszert kapunk a kezünkbe.

Úgy tűnik, minél magasabb szintű fixpontra akarunk visszahatni, annál érzékenyebb és bizonytalanabb talajra tévedünk. Ez talán magyarázható azzal, hogy a releváns fogalmak száma rohamosan nő, a köztük levő kapcsolatrendszer egyre kuszább, a fixpontok egyre kevésbé vannak egymástól elválasztva, azaz egyre nagyobb a visszahatás. Egyre inkább fennáll annak a valószínűsége is, hogy sok stabil fixpont valósuljon meg, a szervezet és az agy működése különféle fázisokban lehet. Ha meggondolatlanul valami olyan automatizmust indítunk be, amely átbillenti a szervezetet egy másik, rossz fixpontba, annak végzetes következményei lehetnek: őrület vagy halál is. Elképzelhető, hogy

ezeken a visszahatási technikákon lehet javítani, ezzel biztonságosabbá tesszük a használatát. De valószínűleg mindig is igaz marad az, hogy felelőtlenül nem bánhatunk ezekkel az eszközökkel, mert veszélyesek maradnak. Akárcsak egy kémiai laboratóriumban: hiába ismerjük az ott levő anyagok élettani hatását, a mérgező anyag mérgező marad, hiába tudunk a mérgező hatásról, ezért felelőtlenül bánva vele áldozatul eshetünk. Nem is engednek be bárkit a kémia szentélyeibe, csakis olyanokat, akikről feltehető, hogy megbízhatók.

A szellemi technikák veszélyei miatt minden kultúrában, ahol ezeket megismerték, nem tették közkinccsé ezeket, illetve csak korlátozott mértékben. A technikákat teljes egészében csak a beavatottak ismerhették meg. A beavatás során a jelölt egyre komolyabb kihívásokkal szembesül, amelyek ugyanakkor képessé teszik őt a megfelelő technikák befogadására, és felelős kezelésére.

Tulajdonképpen a közkinccsé tett technikák jó része olyan, hogy ha rosszul végzik őket, egyszerűen nem okoznak semmit, legalábbis nem ártanak. Az ima például ilyen: más technikát jelent egy ateista, egy "technikailag" vallásos ember számára, a hívők számára, és egy mélységesen elkötelezett szerzetes vagy remete számára. De sehol nem árt, sőt minden esetben használ valamennyire. Ezért is közkincs az ima, ez az egyik leghatásosabb szellemi technikánk, teljesen függetlenül attól, hogy mi a hatásmechanizmusa. Olyan is előfordult, hogy a technikák veszélyeinek megismerésével, hatékonyabb gyakorlatok kidolgozásával a korábban tiltott technikákat a szélesebb közönség elé lehetett vinni: a jóga például ilyen. Olyan is előfordult persze, hogy a szellemi technikák a beavatottak számára társadalmi előnyt jelentettek, és ezért féltett kincsként bántak velük, nehogy előnyös pozíciójukat elveszítsék. Erre is számtalan példa van, csak hogy egyet említsek, ilyen a kung-fu.

A szellemi technikák egy része olyan, hogy ha "leleplezik" ezeket, akkor semmitmondónak, üresnek tűnnek. Ez azonban félrevezető! Ezen technikák elvégzéséhez a szellemi beállítottság, vagyis a megfelelő szellemi környezet, a szellemi fixpont kiválasztása fontos összetevő. Nem tudhatjuk, hogy egy profán szellemi fixpont körül irrelevánsnak tűnő fogalom, technika, ha megfelelő szellemi beállítottság, megfelelő tudati fixpont körül végezzük, amelynek releváns fogalmai rezonálnak az adott szellemi technika módszereivel, milyen hatású lehet.

5.5 Antropomorf fogalmak

Az emberi tudat minden fogalma azért alakult ki, hogy a tudat az észlelt külvilág jelenségeinek minél hűbb képét legyen képes megalkotni egy elvont belső világban, és a meg- vagy inkább felismert fogalmak és a köztük levő kapcsolatok segítségével egyre pontosabban legyen képes "látni" a külvilágban. Az emberi környezetben domináns a többiekkel való kapcsolat, ezért a legtöbb fogalmunk a társadalmi, kommunikációs területhez kötődik, különösen azok a fogalmak, amelyek cselekvéseket fogalmaznak meg. Az embernek tehát, bizonyos értelemben, *minden fogalma antropomorf*, ember-mértékű. Ezért aztán nem meglepő, ha a nem emberi léptékű fixpontok releváns fogalmait is megpóbáljuk az emberi fogalmak segítségével leírni: egyszerűen nem tehetünk mást, ezekre

vannak szavaink. A szél szelíd, lágy, vagy haragos és tombol. A Nap felkel és lenyugszik, elrejtőzik és ránk mosolyog. Az emberi viselkedésre alkotott szavakon túl az analógiás gondolkodás a fogalmak mögé személyt is elhelyez: így lesz a szélnek, a Napnak istene, minden forrásnak nimfája.

Bizonyos értelemben az antropomorf hozáállás lehet hasznos, amennyiben olyan bonyolult fixpontok megismeréséről van szó, mint az élő természet, vagy maga az emberi lélek. Ekkor, bár nincs szó személyekről, maga a működés megismerése hasonló, mint mikor egy személyt próbálunk kiismerni, és ezért a fogalmi viszonyok leírására az emberi viszonyokból merítünk analógiát. Az más kérdés, hogy ha ezeket az erőket befolyásolni akarjuk, akkor ugyanazon technikák, amelyek egy személy esetén beválnak, itt természetesen nem működnek. A varázsló tánca, mikor esőt próbál csinálni, vagy éppen a Nagy Szellemhez könyörög, hogy a vadakat küldje el a törzshöz, nem lehet olyan értelemben hatásos, mint mikor egy nagy hatalmú embert kérnek a többiek, hogy essen meg rajtuk a szíve. A mai ember babonának minősíti, és elutasítja ezeket a próbálkozásokat. Pedig az esőcsináláson túl más haszna is lehet a varázsló táncának. A modern pszichológia ismeri a "tanult tehetetlenség" jelenségét. Ha a törzs úgy érzi, hogy nincs semmiféle eszköze arra, hogy a sorsán változtasson, akkor olyan negatív lelki állapotba kerülhet, amely később, amikor pedig lenne lehetőség valamit tenni, megakadályozza őket a cselekvésben. Ezért, ha esetleg volt is olyan törzs, amely, ha nem jött eső, csak ült és várt, feltehetőleg evolúciósan hátrányba került azzal a törzzsel szemben, amely úgy vélte, ha elég szorgosan próbálkozik, az imádság és tánc eredményeként megjön az eső vagy előkerülnek a vadak. Egy babona, vagy a remény egy halvány jele is adhat annyi erőt az embernek, hogy sokkal tovább bírja, mintha egyszerűen azt gondolná, hogy nincs mit tenni. A babonás törzs tagjai magabiztosabbak, tettrekészebbek lesznek; arról nem is beszélve, hogy a vadászatot rituálisan gyakorolva a megfelelő mozdulatok még jobban beléjük idegződnek.

Visszatérve egy gondolat erejéig az alternatív gyógyításhoz: nagyon sokszor a szervezet egészségének helyreállításához különféle gyakorlatok elvégzését kell a betegnek megtenni. Ez lehet speciális táplálkozás, különféle sprituális mozdulatok, gyakorlatok elvégzése, pakolások, kenőcsök alkalmazása. Az alternatív gyógyászat elvárja, hogy a beteg is tegyen a saját egészségéért. Ennek, amellett, hogy valóban van pozitív, enyhet adó hatása, azt az érzést erősíti a betegben, hogy ő most nem egy tehetetlen báb, saját betegségének hordozója, amelyet az orvosa meggyógyít (vagy nem), hanem saját sorsának irányítója. Önmagában a kontroll megélése is egy aktív és egészségesebb életet nyújthat.

Az antropomorf hozáállás persze nem segít, ha szélsőségesen nem emberi léptékű rendszerrel kerülünk szembe. Ilyenek a természet alapvető erői, és ilyen a magasabbrendű szellemi környezet. A természet alapvető erői esetén szerencsére mára megtanultuk, hogy milyen módon kell megfogni őket: a logika és a tudomány eszközeivel. Megtanultuk, hogy a természet alaperői teljes mértékben kiismerhetőek, és a matematika mint a formális logika megtestesítője segítségével pontosan leírhatók. Megtanultuk, milyen nyelven kell hozzájuk szólni, és milyen módon válaszolnak ezek az erők: erről szólt a könyvünk első fejezete. Sőt, manapság átestünk a ló túlsó oldalára, és azt gondoljuk, hogy a természet

alapvető erőinek nyelve magának a természetnek a nyelve, azt gondoljuk, hogy az előttünk élt generációk mind félreértették, helytelenül értelmezték a világot. A világunk azonban nem egységes, nincs univerzális nyelve, a természet alapvető erői nyelvével ugyanúgy nem lehet az emberi lépték világát leírni, mint ahogy az antropomorf fogalmakkal sem a természet alapvető erőit.

A magasabbrendű szellemi környezet ismét más kihívásokat jelent, erre a későbbiekben visszatérünk.

5.6 Az emberi működés antropomorf megközelítése

A saját tudatunk, tudatalattink, illetve a közösségi fogalmak megközelítéséhez is, természetesen, hagyományosan az antropomorf megközelítést használja az ember, ugyanúgy, mint a természet erőinek megközelítéséhez – mit is tehetne mást. A modern ember, ugyanakkor, megismerve a tudományos gondolkodást, megpróbálta a fent említett területeken is alkalmazni a módszert. Ez a látásmód tagadhatatlanul sok sikert könyvelhet el, például a pszichológia, a szociológia maguk erős tudományos diszciplínává váltak. Ugyanakkor, ahogy fentebb többször érveltünk emellett, az ezeket a területeket megtestesítő fixpontok nagyon sok, mondhatni végtelen számú különböző relevanciájú fogalmat tartalmaznak, amelyekben néhány releváns fogalmat kiemelni, és azokra modellt építeni – ahogy ezt a tudomány teszi – nem vezethet tökéletes eredményre. Ezeken a területeken tehát a tudományos megközelítés csak részeredményeket érhet el. Az antropomorf hozzáállás, amely megszemélyesíti ezeket az erőket, és megpróbálja úgy kiismerni őket, mintha maguk is bonyolult személyiségek lennének, vagyis hogy látni próbál a fixpontok fogalmai között bizonyos esetekben célravezetőbb lehet – eltekintve persze a megszemélyesítés egészen konkrét értelmezésétől.

A legtöbb kultúra ismer evilágon túli lényeket, isteneket és démonokat. Démonok megszállhatnak valakit, egy-egy törzsnek, közösségnek saját védő istensége van, a természet erőit istenek birtokolják. A mai ember ezeket általában lekicsinylően kezeli, a babonás gondolkodás megnyilvánulásának tekinti. Babonák, tévképzetek természetesen voltak és vannak, bizonyos technikákról kiderül, hogy nem hatásosak. De ahogy korábban elemeztük, a látás kialakulása, maga az intelligencia működése nem képzelhető el hibák vétése nélkül, hiszen ezekből "tanul" a rendszer. Ezen felül valódi, működő szellemi technikák félig képzett képviselői is terjeszthetik a téves elképzeléseket, kontárok, kóklerek, szemfényvesztők élhetnek meg jól abból a bizalomból, amelyet a titokzatos és hatásos technikákba vetnek az emberek. Ezek a tévképzetek azonban nemigen állják ki az idők próbáját, a társadalmi intelligencia vagy közösségi evolúció előbb-utóbb belátja, hogy irreleváns fogalmakról van szó, és elfelejti ezeket a technikákat, vagy legalábbis nem veszik már komolyan őket. Olyan jelenségek azonban, amelyek minden kultúrában hasonlóan jelentek meg, és fennmaradtak a mai napig, valószínűleg valamilyen valóban releváns fogalmat határoznak meg.

