

# CSÁNYI VILMOS

KÍVÁNC SISÁGOM

TÖRTÉNETE

**Csányi Vilmos**

**KÍVÁNCISISÁGOM TÖRTÉNETE**

**Open Books**

2021

## Bevezető

Egy lezárulóban lévő életpálya végén az ember hajlamos visszatekinteni, és újra átgondolni a pálya jelentősebb állomásait. Lehet, hogy az ezzel kapcsolatos gondolatok másokat is érdekelnek. Tizenhét történetet csatoltam egybe, részben személyes élményekkel, részben az adott időszak tudományos kérdéseiről szóló gondolatokkal. Sok minden ismerős lehet tehát az olvasónak, de talán új szempontok szerint. Ne önéletrajzot várjon az olvasó, azt a műfajt nem kedvelem. Inkább valamiféle elme-fejlődéstörténetet, amelynek egyes állomásait igyekszem körülhatárolni. Minden fejezet külön történet.

Az első ötben nagyjából időrendben követem a tudományos életpályámat: baktériumok, molekuláris biológia, halak, kutyák az egyes állomások. Vegyészként kezdtem a biológusi pályát, biokémiával, amiben jelentős szerepe van a vegyészetnek. A baktériumokkal való ismerkedés azonban mikrobiológiát is hozott, a molekuláris biológia szintén erős kémiai ismereteket igényelt, de egyben megnyitotta az utat az öröklődés, az evolúció, a fajok viselkedése, az élet keletkezése témái felé, ezekhez szükséges a biológia alapos ismerete. „Magánúton” tanultam, mindig azt, ami nélkül nem halad a kísérleti munka. Az igazi biológiát a halak hozták, a halak viselkedése és az éppen akkor induló etológia érdekes világa. A halakkal jó viszonyban voltam, mert ifjúkoromban sokféle díszhalat tenyésztettem, a díszhaltenyésztéshez számos biológiai ismeret szükséges, élettan, anatómia, ökológia – ezek alapozták meg számomra a biológiát. A sor végén a kutyák pedig az ember felé is nyitnak, meglátják majd a történetekből. Az első öt történet élőlényekről, egyre bonyolultabbakról és kísérletekről szól.

A hatodik történetben az állati intelligencia és gondolkodás kérdéseit járom körül. Pályám során ezekről a kérdésekről változott leginkább a tudomány véleménye, és talán valamennyire mi is

hozzájárultunk a változáshoz. Nekem a legfontosabb problémának tűnt ez a kérdés.

A hetedik, nyolcadik, kilencedik történet az evolúcióról szól. Az ember fejlődését, kultúráinak kialakulását, ami a következőkben érdekelt, az evolúciós gondolat nélkül nem lehet megérteni, de az állati intelligencia megjelenését sem.

A tizedik, tizenegyedik, tizenkettedik, tizenharmadik történet az emberről szól, kialakulásáról, közösségeiről, hiedelmeiről, biológiai és kulturális meghatározottságairól.

A tizennegyedik írást a tudománynak szenteltem, átfogta egész életemet, illő, hogy kritikus szemmel vizsgáljam.

A tizenötödik fejezet három különleges írásról szól, amelyek nem a természettudomány területén születtek, de alapvetően befolyásolták a gondolkodásomat.

A tizenhatodik az emberiség pillanatnyi helyzetét és azokat a tényezőket vázolja, amelyek további sorsát befolyásolják. Személyes elképzeléseimet gyűjtöttem egybe.

Végül az utolsó, tizenhetedik történet rólam és a világról szól, arról, hogy nem csak tudománnyal lehet az emberi jelenséget megközelíteni.

Balatonalmádi, 2021  
*Csányi Vilmos*

## 1. A kémia csodavilága

Hetedikes-nyolcadikos koromban pillantottam meg életemben először a „kémia csodavilágát” Hermann Römpp könyvében. Apámtól kaptam ezt a zseniális népszerűsítő könyvet, tele izgalmas kísérletekkel, részletes receptekkel. Akkoriban még sokféle vegyszerbolt működött Budapesten, hamar sikerült beszereznem a szükséges egyszerű eszközöket, kemikáliákat, amit nem, azzal szolgált az általános iskola szertára, amelynek én voltam a szertáros, és Éles Margit tanárnő engedélyével egy-egy vegyszerhez, ha hiányzott, hozzájutottam. Éles tanárnő az egyik