Az antropomorf hozzáállás a betegségeket, pszichológiai rendellenességeket egy rossz szellem, démon hatásának tekinti. Ahogy ezt fentebb tárgyaltuk,

az nem feltétlenül téves hozzáállás, amennyiben a "rossz szellemeket" megpróbáljuk kiismerni, látni próbálunk a világukban. Akkor vezet tévútra, ha az antropomorf hozzáállást túlzottan szó szerint értelmezve más antropomorf tulajdonságokat is tulajdonítunk nekik.

A tudaton belül is különféle erők működnek; hogy ezek hogyan kerülnek belénk, a véletlen, vagy a gyermekkor traumái, vagy az előző életünk karmája miatt, az most mellékes. Ezeket az erőket a pszichológia is ismeri, a pszichoanalízis egyik célja ezen erők feltárása. Ezek az erők valójában az agy működésének releváns fogalmai, amelyek, éppen mert relevánsak, önálló létezőnek tekinthetők a tudatalatti szintjén. A pszichológia ezeket tudományosan megismerhető jelenségnek tekinti, s sok esetben helyesen. A probléma itt ugyanaz, mint korábban, túl sok a fogalom, ezek túl kevéssé különböznek relevanciájukban, ezért a fogalmak nem jól definiáltak, nem lehet teljesen kiismerni őket. Ha valamilyen módon ki is választunk véges sokat is közülük, a számtalan egyéb operátor jelenléte bizonyos esetekben akár döntően más jelenséget eredményezhet, mint amit a jóslataink mondanak. Az antropomorf megközelítés ezeket a fogalmakat mint személyeket kezeli, a természetes tanulási képességet, az intelligenciát használva arra, hogy valamilyen képet alkosson arról, mi is egy releváns fogalom. A kétféle megözelítés között, a szóhasználattól eltekintve, az a lényeges különbésg, hogy az utóbbi nem akar jól definiált, tiszta fogalmakkal operálni: nem pontos modellt akar, ahol a releváns erők működése tisztán jelenik meg, csupán egyszerűen látni vagy érezni akarja azt, hogyan működnek.

Az agyban működő releváns erők fizikailag minden bizonnyal úgy működnek, hogy az agy jutalmazó-büntető rendszeréhez kapnak hozzáférést. A jutalmazó-büntető rendszer az intelligencia evolúciós mechanizmusának fontos összetevője, visszajelzések nélkül nem tudnánk, mit is tanuljon meg az agy. Normális működés esetén ezek az erők felelősek azért, hogy a külvilág bizonyos jelenségei számunkra tudatosuljanak, hogy a belső modell megfeleljen a külvilágnak. A jutalom és büntetés jelentkezik mind a tudatalatti, akár zsigeri szinten, és a tudatos szinten is: a tudatalatti számára mint pozitív vagy negatív érzelmek, a tudatos elme számára mint elégedettség vagy vágy jelennek meg. Ezek hatására az agy átalakul, és olyan állapotot igyekszik felvenni, ahol a negatív érzelmek megszűnnek, a vágyak kielégülnek.

Azonban ha egy belső erő túlzottan nagy befolyást szerez a jutalmazó-büntető rendszer felett, vagyis a vágyainkhoz utat talál, akkor megbillenhet az egyensúly. Ez persze antropomorf megfogalmazás, de hát a számítógép esetén is azt mondjuk, hogy a processzor megcímez egy tárterületet, és az ott található információ az adatbuszon keresztül megérkezik a processzor regisztereibe; annak ellenére, hogy a mikroszkopikus szinten semmi ilyesmi nincs, csak tranzisztorok, rezgőkörök, ellenállások, s a fent, amúgy helyes kép, csakis az egész, a számítógép szintjén áll össze. Szóval nyugodtan kifejezhetjük magunkat úgy, hogy egy érzés, érzelem, túlzott hatalmat kaphat a vágyainkon keresztül, ez befolyásolja az akaratot. A büntető rendszer feletti hatalom megszerzésével kialakulhatnak nyomasztó érzések, streszz, szorongás, félelem, fóbia. A jutalmazó rendszer uralásának jele a megszállottság, mánia vagy a szenvedélybetegségek. Ez az elszabadult erő a saját útját járja, saját bony-

olult releváns fogalomkészlettel rendelkezik, azaz nem áll messze attól, hogy személynek tekintsük. A hagyományos megközelítés így tesz, amikor szellemekről, démonokról beszél.

Mindennek persze *lehet*, hogy mikroszkopikus okai vannak. Lehet, hogy egy biológiailag fontos anyag hiánya okozza a jelenséget; de nem biztos. Ha az agy egy fixpontban van, és ott valami erő veszélyesen relevánssá válik, el fogja vinni a rendszert a fixpont közeléből, amely a végén stabilizálódik valahol, anélkül, hogy ennek sejtes, anyagcsere szintű okai lennének. Ez ugyanaz, mint mikor a közlekedésben dugó alakul ki, anélkül, hogy ennek jármű szinten oka lenne. Egy mániákus ember számára mások a releváns fogalmak, mint egy "normális" ember számára, az agya olyan fixpontban van, ahol minden kérdés eltörpül a saját mániája mellett.

Az agyban automatizmusok sokasága hozza létre azt a fixpontot, amelyet tudatnak nevezünk. Ezen automatizmusok megváltoztatásával a rossz fixpontba került agyi működést is ki lehet hozni onnan, azáltal, hogy olyan erőket hozunk működésbe, amelyek ezen fixpont szerint eredetileg irrelevánsak ugyan, de megerősödve relevánssá válnak, és a fixpontból elviszik a rendszert. Alkoholisták esetén az alkoholtól való undorodás kialakítása, az alkoholtól való szigorú tartózkodás vezethet oda, hogy azt a gyötrő érzést, amellyel korábban mindennap a pohárhoz nyúlt, el tudja felejteni. Mindazonáltal az agy fogalmi rendszerét nem lehet ezzel átalakítani teljesen, az alkoholizmus, mint rossz szellem ott marad, ott bujkál a háttérben. Néha még stabil abszcinenseknél is előfordulhat, hogy egyetlen pohárka alkohol felébreszti ezt a démont, azaz ezt a veszélyesen releváns erőt, és szinte fázisátalakulásszerűen az agy ismét az alkholista fixpontba kerülhet. A szenvedélybeteg ezt valóban úgy éli meg, hogy valamely külső akarat, egy külső erő kényszeríti őt vágyain keresztül arra, hogy megtegye azt, amit tudatosan már mélyen elítél, és nagyon is személyesen ismeri a démonát. Ugyanez igaz minden szenvedélybetegségnél, mint a dohányzás vagy a kábítószer: az agy struktúrájában, a fogalmi hálóban ott van az a releváns erő, az a démon, amely minden pillanatban kész lehet arra, hogy erőre kapjon.

Az őrület, a tévképzetek a szélsőségesen rossz fixpontba került agy külső jelei. A pszichiátria sok módszert ismer ennek kezelésére. Azonban legszélsőségesebb esetben, mikor az agy teljesen elszakad a külvilágtól, saját logikája szerint lát, és a társadalomra is veszélyes cselekedetekre visz, nincs más kiút, mint vagy a személy teljes elzárása, vagy az elme fogalmi hálójának erőszakos szétzilálása, hogy az újra, új utakon épüljön fel ismét.

Ezek a releváns erők, amelyeket az antropomorf hozáállás megszemélyesít, angyalokként vagy démonokként, "jó" és "rossz" előjelet társítva hozzájuk, valóban úgy is jelentkeznek, vagy jelentkezhetnek az agy számára, mint különálló személyek. Szólnak hozzánk, tanácsot adnak vagy parancsokat osztogatnak, rosszakarat vagy szeretet sugárzik belőlük. Mondhatjuk persze, hogy ezek az agyi fixpontok egyre relevánsabbá váló ("önállósodó") belső erőinek képei a tudatban, ezzel azonban nem mondtunk többet, mint korábban; sőt talán kevesebbet. Ha egy jelenség az agy számára mint külső-belső személy jelentkezik, akkor ez a releváns fogalom, nem érdemes másfajta releváns fogalmakat erőszakosan ráhúzni. A belső erők, amelyek sokszor mint bölcs, vagy hatalmas

személyiség jelennek meg bennünk, valamilyen értelemben a "tudatfeletti" szint megnyilvánulásai, amelyről később még szót ejtünk.

5.7 Az alkimista álma

Az alkímia mai megítélése általában igen kedvezőtlen. Egyet jelent a sötét középkor sóvár arany utáni vágyával, a sötét praktikákkal, a tudatlanság és babona uralmával, az élet vize és a bölcsek köve utáni elkeseredett, hiábavaló kutatással. Ha valami pozitívumot mondunk róla, az az, hogy a különféle anyagok megismerésével megalapozta a mai kémiát, mint ahogyan például a porcelán felfedezésével valóban a mai élet szempontjából is fontos felfedezést tett.

Pedig az alkímia története, sikerei és kudarca nem erről szól, sőt, sokkal messzebbmenő üzenetet közvetít felénk. Az alkímia alapvető célja ugyanis azon az elképzelésen alapul, hogy *a szellem uralni képes az anyagot*, a szellem erői segítségével az anyag alapvető jellege is megváltoztatható (például aranyat tudunk csinálni), és a saját fizikai létünkön is felül tudunk emelkedni (megtalálhatjuk az örök élet elixírjét).

Ez a misztika alapgondolata is, valójában az alkímia a misztika egyik ága, az alkímikusok maguk általában misztikával is foglalkoztak.

Az alkímia logikája azon szellemi technikák fejlődésére épít, amelyet a 5.4. fejezetben említettünk. Az agy tudatos része képes olyan hatások elérésére a szervezetben, titkos praktikák és szellemi gyakorlatok elvégzése segítségével, amely egy közönséges ember számára csodaszámba mennek, elég ha a jógik, fakírok hihetetlennek tűnő cselekedeteire gondolunk. Ahogy egyre mélyebben és mélyebben ismerte meg az ember ezeket a tevékenységeket, ahogy egyre több hatásos és hatékony technikát dolgoztak ki, úgy formálódott meg a gondolat, hogy a szellemi fixpont és a fizikai fixpontok összeolvadásának, a szellemi fixpont visszahatásának a fizikai világra nincs határa. Ha az emberi gondolat hatással lehet az emberi testre, mi akadályozná meg abban, hogy a folyamat tovább menjen, és az egész világ az emberi szellem uralma alá kerüljön? Ezen technikák elsajátítása azonban egyre nagyobb szellemi felkészültséget igényel, s nagyon valószínű, hogy csupán néhány kiválasztott, "szerencsés" ember képes azt elsajátítani (bár a véletlen és szerencse szerepéről is másként vélekedik a misztika), sőt a közember számára nemcsak hogy érthetetlenek, hanem veszéleyesek is ezek (l. Goethe Bűvészinasát). A tanításokat tehát titokban kell tartani, és csak a kiválasztottaknak szabad átadni.

Az alkímia tehát nagyon világos elképzelésekre épít, a saját világlátásuk, világképük logikus, következetes végiggondolásával. Ez egy mély hit a világképük korrektségében, abban, hogy ez a világkép a valódi világ tetszőleges területére kiterjszthető. A hit a kudarcokon is túllendít, hiszen minden balsiker magyarázható azzal, hogy nem ismerjük még a megfelelő technikákat, a tudatunk, szellemünk nincs még elég magas szinten, de ez csak a pillanatnyi helyzet, egyre magasabbra és magasabbra törünk.

Nagyon tanulságos az, hogy ez a program elbukott. Nem lehet (legalábbis tisztán szellemi úton) aranyat csinálni, a halál nem győzhető le. A politikai fordulatok sem kedveztek az alkimista-misztikus program folytatásához, az

uralkodó osztály a szellemi és katonai elit (papság, felsőbb nemesség) helyett az anyagi elit (polgárság, kereskedők) lett. A misztikus titkos társaságok felhagytak a misztika tanulmányozásával és, legalábbis amennyire a titkos társaságok tanulmányozhatók, inkább politikai, gazdasági téren működtek tovább, a misztikus keretek már csak mint hagyomány maradtak meg.

Mindezzel együtt az általános világkép is megváltozott: a szellem helyett az anyag uralmában hiszünk. A természet törvényeiben, amely az anyag mozgását, állapotát meghatározva végülis a szellemet is uralja. Az a nézet alakult ki, hogy az anyag uralásán keresztül a világ egésze uralható, gépeink a fizikai világot alakítják át, gyógyszereink, génsebészetünk az élőlények feletti kontrollt biztosítja. Mi állíthat meg minket ezen az úton? Aranyat már most tudunk csinálni (bár kissé drágán). A gépeink egyre intelligensebbek lesznek, a mesterséges intelligencia kidolgozásával és az egy működésének tökéletes megértésével egy nap majd képesek leszünk szellemünket egy gép struktúrájába átvíve elérni a halhatatlanságot. Ha vannak is egyelőre nem feltárt területek, ha szembesülünk is kudarcokkal, ez csak a tudomány mai állását tükrözi, a tudásunk mélyítésével előbb-utóbb minden akadályt legyőzünk.

Az anyag uralmának világképe és az alkimista világkép tehát ugyanazon tőről fakad, csak amíg az alkímista álma a szellem uralma az anyag felett, a tudós álma az anyag uralma a szellem felett. Az alkímia a misztika felsőbbrendűségét hirdeti, ma a tudomány mindenhatóságában hiszünk. Nem kizárt persze, hogy a két út közül az egyik a helyes, a másik a helytelen. Azonban ez a könyv annak a gondolatnak a kéviselője, hogy a tudomány mindenhatósága éppoly irreális, mint az alkímiáé. Ami nem azt jelenti, hogy a tudomány (vagy éppen a misztika) művelését fel kellene adnunk, csupán annyit, hogy még nem értünk el az út végére. Ami bizonyos értelemben megnyugtató.

5.8 A magasabb szellem világa

Ahogy feljebb beszéltünk róla, a tudatalatti és a tudat szintjén túl, úgy tűnik, lehetséges valamilyen "tudatfeletti" szint is. Minden hagyomány ismeri ezt a szintet, minden népnek megvannak a maga természetfeletti tapasztalásai, szentjei és prófétái.

Szellemi téren persze az egyik irány az egyénen feletti fixpontok elérésére az emberi közösségek rendszere, amely ugyanúgy létrehozza a maga fixpontjait és releváns fogalmait, mint maga az ember. Amiről itt szó van, az azonban az ember belső világának egyre magasabb és magasabb szintű szerveződése. Ide tartoznak a látomások, próféciák, ide az Istennel való kapcsolat és a megvilágosodás is.

Gyakran azzal söpörjük félre ezen jelenségeket, hogy ezek csupán a belső világ artifaktumai, képzelgések, amelyeknek a valódi világgal semmiféle kapcsolatuk nincsen. Egy őrült képzelheti magáról, hogy ő Napoleon, de ezt nem valamiféle látomásnak, hanem csak egy félresiklott belső világ megnyilvánulásának kell tekintenünk.

Ha azonban egy olyan általánosan, sokféle civilizáció által ismert jelenségről van szó, amely kiállta az évezredek próbáját, akkor ilyen egyszerű elutasítás

nem megalapozott. Ez olyan, mintha valaki azt állítaná, hogy nincsen gondolkodás, csupán agyi elektromos jelenségek. Az agyi elektromos (és kémiai) jelenségek igenis összeállhatnak egy magasabb fixponttá, amely igen komplikált módon képes magát a világot is leképezni, és amely egyáltalán nem látszik és nem következik a mikroszkopikus leírásból. Az emberfeletti, tudatfeletti fixpontok általános tapasztalat szerint léteznek, azaz releváns fogalmak a világ leírása szempontjából. Hogy pontosan miben is áll a létük, hogyan hatnak, és hogyan hatnak vissza az emberi agy fixpontjaira, persze igencsak nehezen megválaszolható kérdések.

Már csak annál is inkább, mert a tudatfeletti világ éppúgy messze esik az antropomorf emberi léptéktől, mint a fizika. De amíg a fizika nyelvét megtanultuk, a matematika segítségével felismertük, és kezelni tudjuk releváns fogalmait, addig a tudatfeletti világhoz nincs természetes hozzáférésünk. Az is kérdés, hogy egyáltalán lehetséges-e ez, azaz a tudat képes-e leképezni a világnak azt a részét, amely esetleg önmagán túlnyúlik... Ez kissé olyan kérdés, mint amit a végtelen rendszerekben fogalmaztunk meg a 3 fejezetben. Itt végtelen rendszerekről van szó, így elvileg nem zárható ki, hogy az agy, a gondolkodás, a tudat önmagára vagy az önmagán túli reflexiója mint valami végtelen sor összege mégis leképezhető valahogyan, az mint önálló fogalom megjelenhet.

De ez korántsem bizonyos, és láthatóan azok a mesterek, akik a tudatfeletti megismerés útját járják, nem bíztatnak könnyű sikerrel. Ez azonban nem csoda: ahogy láttuk a 4.7 fejezetben, minden fogalmi rendszer átadása, a tanítás egy bizonyos határon túl komoly nehézségekbe ütközik. Nem lehet közvetlen szavakkal átadni egy nagymesteri szintű látásmódot, mivel az mindenkinél másként van beágyazva a többi fogalom körébe. Ezekre nincsenek szavaink, nincs olyan kifejezőeszközünk, amely egyértelműen közvetíthetné ezeket az ismereteket. Ennek ellenére minden nagymester valami módon hasonlóan látja a világot, ők már megértik egymást képes beszéddel, a homályos és olykor antropomorf utalásokkal is.

A tudatfeletti megismerése is úgy kell kezdődjön, mint minden más megismerés. A tanítvány először nem tud semmit, ezért a tények ismertetésével kell kezdeni. Minden szellemi rendszernek megvan a maga *tanítása*, legyen az a Biblia, a Korán, a Talmud vagy a Kabbala, a Védák vagy a Tao-te-king. Az ott leírtak a hagyományt közvetítik, amely azonban jóval messzebb áll a majdan megismerendő tudatfeletti ismeretektől, mint mondjuk az elemi iskolás számtan a matematikától. Mégis, ezek a sokszor csodás történetek valamit jelentenek, a ceremóniák, istentiszteletek, misék megszólítják a tanítványt egy olyan szinten, amelyről eddig nem volt tudomása. Kezdi egyre jobban kiismerni magát a tan belső berkeiben.

Sokan, akik a szellemi utat járják, nem lépnek túl egy bizonyos szinten, de ez tipikus jelenség, a világ összes elég bonyolult fixpontrendszerénél így van. Hiába tanul oly sok ember matematikát, matematikus kevés emberből válik, válhat. Ahol a szellemi út tanítása meglehetősen általános, mint például a hagyományos Tibetben volt, ott is legfeljebb ugyanilyen aránnyal számolhatunk. Ahogy a matematikát is sokfelé alkalmazzuk, a piaci összeadáson keresztül a gazdasági működés, a mérnöki tervezés alkalmazott matematikai szintjéig, s csak azon túl

kezdődik a matematika épületének fejlesztésével foglalkozó matematikusok köre, a tibetiek között is a buddhista gondolkodás a közönséges, mindennapi szinttől kezdve a boncok, vallási elöljárók "alkalmazott buddhizmusán" keresztül a tan legmélyéig látni képes szentek, boddhiszatvák köréig terjed.

A legmagasabb szintre lépés a szellemi tanítások terén, úgy tűnik, sokszor katartikus, fázisátalakulásszerű módon megy végbe: ez a megvilágosodás. Utána az ember más módon, más fixpontból, másféle releváns fogalmakkal látja a világot. Sőt, *nem is tudja* másképpen látni, a világképe gyökeresen átalakult. Talán nem is egyértelmű, kit is tekinthetünk megvilágosodottnak, ez nem mindig ítélhető meg kívülről; de belülről mindenképpen jelentős változás ez. A megvilágosodott persze ugyanabban a világban él, mint eddig, ugyanazt tudja és nem tudja, nem ebben van a különbség, hanem a látásmódjában.

A megvilágosodás felé törő tanítványok nevelése rendkívül nehéz feladat. Ahogy a Tao-te-king mondja, "Ami szavakkal mondható/az nem az igazi tao". Minden, amit a megszokott fogalmainkkal ki tudunk fejezni, csak eltávolít minket attól az egységérzéstől, amit a megvilágosodott tudat érez. S lehet elképzelése az embernek arról, milyen is a megvilágosodás, attól még senki nem lesz megvilágosodott.

Valahogy úgy áll a helyzet, hogy a matematikában, amely természettudományok nyelve, a nyelvtan, a szintaxis teljesen meghatározza a szemantikát, a jelentést: nem lehet nyelvtanilag helyes hamis mondatokat megfogalmazni. Az emberi lépték bonyolult, kusza fogalmi hálójában a fogalmak rosszul definiáltsága miatt egy mondat és az ellenekezője is lehet igaz. A tudatfeletti szinten azonban minden kimondott mondat hamis.

Miután a nyelv nem alkalmas eszköz a megvilágosodás felé, a szellemi út emberei kénytelenek más módszert választani. Egyik lehetséges út a keresztény szerzetesek, remeték útja: ők azt szeretnék átérezni teljes egészében, hogy Isten kezében vannak, hogy a sorsuk az ő akaratán múlik, és hogy Ő szereti őket, megbízhatnak benne. Ha valaki a feltétlen bizalom, a szeretet és az Istennel való egység érzését megtapasztalta, akkor jött el a megvilágosodás perce. Az ehhez vezető technikák az ima, a lemondás, a szenvedés útja; de éppen az a bökkenő, ha valaki mindezt azért vállalja, hogy Isten közelébe kerüljön, akkor meddő lesz a próbálkozása. A keresztények ezt úgy fejezik ki, hogy az Istenben való hit, a vele való egység érzése ajándék, Isten ajándéka, kikényszeríteni nem lehet. Hiába bármennyi ima és áldozat, ha valaki nem a megfelelő úton jár, nem érhet el a célig. De nem is kell célba érni feltétlenül, maga az úton járás is felemel.

Sokféle más út is létezik. A buddhizmus a szútrák tanulmányozását, azoknak szüntelen ismétlését, az imamalom forgatását javasolják. A szútrákban, akárcsak a Bibliában benne van a megvilágosodás kulcsa, mindenki elolvashatja; de nem tudni kell azokat, még csak nem is látni, hanem *megélni*. És más dolog tudni, hogy kék az ég, más dolog a két szemünkkel látni, és más dolog végtelen nagysága alatt állni. A buddhista hagyományok az én szerepének kikapcsolását, a világ egységének megérzését tartják legfontosabbnak. A megvilágosodás kísérő jelensége például a vágyak eltűnése; ugyanakkor a megvilágosodás nem érhető el pusztán a vágyak eltörlésével, mert nem eltörölni, hanem azokon

felülemelkedni kell. Ismét egy ördögi kör, immár a buddhizmus nyelvén: ha vágyunk a megvilágosodást elérni, akkor nem világosodhatunk meg, mert éppen ez a vágyunk akadályoz meg minket ebben. A buddhizmushoz hasonló minden misztikus iskola tanítása, az ego feladására és az egység érzésének megélésére törekszik.

A megvilágosodott tovább él és cselekszik, de cselekvéseinek nincsen jelentősége. Ha egy erdőben vagyunk, állunk, vagy valamerre megyünk, valami csinálunk, ez együtt jár a létezéssel. Azonban lehet az erdőben csak úgy lenni, és lehet valami célt követni. A megvilágosodott létezése az erdőben céltalanul levő embernek felel meg.

Az én múlandóságának megélésére szolgál a mandala is. Sok hónapos gondos munkával, szigorú hagyományok alapján színes homokból csodálatos rajzok születnek, amelyeket, ha készen van, és betöltötte a feladatát, megsemmisítenek. Ne hagyjunk nyomot a világban.

A zen buddhizmus furcsa műfajt fejlesztett ki a világ fogalmai esetlegességének, a megvilágosodáshoz való haszontalanságának kifejezésére: a zen koanokat. Ebben a legképtelenebb módon mutatja meg a mester azt, hogy nincs értelme a megkülönböztetésnek, mert az csak látszat. A megvilágosodáshoz itt is át kell élni az egységérzést, s a hagyományos fogalmak elvetését. Mivel a szavak az evilági fogalmakat jelölik, amin csak hamis állításokat lehet megfogalmazni a zent illetően, hát a szavak és a mindennapi élet szintjén is mutassuk meg ezt.

Valószínűleg a megvilágosodásra is igaz az, ami a szellem egyéb területeinek nagymestereire: ahányan vannak, annyiféle módon élik meg a megvilágosodást. Mégis, mindannyian ugyanazt érik el, ugyanazon fixpont közelébe kerülnek. De a releváns fogalmaik definíciója lesz más, esetleg gyökeresen más. Egy megvilágosodott keresztény és egy hindu ugyanúgy látja a világot, csak éppen esetleg teljesen mást mond róla.

A megvilágosodás, ebből a szempontból az a folyamat, mikor valaki látni kezd olyan területen, amivel korábban nem volt tisztában – maga a szó is erre utal. Felismeri a releváns fogalmakat, amelyek a világ szellemi szférájában működnek. Azok a jelenségek, amelyek a nem látó számára véletlennek tűnnek, hirtelen világos kontúrt öltenek, meg fogja tudni mondani, hogy hova vezetnek majd. Látja nemcsak a jelent, hanem valamennyire a jövőt is. Ez a része a dolognak egyáltalán nem misztikus, a meteorológus pontosan ezt teszi, amikor időjárást "jósol": ismeri a releváns erőket, a törvényeket, azaz beszéli a releváns erők nyelvét, amely a meteorológus esetében a hidrodinamika és a földrajz, ezek olyan egyenletekre vezetnek, amelyeket számítógép és matematikai módszerek segítségével meg tud oldani. A csillagász is előre meg tudja mondani olyan jelenségek bekövetkeztét, mint mondjuk a Napfogyatkozás. A csillagásznak és a meteorológusnak is hiszünk (egyre inkább), nem azért, mert mi magunk birtokában lennénk azoknak az információknak, vagy annak a nyelvnek, amely őket a jóslásban segíti, hanem azért, mert többször bizonyították azt, hogy tudják, miről beszélnek. A különbség a csillagász, a meteorológus és a megvilágosodott látnok között az, hogy a releváns fogalmak, erők száma különbözik. A csillagászat törvényei kevés releváns fogalomból állnak, ezért a

csillagászat jóslataira mérget vehetünk. A meteorológus törvényei a relevánsnak gondolt fogalmakra, erőkre építenek, ezért általában korrektek, azonban vannak helyzetek, amikor az időjárás rendkívül érzékeny lesz, egészen kis hatások is gyorsan felerősödhetnek. Ilyenkor a meteorológus törvényei nem adnak biztos eredményt, ahogy korábban megbeszéltük (l. 2.14 fejezet), csak arra adnak információt, hogy mi a valószínűsége egy-egy esemény bekövetkeztének. A szellemi erők esetén a releváns fogalmak száma nagyon nagy, és nagyon különböző az, milyen helyzetben melyik releváns. Aki lát ebben a dzsungelben, az tudja, mikor van az, mikor egy-egy releváns erő domináns, mikor "ködös a jövő", azaz mikor van az, hogy a sok erő hatása kiegyenlített, és senki nem mondhatja meg, mi fog történni. A korrekt jóslás úgy hangzik, hogy a látnok beleéli magát az adott helyzetbe, meglátja (megérzi) milyen releváns erők hatnak, és akár tiszta, akár homályos a helyzet, erről beszámol. Ezt a tevékenységet nem utasíthatjuk el azzal, hogy mi nem látjuk a releváns erőket, vagy nem értjük a jóslási folyamatot: az egyetlen kérdés, működik-e vagy sem.

Olykor előfordul, hogy a releváns erőviszonyok felsejlenek még olyanok számára is, akik nem megvilágosodottak, mindenkinek lehetnek különösen tiszta pillanatai. Ez sokszor megszemélyesített, élményszerű látomás formájában történik, nem azért, mert ezek az erők maguk antropomorfak lennének, hanem mert mi vagyunk antropomorfak, és az üzenet így válik számunkra érthetővé. Mindenki, akinek látomása volt, arról számol be, milyen megrázó, katartikus élmény ez, sokszor egy élet folyamát meg tudja változtatni.

Még az is elképzelhető, hogy a látnok képes olyen eszközt szerkeszteni, amely a nem látó számára is világossá teszi a releváns erők kontúrját. Mivel az eszköz rögzített, nem adhat olyan pontos, és esetre szabott képet, mint egy megvilágosodott bölcs jóslata, de adhat hasznos, iránymutató tanácsokat. Egy profán hasonlattal úgy működik a dolog, mintha valaki letöltene egy meteorológiai programot az internetről (vannak ilyenek), és a laptopján futtatva maga próbálna időjárást jósolni. Az időjárás nagy jelenségei, mint például a nagy földi légköri áramlási folyamatok meg fognak mutatkozni már ilyen viszonylag kis erőforrást igénylő program esetén is, de arra hiába próbálunk meg felelni, milyen idő is lesz Budapesten holnap. Az emberi sors jóslásának eszközei a jóskönyvek, álmoskönyvek. Ezek lehetnek bóvlik, mint például a hetilapok horoszkóp rovata. Készülhetnek olyan ravasz módon, hogy akármi is történik, az ember felismerhesse azt a jóslat szavai mögött – ez hasonló ahhoz, mint mikor valaki egy mesterséges intelligencia programmal beszélget. A program nem intelligens, csak sablonos válaszokat ad, de az emberi partner intelligenciája értelmet ad az egész beszélgetésnek. De a műfajnak vannak igazi nagyágyúi, amelyek néha zavarba ejtő eredményeket adnak. Ilyenek például Krúdy Gyula Álmoskönyve vagy a Müller Péter által értelmezett, bemutatott Ji King. A Ji King jóslatai, javaslatai nem sablonosak, határozottan eltérnek. Jól megfigyelhető, mikor van az, hogy a jóslat arra hívja fel a figyelmet, hogy nincs jól meghatározható releváns erő, a jövő bizonytalan: ilyenkor a jóskönyv általában azt javasolja, hogy várjunk, ameddig letisztulnak az erőviszonyok. Máskor határozottan megjelöli a könyv, mi várható a cselevés esetén, vagyis határozottan a tervezett tett végrehajtására, vagy az attól való elállásra bíztat.

Végezetül újra hangsúlyoznám azt, hogy a szellemi úton, valamilyen csatornán érkező tanácsokról, jóslatokról nem állíthatjuk azt, hogy "nem léteznek", azaz a jelen könyv szavaival nem relevánsak, csak azért, mert a tudomány számára nem világos a hatásmechanizmusuk. Talán meg lehetne fogalmazni olyan merész állítást is, hogy ha vannak ilyen releváns erők, akkor azok a tudomány számára biztosan nem relevánsak, mert olyan magasan szervezett, összetett fixpont releváns fogalmairól van szó, amelyek nem relevánsak máshol, így a tudomány nemcsak hogy nem tudja kimutatni ezek irreleváns hatását más fixpontok között, de még elő sem tudja állítani ezeket a fogalmakat, annyira végtelenül bonyolultak a saját fogalomrendszerében.

Ezért tartom meddő próbálkozásnak, hogy érvekkel, tudományos módszerekkel próbáljunk Isten létéről számot adni. Isten bizonyos tulajdonságait feltéve (mint például az örökkévalósága, mindenhatósága, erkölcsisége stb.) hozunk érveket és ellenérveket. De minden istenkép már eleve hamis, mert – elkerülhetetlenül – az általunk felfogható fixpontok releváns fogalmaival akarjuk megközelíteni. Az isteni, tudatfeletti világ működése azonban más fixpontot képvisel, ezen fixpont releváns fogalmait, releváns erőt öntörvényűnek kell felfognunk. Vagyis az a kérdés, miért releváns egy adott erő, nem válaszolható meg. Ha a tapasztalat azt mutatja, hogy vannak ilyen releváns erők, akkor vannak és kész. Szepes Mária idéz egy jelenetet a Vörös Oroszlán könyvében, ahol valaki beszélgetőtársát ragyogó érvekkel arról akarja meggyőzni, hogy nincsenek szellemek. A beszélgetőtárs egyre idegesebben próbál közbevágni, ellenérveket felhozni, amelyeket az illető pazar visszavágásokkal lehetetlenít el. Végül a beszélgetőtárs, kifogyván minden érvből, megtörten csak azt tudja mondani, hogy ő maga egy szellem, és eltávozik a falon keresztül...

Megkérdezhető persze, milyen viszonyban állnak ezek az erők más fixpontok erőivel, esetleg olyanokkal, amelyek tapasztalataink szerint minden eddigi fixpontban relevánsok voltak – ilyen például az idő, amely a 4 ábra összes fixpontjában jelen volt releváns erőként. Ennek alapján várhatjuk, hogy az idő a tudatfeletti fixpontban is releváns fogalom marad, de erre nincs garancia. Sőt, úgy tűnik, pont az idő az a fogalom, amely teljesen másként viselkedik ebben a fixpontban. Megpróbálkozhatunk azzal is, hogy "tudományos" módszerekkel felderítsünk egyet- s mást ezen tudatfeletti fixpont (vagy fixpontok?) működéséről, végülis a jóskönyvek valami ilyesmivel próbálkoznak. De ezen fixpontok megközelítési módját, nyelvét csak kevesen ismerik, és nem ismeretes, hogyan kell ezt a nyelvet biztosan reprodukálható módon továbbadni gyermekeinknek. Amíg ez a helyzet, csak egyéni utak léteznek, a szent könyvek tanulmányozása, a megvilágosodott mesterek üzeneteire való figyelés. Csakhogy tudnunk kell, hogy bármit, amit hallunk, minden szó, minden mondat hazug abban a formában, ahogy elhangzik. És mégis, a teljes tanítás olyan igazságokat fogalmaz meg, amelyek más módon nem megközelíthetőek.

6 A három szemléletmód

A fentiekben áttekintettük a világ három különböző szemléletmódját. A logika az anyag oldaláról közelíti a világ jelenségeit, analitikusan gondolkodik, és a világ jelenségeit *megérteni* szándékozik. Az intelligencia az élet jelenségeiből indul ki, a különböző jelenségeket a saját szintjükön értelmezi, és a világ jelenségeit *látni* akarja. A harmadik út, talán nevezhetjük a szellem útjának, a tudatfeletti oldaláról közelít, és a világ jelenségeit, a jelenségek mögött húzódó egységet átérezni, *megélni* akarja. A határok ezen szemléletmódok között nem élesek, egy-egy ember szemléletmódjában több aspektus is fellelhető belőlük.

Bár mind a három szemlélet alkalmas arra, hogy teljes világépet nyújtson, természetes módon másra s másra valók. Bizonyos szempontból mindhárom megközelítés egy nyelv, amellyel a világhoz akarunk szólni, annak válaszát ezen a nyelven akarjuk meghallani. Külön érdekesség, hogy a világ mindhárom nyelven hajlandó válaszolni, és igazságokat közölni.

Én személy szerint kétlem, hogy bármely szemlélet önmagában képes lenne számot adni a világ sokszínűségéről. A korábbi fejezetek mind arról szóltak, hogy a tudomány szemlélete nem adekvát eszköz számos probléma megközelítéséhez: ez azt is jelenti, hogy a világot nem lehet megérteni. Egy adott fixpont véges számú releváns fogalmára lehet tudományos elméletet építeni, de ez már egy adott fixpont leírásához sem elegendő, ha elég bonyolult a fixpont. Fixpontok közötti átmenetet még kevésbé tud leírni egy ilyen megközelítés, fixpontok felderítése pedig egyenesen lehetetlen feladat. Ezért a tudomány marad egy a szemléletmódok közül, amelynek megvan a maga helye, de kizárólagosságára való igénye nem tűnik jogosnak.

A három szemléletmód a technikai, a fogalmi és a szellemi megközelítés eszköze. Tulajdonképpen még sokkal egyszerűbb kérdések esetén is lehet különböző választ adni ezen szemléletmódok szellemében. Például:

- Mit látunk a papíron?
  - festéket
  - betűket, szavakat, írásjeleket
  - egy könyv szövegét
- Miért hal meg a katona?
  - mert a szívét golyó fúrta át
  - mert az ellenség rálőtt
  - mert háború van.

Ugyan melyik válasz lenne helytelen? Mégis mást mondanak. Ez azt mutatja, hogy a különböző szemléletmódok nem mondanak egymásnak ellent, csak a jelenségeket más és más fogalmi szintről tekintik,és ezért mást tekintenek relevánsnak. Az első példa esetén mondjuk a technikai szemlélet számára a fontos az, hogy hogyan is különbözhet a papíron két pont színe, ezért releváns

foglomként a festéket találja a helyes válasznak. Az "élet" vagy "intelligencia" szemléletmódja számára mindegy, hogy miért látszanak a jelek a fehér papíron, a fetékpöttyök sorozatában jeleket ismer fel, amelyeket be is azonosít. A szellemi megközelítés számára mindegy, hogy a papíron levő festék, és az azokból felépülő jelek építik-e fel a szöveget, vagy mondjuk egy hangoskönyv által szólal meg: a lényeg a felettes tartalom, a könyv.

Azonban ugyanúgy, ahogy a kölünböző nyelveket beszélő, különböző kultúrájú népek nehezen értik meg egymást, esetleg végletesen másképp ítélhetnek meg eseményeket, és más stratégiákat fogalmaznak meg, ugyanígy a három szemléletmód által sugallt "nyelvet" beszélők is olykor nehezen értik meg egymást. Ez azért van, mert a nyelv egy világképet is meghatároz, és a világkép több, mint *hit*, ez maga a gondolkodás mikéntje, amely természetesnek vélt foglmakat állít a középpontba, és így nem is tudjuk elképzelni, másként hogyan lehetne gondolkodni. Pontosabban, ha valaki máshogyan gondolkodik, annak érveit falsnak, félrevezetőnek találjuk, úgy érezzük, lényegtelen (irreleváns) dolgokról beszél; a korábbi szóhasználatunkkal a gondolkodása más fixpontban van, ezért más releváns fogalmai vannak. Azt gondoljuk a máshogyan gondolkodóról, hogy tulajdonképpen ő is úgy gondolkodik, ahogy "kell" (azaz ahogyan mi), csak valami érdekből hazudik; de legjobb esetben is megtévesztették.

6.1 A betegségek megözelítése

A három szemléletmód különbözősége leginkább akkor nyilvánul meg, amikor olyan jelenségek kerülnek elő, amely mindhárom számára megközelíthető. Ilyen például a betegség és egészség megközelítése

A tudományos, nyugati orvoslás szerint a betegségek oka a kórokozók hatása, vagy valamilyen szerv károsodása. Kórokozó ilyen szempontból lehet baktérium, vírus, óriásfehérjék vagy éppen többsejtű élőlények (pl. férgek, atkák). Miután Otto Hahn felfedezte mikroszkópjával a baktériumokat, a betegségek tanulmányozása egy teljesen más, lendületes szakaszba lépett. Egymás után lehetett a betegségeket a kórokozóik alapján azonosítani, a tüneteket a kórokozókkal párosítani. Kiderült az is, hogy szervezetünkben számos "jó" baktérium is él, ezek nélkül a szervezet egésze lenne működésképtelen.

A gyógyítás feladata az, hogy a káros mikroorganizmusokat valamilyen olyan méreggel elpusztítsuk, amelyet a szervezet még tolerál. Ezek a mérgek gyógyszerek akkor, ha a kórokozókra jobban hatnak, mint a test egyéb sejtjeie. Ennek ellenére valamilyen mértékben a szervezet is általában megsínyli a mérgezést, azonban még mindig kevésbé, mint a kórokozók. A betegséggel való küzdelem az orvos feladata ebben az elképzelésben, ő *gyógyítja meg* a betegséget. A beteg maga a "felhasználó", aki igénybe vesz egy szolgáltatást, de éppúgy nem ért hozzá, mint mondjuk az autószereléshez. Csakúgy, mintha az ember autója romlott volna el, elvisszük a testünket, a betegség hordozóját a dokihoz, aki diagnosztizálja a kórt, és megfelelő kezelést ír elő. Tulajdonképpen a beteg maga, a saját olykor tájékozatlan és ostoba hozáállásával csak zavar, legjobb lenne, ha úgy ott lehetne hagyni az orvosnál a testünket, ahogy a szervízben az autónkat. Esetleg kapnánk arra az időre egy cseretestet...

Egyszer hallottam egy orvos nyilatkozatát a rádióban, aki arról értekezett, hogy érthetetlen az emberek viselkedése: ha az autójuk romlik el, elviszik a szervízbe, de ha maguk betegednek meg, akkor próbálják húzni az időt. Az autók számára ráadásul rendszeres műszaki felügyelet is elő van írva, aki lelkiismeretes, az legalább évente átvizsgáltatja a gépkocsiját, a szervízkönyvbe bevezetve az elvégzett javításokat. Így kellene a sajtá testünkkel is törődni, mondta az illető orvos.

Végső, menthetetlen esetben a károsodott szervrészt eltávolítjuk a szervezetből. Ilyen módon ugyan a megfelelő szerv működése részben vagy teljesen lehetetlenné válik, de még mindig jobb egy levágott láb, mint a teljes szervezet megfertőződése egy üszkös seb miatt.

A nyugati orvoslás betegség-felfogásában a betegség először sejt szinten jelentkezik, majd lassan a tünetek szervi szinten láthatóak lesznek. Ezért a megelőzéshez minél részletesebb felbontóképességű diagnosztikai berendezésekre van szükség, amely vagy valamilyen átvilágítással (mint az MR) vagy szövetvizsgálatokkal tudja megállapítani, minden rendben van-e az adott szervben. Az egyes szerveknek jellegzetes betegségeik lehetnek, amelyek felismeréséhez nagy szakértelem szükséges. Nem csoda hát, hogy az orvoslás alapvetően a szervek szerint csoportosul, vannak a különféle szerveknek, vagy inkább élettani fukcióknak orvosaik. Például a kiválasztás problémáival foglalkozik az urológia, a fej üregeinek különféle szerveivel az orr-fül-gégészet, a mozgásszervek problémáival a reumatológia, az idegrendszer rendellenességeivel a neurológus; és így tovább. Egy nem egyértelmű tünet esetén előfordulhat, hogy különböző szakorvosok más- és más elképzelést fogalmaznak meg a betegség okairól.

A nyugati orvoslás kimagasló eredményeket ért el a fertőzések kezelésében. A higiénia mellett az antibiotikum és a védőoltások megjelenésével olyan hatalmas eszközt kaptunk a kezünkbe, amely segítségével a lakosság egészségi állapota jelentősen javult, eltűntek a korábban leküzdhetetlennek tűnő járványok (pestis, TBC, himlő, stb.). A várható élettartam jelentősen megnövekedett, különösen a gyermekhalandóság csökkenése miatt. Az emberiség egészségesebb lett.

Természetesen az orvostudomány is tökéletesen tudja, hogy a szervezetnek van saját védekezőmechanizmusa, immunrendszere, amely a saját szövetet és az idegen élőlényeket nagy biztonsággal meg tudja különböztetni; az immunológia éppen az immunrendszer betegségeivel foglalkozik. Immunrendszer nélkül a legjobb orvos sem tudja meggyógyítani a betegségeket, még legyöngült immunrendszer esetén is sokszor reménytelen a gyógyítás. Ekkor egy-egy konkrét betegség még gyógyítható, de egyre újabb és újabb problémák ütik fel a fejüket.

Emellett a betegségek egy részéről kiderült, hogy nehezen gyógyítható az orvostudomány segítségével. Ez vonatkozik azokra a betegségekre, amelyek kórokozóit nem tudjuk elpusztítani, mint például sok vírusos megbetegedés esetén (például az AIDS vagy a veszettség), itt segíthet a védőoltás; vagy ha a kórokozó még a vírusoknál is kisebb szervezet, mint például a BSE (a "marhakór"), vagy az Altzheimer-kór esetén. A nehezen kezelhető, és az orovstudomány szempontjából nem gyógyítható betegségek másik részét azon betegségek képzik, amelyeknek nincs (vagy esetleg még nem azonosítottuk

be) a kórokozóit. Itt említhetők az allergia különféle fajtái, az asztma, az érelmeszesedés, a rák, a sokizületi gyulladás és még sorolhatnánk. Ezeket (vagy ezek egy részét) autoimmun betegségeknek szokták nevezni. Ha valaki immunrendszere legyengül, akkor előbb-utóbb kialakul ilyen betegség, amellyel az orvostudomány nem tud mit kezdeni.

Lehet, hogy *egyelőre* nem tud mit kezdeni: ez már hit kérdése, amivel vitatkozni nem lehet. Sokan hisznek abban, hogy minden betegség alapja valamilyen eddig be nem azonosított mikroszkopikus ok, s ha rájövünk arra, mi az, esetleg, hogy mi hiányzik a szervezetből, akkor a gyógyítás lehetséges. A depresszió például úgy tűnhetett, hogy nem kórokozó okozta betegség, azonban antidepresszáns szerekkel jól kezelhető, olykor gyógyítható. A többi betegségfajtánál is jelentős előrelépés történt a gyógyítás, bár sokszor csak a romlás megakadályozása terén. A ráknál például a rákos sejtek egyre pontosabban megcélzott elpusztításával eltüntetjük a tumort – ugyanakkor az áttétek szempontjából nem mehetünk biztosra.

A gyógyítás másik iskolája a hagyományos európai és keleti (elsősorban indiai és kínai) gyógyászatból indul ki. Nyugati orvoslás szempontjából a filozófiájuk úgy lenne összegezhető, hogy immunrendszer nélkül nincs gyógyítás, és megfelelően működő immunrendszer esetén nincs betegség sem. Itt a szervezet egészét tekintik a betegség hordozójának, azzal a személlyel együtt, aki azt testében hordozza. A látásmódjuk *holisztikus*, nem érdekli annyira az, hogy melyik szerv betegedett meg (habár a hagyományos orvoslás is használ gyógyszereket), inkább a teljes szervezetet kezeli.

A nyugati orvos számára tehát a betegség a szervezet mikroszkopikus összetételének, a mikroszkopikus fixpont normálistól való eltérésének következménye. Az a véleménye, hogy a mikroszkopikus fixpont rendellenességei csak mikorszkopikus szinten kezelhetők. Mivel a szervezet működése a mikroszkopikus fixpont működésének következménye, minden betegség oka is mikroszkopikus kell legyen. A hagyományos orvoslás ezzel szemben az egész ember fixpontjait tekinti. Azt tartja, hogy ha a teljes szervezet harmonikusan működik, akkor az ember egészséges, míg ha a teljes szervezet kibillen a harmonikus fixpont közeléből, annak előbb-utóbb betegség lesz a következménye. A harmónia itt valóban minden területre kiterjed, azaz ekkor a gondolkodás is harmonikus és kiegyensúlyozott. A hagyományos orvoslás szerint tehát a betegség oka az emberi fixpont rendellenességében keresendő, a mikroszkopikus szinten is kimutatható problémák már következmények, mivel a megbomlott egyensúly olyan mikroszkopikus környezetet teremt, amely kedvezőtlenül befolyásolja ezen fixpont működését, és felerősödő irreleváns erők végülis kibillentik a mikroszkopikus rendszert is a normális működés fixpontjából.

Jellemző a hagyományos gondolkodás szemléletére, ahogyan a tibetiek tekintettek a testre. Tibetben igen jól ismerték az ember belső szerveit, hiszen ott nemcsak hogy nem volt tilos a halott boncolása, mint Európában, hanem a halottat feldarabolva a ragadozó madarakkal etették meg. Világos kellett, hogy legyen tehát, milyen is az ember belseje. A betegségek, illetve az emberi "működés" szempontjából mégsem tulajdonítottak nagyobb jelentőséget a szerveknek, nem is voltak tisztában a szervek valódi funkcióival. Olyan em-

berábrázolásnál, ahol valamilyen oknál fogva belső szerveket is mutatnak, sokszor helytelenül ábrázolják a szerveket, ami annak világos jele, hogy nem volt fontos azok pontos kinézete. A szerveknek csak a szervezet egészében játszott szerepe volt a fontos, ami más lehetett, mint a fizikai funkció.

A kínai eredetű öt elem tanában például az öt elem, a tűz, a föld, a fém, a víz és a fa jellemzi az egész világ működését, benne az emberét is. A különféle szervek megfeleltethetők az öt elemnek (a tűz a szív és a vékonybél, a föld a lép, hasnyálmirigy és gyomor, a fém a tüdő és vastagbél, a víz a vese és húgyhólyag, a fa a máj és epe), mindegyikhez saját szín (vörös, sárga, fehér, fekete és zöld), íz (keserű, édes/pikáns, csípős, sós, savanyú) és egyéb tulajdonságok tartoznak. Az öt elem egymásra hatása, tápláló és romboló hatása a szervek szintjén is jelentkezik, egyensúlyuk jelenti a test harmóniáját. A nyugati orvoslás szempontjából az elemek jeleznek élettani rendszereket (hormonrendszer, emésztőrendszer, légzőrendszer, keringés és immunrendszer), de például az emésztés szervei (gyomor, vékonybél, vastagbél) más elemhez tartoznak. Az anyagcsere, azaz emésztés és táplálékfelvétel sokszor központi, nyugati szemmel túlzott szerepet játszik ezekben az elképzelésekben. Az indiai eredetű ájurvéda szerint minden baj forrása a rossz anyagcsere, a rossz emésztés, az ennek hatására felhalmozódó mérgek, és a mérgek miatt legyöngült immunrendszer folytán. Ezért a gyógyítást az anyagcsere, az emésztés helyrehozatalával kell kezdeni, a szervezet optimális működését innen kezdve kell felépíteni: ez megfelelő étkezéssel, tisztítókúrákkal, böjttel érhető el. A testet a keleti gyógyászat szerint meridiánok járják át, amelyek az "energia" körforgásában játszanak szerepet, az energiaközpontok, a csakrák pedig az energiák keltésében és szabályozását végzik. Az embert több szintű aura veszi körül, amely szintén az energia áramlását tükrözi. Ha a csakrák és meridiánok hálózata, az aura sérül, akkor nem fog sikerülni a harmónia, az optimális működés felépítése. Ezen energiacsatornák gondozása, az esetleges gátak, akadályok megszüntetése, a zökkenőmentes energiaáramlás biztosítása egy másik alapfeltétel a harmónia helyreállításához. Erre is számtalan technika létezik, a különféle masszázsok, az akupunktúra és akupresszúra módszereitől kezdve a hangok, színek élettani hatásának kihasználásán keresztül az elsősorban az aurára ható kézrátételig.

Mindezen technikák a nyugati orvoslás szempontjából értelmezhetetlenek. A legtöbb fogalomnak nincs is meg az élettani megjelenési formája, de ha meg is van, más funkcióval. Mintha a nyugati orvos és a keleti gyógyító nem is ugyanarról a szervezetről beszélne.

Tulajdonképpen nem is ugyanarról beszélnek. A test, szervezet szintű fixpontok teljesen más releváns operátorokkal rendelkeznek, mint a szerv vagy a sejt szintű fixpontok. Ez azonban semmit nem jelent azügyben, hogy "létezik-e" egy jelenség. Igazság szerint egyáltalán nem meglepő, hogy egy felsőbb szintű fixpontnak egyáltalán semmi jele nincsen az alulfekvő fixpontok szintjén. A hő például semmiféle módon nem ismerhető fel az elemi atomok molekulák szintjén, csak egy bizonyos "durvaszemcsés" skála felett. Hogy egy elektron egy kristály vagy egy folyadék része, az elemi részek fizikájából semmiféle módon nem következtethető ki. Hogy egy másik, pszichológiai példát mondjak: a

szeretet érzése, vagy a szomatikus markerek[14] jól alátámasztott pszichológiai realitással rendelkeznek, ugyanakkor az agyon belül nem utal rájuk semmiféle mikroszkopikus jel (nincs például nekik megfelelő agyterület). Egy adott fixpont fogalmainak relevanciája nem dönthető el az alulfekvő fixpontok vizsgálatával, az kizárólag az adott fixpont tanulmányozásával érthető meg. Mondhatjuk azt, hogy a modell, a szóhasználat, a gondolkodásmód nem tetszik, ahogy az állításokat megfogalmazzák, nem felel meg az ízlésünknek. Az is kétségbe vonható, hogy a konkrét kezelési technikák eredményesek-e vagy sem. Ha azonban egy fogalom működőképes, lehet vele gyógyítani, akkor nem lehet vele szemben érv az, hogy nem tudjuk, hogyan működik mikroszkopikusan. Ez ugyanis egy ilyen összetett rendszerben, mint a szervezet, korántsem biztos, hogy egyáltalán beazonosítható.

A keleti gyógyításban, vagy legalábbis annak egy részében, a beteg maga is aktív résztvevője kell legyen a folyamatnak. A beteg hozzáállása döntő a súlyosabb betegségek leküzdésében a nyugati orvosok felismerése szerint is. Egy szívbetegség, vagy egy rák esetén a túlélés egyik alapvető feltétele, hogy a beteg higgyen a gyógyulásban, és hajlandó legyen küzdeni érte. A keleti gyógyításban azonban még fontosabb szerepe van a tudatnak. Ha valaki a harmónia állapotába képzeli magát, mondják, akkor előbb-utóbb a test követni fogja a képzeletet; hasonlóan, ha valaki valamilyen bajtól retteg, magát betegnek tekinti, akkor könnyen előfordulhat, hogy "bevonzza" a bajt. Sokan ezt is babonának minősítik, pedig egy felülfekvő fixpont az alulfekvő fixpontok környezetének módosításával vissza képes hatni rájuk. Egy kedves ismerősöm[15], aki hosszú ideje foglalkozik alternatív gyógyítással, és számtalan siker koronázza tevékenységét, mondta nekem, hogy "Nincs lehetetlen, csak tehetetlen". Megfelelő hittel és persze megfelelő eszközökkel, amit a szervezet működésének ismerete hoz magával, minden baj leküzdhető. Ez nem sikerül mindig, de elvileg megvan rá a lehetőség.

Mindez persze nem jelenti azt, hogy minden, a természetgyógyászat égisze alatt született módszer hatékony lenne. Pont mert a fixpont, amit kezelnek, bonyolult, a szakértelmen túlmutató kifinomult *látásra* van szükség ahhoz, hogy egy adott beteg és betegség esetére a legmegfelelőbb kezelést lehessen kiválasztani. A beteg részéről megnyilvánuló bizalommal könnyű visszaélni, csodálatos, méregdrága eszközöket, kezeléseket javasolva, amelyek aztán semmit nem használnak. Az orvosok elutasítása sokszor ilyen jellegű rossz tapasztalatokra épít, mikor náluk landolnak a félrekezelt betegek. A nyugati orvoslásban is voltak valaha ilyen jelenségek, amelyek azonban mára már eltűntek, például törvények kötelezik a gyógyszereket előállító cégeket a hatásosság bizonyítására.

Van az emberi testnek, a gyógyításnak és betegségekenek egy harmadik szemlélete is, amely az antropomorf, vagy mondjuk inkább a szellemi megközelítésből következik. Eszerint a betegség oka alapvetően a tudat, illetve a tudat rendellenességei. Ilyenkor maga a test másodlagos, éppúgy, mint ahogy a hagyományos gyógyítás számára a szervek fizikai funkciói másodlagosak.

[14] Ezek a beidegződött látásmód (kognitív sémák) üzenetét az érzelmek terén közvetítik a tudatos elme számára.

[15] Nagy Ibolya

A szóhasználat az, hogy valamiyen gonosz szellem vagy démon szállta meg a beteget, azért nem képes meggyógyulni. A gyógyítás módja tehát az kell legyen, hogy a rossz szellemet vagy megyőzzük, vagy kényszerítjük arra, hogy távozzon el a testből. Ezen antropomorf szemlélet uralkodik a törzsi közösségekben, a gyógyítás szakrális, szellemi folyamat, amely a varászló dolga. Mindez nem zárja ki persze a gyógyhatású szerek ismeretét, gyűjtését; sok népi név emlékeztet a növény gyógyító erejére (pl. sebforrasztófű, csabaíre, gilisztaűző varádics, vagy éppen kányazsombor, ami azt jelenti, hogy ígéretes külseje ellenére a növény nem jó semmire). Őskori leletekből tudjuk, hogy olykor komoly és sikeres műtéteket is végeztek a betegen, nemcsak törések ellátását, hanem akár koponyalékelést is, amely a valószínűleg akkoriban nem túl ritka fejsérülések esetén olykor bekövetkező ödémásodás ma is használt kezelése. A leletek tanúsága szerint a betegek túlélték a beavatkozást, a sebek begyógyultak.

A gyógyításnak ezt a módját utasítja el a mai ember a legszélsőségesebben. A kuruzslás jelképévé vált az ugráló, handabandázó törzsi varázsló, a vásári jósnő, vagy a vajákosasszony a ráolvasásaival, babonás, és olykor teljesen elhibázott kezeléseivel (mint például abban az esetben, mikor a vajákosasszony úgy próbálta megkönnyeztetni a betegét, hogy erőspaprika port fújt bele – a beteg megvakult). A népi babonák, a fekete macska, a kéményseprő vagy a patkó egyet jelentenek a hiszékenységgel és elmaradottsággal. Ráadásul ma is dívik ez a műfaj, kezdve a horoszkópok olvasától egészen a különféle varázslatos tevékenységek (mint például rontáslevétel) gyakorlásáig.

Azért ezen jelenségek esetén is megpróbálhatunk a felszín mögé nézni. Ami ilyen sokáig fennmaradt, annak oka nem az emberi butaság (habár ezt szeretjük állandóan felemlegetni, és persze a kérdés, mit is tekintünk butaságnak). Az ember működik valahogyan, a gondolkodásában is számos releváns erő tevékenykedik, amelyeknek a tudat nincs tudatában. A babonák léte ezekre a tudatalatti releváns erőkre szolgálnak felvilágosítással. Például amennyiben a babonák valóban semmi fizikai hatással nem járnak, akkor is fenntartják annak az érzését, hogy a sorsunkat mi magunk irányíthatjuk, arra felkészülhetünk (pl. egy jóslat olvasásával), s ezzel megszabadulunk a bánító tehetetlenségtől. Ez szöges ellentétben áll a mai orvosok hozzáállásával, amikor az orvos azt mondja, hogy a beteg nem tehet semmit, a betegség orvos dolga, vagy még rosszabb esetben negatív statisztikai adatokat hoznak fel. De ez csak az egyik lehetséges hatás. Mindenféleképpen igaz, hogy a babonák és varázslatok világa társadalmi jelenség, s mint ilyen valamilyen releváns erőt képvisel, vagyis a hatása valamilyen módon fontos a társadalom működése szempontjából.

Az antropomorf, szellemi megközelítés ugyanakkor nem feltétlenül jelent egyet a csupán másodlagos hatású babonával. Ha hiszünk a jó, segítő szellemekben, esetleg könnyebben hozzáférünk a saját testünk titkos tartalékaihoz. Ha a tudat működése kerül rossz fixpontba, hatásos lehet, ha a beteg a benne működő erőknek emberi arcot ad – sokszor ez amúgy is megtörténik. Szenvedélybetegségek esetén a küzdelem a sárkány ellen a belső képek szintjén segítheti a kikeveredést a szenvedély fojtó karjaiból.

Ha a szellem szintjén történő gyógyítás hatásos, az gyakran katartikus erővel jelentkezik – nem véletlen, hiszen a tudat kerül más fixpontba, és az

viszi magával a tudatalattit, vagy akár a teljes szervezetet. Mindenki ismer történeteket csodás gyógyulásokról, akár komoly testi betegségek, mondjuk rák esetén is. Vannak, akik a kábítószer rabságából szellemi erők segítségével szabadulnak ki. A gyógyulást, különösen súlyos betegségekből való felépülést amúgy is tudati képek, látomások kísérhetik.

A szellem útján történő gyógyulások tehát léteznek, csak működési mechanizmusuk ismeretlen, talán soha nem is lehet az alacsonyabban fekvő fixpontok erőivel megmagyarázni. Kontrollálni azonban messze nem tudjuk ezeket a gyógyító mechanizmusokat, mert feltehetőleg éppoly bonyolultak mint a tudat maga.

Végezetül igen sommásan érdemes végiggondolni, mit is ért a három szemléletmód a gyógyulás alat. A tudományos orvoslás szerint a betegség a tünetek jelentkezésével egyenértékű; sokszor úgy is gondolkodik az orvoslás az emberről, hogy nincs egészséges ember, csak tünetmentes beteg. Ha nincsenek tünetek, akkor nincs értelme betegségről beszélni. Mondjuk streptococcus baktériumok állandóan jelen vannak az arcüregben vagy a tüdőben, arra nem lehet törekedni, hogy kiirtsuk ezeket. Ha a számuk kevés, akkor nem okoznak tüneteket, az ember immunrendszere könnyedén kordában tartja őket. Ha elszaporodnak, és tüneteket okoznak (mondjuk torok- vagy tüdőgyulladást), akkor közbe kell lépni egész addig, míg a baktériumok száma leredukálódik, és a tünetek elmúlnak.

A holisztikus gyógyítás nem elsősorban a betegséget akarja megszüntetni, hanem a szervezet harmóniáját visszaállítani, még akkor is, ha ez nem jár a betegség azonnali elmúlásával. Sokszor ezért kerül konfliktusba a nyugati orvoslással: a tünetek tovább fennmaradnak, azaz tovább beteg az ember, érvel a nyugati orvos; az orvosságok túlzott alkalmazása csak eltussolja a bajt, olykor még rosszabb állapotban hagyva a szervezetet, mint korábban volt, mondják a holisztikus gyógyítók. A szervezetnek a helyes, harmónikus útra való visszavezetése lágy és lassú módszereket igényel, kitartást és eltökéltséget vár el magától a betegtől is. Az eredmény, amennyiben beválik, egy optimális fixpontba került szervezet lesz.

A szellemi gyógyítás számára a test másodlagos, és a szellem, a tudat felől közelít kizárólag. A holisztikus gyógyításnak sokszor része is lehet ez a szemlélet. A betegség a szellem rossz működésének jele, célja és funkciója van az egyén szellemi fejlődésében. Azért a gyógyítás fő célja nem elsősorban a test harmóniájának visszaállítása, hanem a betegségből való tanulás, s a tanulságok levonása után a szellem helyes útra való terelése. Ez még lassabb folyamat, mint a holisztikus módszer, eredménye viszont a szellem, a tudat fejlődése, egy magasabbrendű világszemlélet felé történő elmozdulás kiváltója.

6.2 Létezik-e az unikornis

Könyvünk utolsó fejezetében még egyszer visszatérünk a létezés értelmezéséhez a három szemlélet tükrében. Maga a létezés egy olyan fogalom, amely igen nehezen definiálható, így inkább arról ejtünk szót, hogy minek tulajdonítanak az egyes világszemléletek valódi, reális létet.

A tudomány valójában mindig is ezt a kérdést kutatta. Ha látunk egy folyón átdőlt fát, akkor ugyan gondolhatunk rá úgy, mint hídra, vagy úgy is mint a természetes pusztulás szimbólumára, vagy esetleg valami más módon. De ez akkor is csak egy fa, függetlenül a funkciójától. Hasonlóképpen a fa a szöveteiből összeálló valamilyen együttes; ha éppen az ágai másként lennének vagy vastagabb lenne, akkor is azt mondanánk rá, hogy fa. A fa tehát a szöveteknek csak egy funkcióját jelenti, egy esetleges együttesét, valami kapcsolatát, de mégiscsak a szövetekből áll elő. És mehetünk tovább. A tudomány analitikus gondolkodás szempontjából a részekből áll össze valamilyen módon az egész. A molekulák igazából atomok együttesét jelentik, az atomfizika és a kvantummechanika elvei alapján teljesen megmagyarázható a szerkezetük és minden kémiai tulajdonságuk. A vegyész, ha tehetné, szívesen alkalmazna Schrödinger-egyenleteket a molekulák tulajdonságainak kiderítéséhez, mert az a valódi leírás, a kémia annak csak valamilyen közelítése. Ezért bár kénytelen-kelletlen molekulákkal dolgozunk, de ez csak azért történik, mert eszközeink nem elégségesek. Egyelőre.

Ezen az úton haladva a valódi, reális létezők a Mindenség Elméletének összetevői. Mindenki, aki ennek leszármaztatott elméleteit használja, legjobban tenné, ha a Mindenség Elmélete fizikai létezőinek elméletét használná, ad abszurdum a társadalomtudós is. A Mindenség Elmélete bizonyos szempontból jól helyettesíthető a Standard Modellel, valójában minden ma elvégezhető kísérlet azt mutatja, hogy a Standard Model nagyon pontos leírása a természetnek. Mivel azonban nem áll rendelkezésünkre a megfelelő számítási kapacitás, ezért sajnos nem vagyunk képesek a Standard Modelből kiszámítani a világ többi részének viselkedését. Egyelőre.

Ezen gondolatok alapján a hagyományos tudomány igen puritán létezésfelfogást képvisel: eszerint csak az elemi összetevők a valódi létezők, a felépítményeknek nincs igazi léte, csak provizórikus egységet jelentenek. Ez még az emberre is igaz, amely génjei terméke a tudományos gondolat szerint, azaz nem önálló létező, csak génjei túlélőgépe (Dawkins).

Ez a hagyományos tudományos kép kérdőjeleződött meg, vagy inkább finomodott a legújabb, a XX. század végi fizikájának eredményei alapján. Ezek az elméletek az 1970-es évek óta folyamatosan fejlesztés alatt állnak, és jó pár érdekes és szemléletformáló eredmény született akkoriban. A renormálás elmélete, annak statisztikus fizikai és részecskefizikai alkalmazásai már a 70-es 80-as években elkezdődtek. A számítógépek teljesítményének növekedése a 80-es évektől jelentősen befolyásolta a tudományok fejlődését. Mindez, kissé szimbolikusan, már a XXI. század fizikájának előszele volt, jelenleg számítógépes segítség nélkül a fizika nagyon kevés területén lehet előrehaladni.

A mi számunkra a legfontosabb eredmény mindezen kutatások alapján az a kép, hogy az egyes skálákon a világ gyökeresen más képet mutat, és az ezeket leíró elméletek csak igen közvetett módon állnak kapcsolatban egymással. Vannak olyan skálatartományok, ahol a világ nagyjából egységes képet mutat, úgy tűnik, mintha annak törvényei teljesen általános érvényűek lennének. Ezeket neveztük fixpontoknak. A fixpontokban a világ leírásához releváns fogalmakat használhatunk, a dimanikát a releváns erők hatása adja. Azonban

a világunkban minden fixpont esetén van olyan fogalom, olyan erő, amelyek a skála váltaztatásával felerősödnek, uralkodóvá válnak, és elemi erővel taszítják el a rendszert a fixpontból. Egy bizonyos skálatartományon kívül ezért minden modell használhatatlan lesz, egy másik fixpont elméletével kell helyettesítenünk. A világ egységes és egyszerű képe felbomlott tehát, az egyetlen Mindenség Elmélete helyett a világ számtalan fixpontjával kell foglalkoznunk. Más módon fogalmazva, a valódi Mindenség Elmélete nem csak egy adott skálán releváns fogalmakat foglalja magába, hanem minden elképzelhető és elképzelhetetlen irreleváns fogalmat is.

A hagyományos tudomány létezés-felfogása ezen kép alapján kiterjesztésre szorul. Eszerint minden fogalom ugyanolyan jogú létező, legfeljebb nem releváns egy adott fixpontban. Másik fixpontban azonban még lehet releváns fogalom.

A valódi Mindenség Elmélete a maga végtelen számú irreleváns fogalmával, kölcsönhatásával nem határozható meg, hiszen végtelen számú egymástól független adatot még akkor sem tudnánk meghatározni, ha azok jelentősek lennének, de az irreleváns kölcsönhatások még ráadásul rendkívül gyengék. A világ teljeskörű megismerése tehát lehetetlen.

A tudományos megismerhetőségnek egy alternatív lehetőséget jelent az, hogy ugyan nem tudjuk megismerni a valódi Mindenség Elméletét, de a tudományos fixpontok egy adott skálán nagyon közel állnak hozzá. Ha tehát egyszerűen elhagyjuk az irreleváns fogalmakat, és úgy teszünk, hogy az adott skálán a Mindenség Elmélete a fixpont modell, akkor innen kiindulva mégiscsak meghatározhatók a világ jelenségei. Ez a kép van a fejezet elején megfogalmazott hagyományos megközelítés mögött.

Ez a stratégia időnként működni látszik, azaz a Standard Model, az atommagfizika, atomfizika, molekulafizika, kémia, biokémia úgy tűnik erre a szisztémára épül fel. Ahogy a fejezet elején is említettük, egy óriásmolekula tulajdonságai elvileg következnek a kvantummechanika elveiből.

A stratégia akkor mond csődöt igazából, amikor egy adott skálán több fixpont létezhet. Valójában ha tényleg a Standard Modell elveit használnánk, akkor nem találnánk kémiát, csupán H_2 molekulákból álló gázt. Az elemek, vegyületek kialakulásához nagyon speciális körülményekre van szükség, amelyek irrelevánsak a Standard Modell szempontjából. Ha tehát nem tudnánk a kémiát, akkor a Standard Modellből nem tudnánk azt kitalálni.

Emiatt a világ alulról felfelé történő felépítése nem lehetséges, nem tekinthetünk el az irreleváns fogalmak hatásától. A végtelen sok fixpont mindmind különálló világot képvisel, saját releváns fogalmaival, amelyek az adott fixpontra jellemzők, csak annak a tanulmányozásával deríthetők ki. A tudományos megértés egy-egy fixpont környékére szorul, de minden egyéb fixpont új kihívásokat, és új meglepetéseket okozhat.

A tudományos megismerésnek azonban még egy jó definiált fixpont esetén is lehetnek koráltai. Ha a fixpontban rengeteg különböző releváns fogalom létezik, amelyek fontossága folytonosan csökkenő sort alkot, ott a tudomány rendszeres és kitartó módszerei csődöt mondanak. Nem lehetséges minden releváns fogalmat felderíteni, azok nem is jól definiáltak. A tudomány még itt is képes lehet arra, hogy a legfontosabb releváns fogalmakat és erőket beazonosítsa,

mint például a pszichológia, a gazdaságtudomány vagy éppen a Föld klímáját leíró tudomány területén. Habár a tudományos fogalmakkal jópár jelenség magyarázható, mindig akadnak olyan jelenségek, amelyeket kivételt képeznek. Az egyre mélyebb és mélyebb kutatások ilyenkor egyre több és több, egyre kevésbé releváns, egyre ad hoc-abb fogalmat tárnak fel. Ezek ugyan beépíthetők a modellbe, de nem használnak feltétlenül sokat, mert rengeteg hasonló relevanciájú fogalmat elhagytunk. Vannak olyan területek is, ahol még a legrelevánsabb fogalmak meghatározása is nehézségekbe ütközik, például a képfelismerés esetében. Itt a tudományos modellalkotás csődöt mond.

Ezekben a helyzetekben a természet más utat talált: a kristálytiszta megértés helyett a látás képességét fejlesztette ki. Ahelyett, hogy pontosan definiált fogalmakkal operálna, dinamikus fogalmi keretet használ, ahova nagyon sok fogalom belefér. A fogalmak maguktól alakulnak, a rendszer folyamatos visszajelzései alapján finomodnak, míg végül elő nem áll magától egy olyan fogalmi háló, amely a valóságot jól képzi le. Ekkor ugyan nincsenek pontos fogalmaink, de azok bármikor tovább finomíthatók, azaz tanulhatunk a rendszerről új dolgokat. A természetben nem a tudományos, hanem az intelligens hozzáállás valósult meg éppen ezért, az élővilág résztvevői (általánosított értelemben) látnak a környezetükben. Technikailag mindez az evolúció módszerével valósulhat meg, ahol az intelligens lény eredetileg semmit nem tud arról, amit meg kell ismernie, ezért véletlenszerűen kezd fogalmakat definiálni. Azonban képes arra, hogy a külvilág visszajelzéseit jól hasznosítsa, és hasznos foglami hálót alakítson ki. Az evolúció, a fogalmak dinamikus alakítása lehet a biológiai evolúció, és lehet az élőlények fejében megtörténő tanulás. Bármely fogalmi keret tartalmaz lyukakat, ezért az intelligens lény téved olykor. De képes úgy alakítani a fogalmakat, hogy a tévedés egyre ritkább legyen.

Az intelligencia révén létrejött releváns fogalmakat nem lehet "érteni", mert azok nem következnek semmiből. Az adott fixpontban azok a releváns fogalmak és kész. Azokkal viszont látni lehet, és azok segítségével feltérképezhetjük az adott fixpontot. Tulajdonképpen amikor egy tudós egy ismeretlen területre téved, és elméletet akar létrehozni, akkor is ezt az intelligenciáját használja. Feltérképezi a releváns fogalmakat, a releváns erőket, azokat újra és újra elemezi, kiszámítja a következményüket, végül elégedetten hátradőlhet, hogy "érti" a világot, vagy legalábbis az adott fixpontot. Ha nagyon sok a releváns fogalom, akkor az utolsó lépés elmarad: nem lehet modellt alkotni, mert nem lehet a releváns fogalmak viszonyát olyan pontosan kimérni, hogy matematikailag működő elméletünk legyen. Ott megmaradunk a hátradőlésnél, azzal az érzéssel, hogy most már *látjuk*, mi is folyik itt valójában.

Hogy az emberi agy, de akár maga a természet milyen trükköket alkalmaz ahhoz, hogy a releváns fogalmakat megtalálja, még nem tudjuk. Az agy működésében ez az igazi titok. Mikor, hogyan módosul egy szinapszis, milyen stratégiával alakul az agy belső szerkezete, hogy végülis mintegy "véletlenül" rátalál a világ releváns fogalmaira. Milyen genetikus struktúrák vezérlik a látást, a memóriát, a logikus gondolkodást. Mik az agy különböző szintjeinek releváns fogalmai.

Az emberi agy nem áll le a külvilág jelenségeiről fogalmakat alkotni, hanem a

belső világot is látván arról is fogalmakat alkot. A fogalmak egymásra épülnek, egymásba gabalyodnak, míg végül kialakul egy új releváns fogalom: a tudat. A tudat önmagukat definiáló fogalmakkal rendelkezhet, végtelen bonyolultságú rendszer lehet. Képe lehet önmagáról is emiatt, kialakíthat olyan fogalmakat, amelyek az élő világ számára kevéssé relevánsak, máshol viszont nagyon jól alkalmazhatók, például a matematikát vagy a fizikát. Az agy különböző fixpontokban lehet, amelyek különböző fogalmi hálókat testesítenek meg. Egy fixpont egy-egy világképnek felel meg, a saját releváns fogalomkészletével. A fixpontokból nehéz kilépni, ahhoz egy veszélyesen releváns erő hatása kell. De olykor megtörténik ez, ekkor katarzist élünk át, aminek eredménye egy olyan világkép kialakulása, amelyben már másként látunk; nem is tudunk úgy látni mint régen. A katarzis eredménye lehet szélső esetben őrület, más szélső esetben lehet a megvilágosodás.

Az agy a maga végtelen fogalmi rendszerével elvben talán alkalmas lehet *bármilyen* fogalmi rendszer megismerésére. Lehet, hogy ebben a saját fogalomalkotó stratégiái akadályozzák. Akárhogy is van, előbb utóbb ki kell lépnünk abból a fogalmi hálóból, amely az élő környezetünk megismerésére alakult ki bennünk. A logika és a tudományok egy ilyen kilépési irány, amely a mikroszkopikus, kevés releváns fogalommal rendelkező rendszerek igen pontos leírásához vezetett. A tudomány világában használhatatlanok a mindennapi élethez igazodó, szavainkkal, kifejezéseinkkel megragadható fogalmak, helyettük viszont ott a matematika nyelve, a nyelv, amin nem lehet hazudni. A tudatfeletti világ megismerése a másik kilépési irány. A szavaink itt sem érnek fabatkát sem, bármilyen mondat, amivel ennek a világnak a jelenségeit, fogalmait akarjuk megközelíteni, hamis. De ehhez a világhoz meg nem nőttünk fel eléggé, nincsen nyelv, amin megszólíthatjuk azt, nics olyan kikövezett út, amely a megvilágosodáshoz vezet. Ki tudja, van-e ilyen, és ha van, mindenki számára járható vagy járandó utat képvisel-e...

A könyv címéhez visszatérve: létezik-e az unikornis? Természetesen. És nemhogy csak létezik, de releváns fogalom is. Ennek a könyvnek például ő volt a főszereplője.

A Kiegészítések

Próbáljuk kiszámítani, az árnyékolás hatására hogyan változik a lámpa fényessége. Jelöljük a lámpa abszolút fényességét, azaz az izzó által kibocsátott fényenergiát F_0-lal, és $F(r)$ legyen az abszolút fényesség r távolságban. Legyen n a rovarok sűrűsége, σ egy rovar árnyékoló felülete. Egy a vastagságú gömbhéj felülete $4\pi r^2$, térfogata $4\pi r^2 a$, az ott tartózkodó rovarok száma $4\pi r^2 an$, a kitakart felület tehát $4\pi r^2 an\sigma$ (feltételezhetjük, hogy a rovarok nem fedik egymást, ha a gömbhéj vastagsága elég kicsi). Az fényesség csökkenésének aránya megegyezik a kitakart felület arányával:

$$\frac{F(r+a)-F(r)}{F(r)} = -\frac{4\pi r^2 an\sigma}{4\pi r^2} = -an\sigma.$$

Ebből azt kapjuk, hogy

$$F(r+a) = (1-an\sigma)F(r).$$

A fényesség minden a távolságon ugyanannyit csökken; ha $r = \ell a$ távolságra nézünk, akkor

$$F(\ell a) = (1-an\sigma)^\ell F_0.$$

Ha most a-t minden határon túl csökkentjük úgy, hogy $r = \ell a$ állandó maradjon, akkor exponenciális csökkenést kapunk

$$F(r) = e^{-\sigma n r} F_0.$$

Ugyanez a formula érvényes a fény légkörön való áthaladása során történő veszteségére. Mivel a kék fényre a levegő molekuláinak effektív felülete nagyobb, ezért a kék fény erőssége jobban csökken. A lenyugvó nap színében a kék kisebb súly képvisel, ezért a színe vöröses. Amikor az égre nézünk, azt a fény látjuk, amely a direkt napfényből kiszóródott: ezért kék az ég színe.

$$\frac{dF}{F} = \frac{\sigma n r^2 \pi dr}{r^2 \pi},$$

ahol σ egy rovar által leárnyékolt felület. Innen kapjuk, hogy a teljes fényenergia csökkenése

$$\frac{dF}{dr} = \sigma n F.$$

A legérdekesebb akkor lesz a dolog, ha a rovarok jobban szeretnek ott tartózkodni, ahol nagyobb a fényesség. A teljes fényenergia szétoszlik a felületen, azaz a fényesség F/r^2, leygen ezzel arányos a rovarok sűrűsége, azaz

$$n = \kappa \frac{F}{r^2} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{dF}{dr} = \sigma\kappa \frac{F^2}{r^2}.$$

Ennek megoldása

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{F_0} = \sigma\kappa\left[-\frac{1}{r} + \frac{1}{r_0}\right] \qquad \Rightarrow \qquad F = \frac{F_0}{1-\sigma\kappa F_0\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{r_0}\right)}.$$

Ez a megoldás úgy van megadva, hogy r_0 távolságon mérve a teljes fényenergia F_0. A rovarok nem árnyékolják le teljesen a fényforrást, még végtelen messziről is látható. Ugyanakkor furcsa dolog történik, ha közeledünk a fényforráshoz, mert

$$r = \frac{r_0}{1 - r_0/(\sigma\kappa F_0)}$$

távolságban a teljes fényenergiának végtelennek kell lennie! Ez egy valódi rendszerben nyilván azt jelenti, hogy ez a távolság már kívül esik a modellünk érvényességi tartományán.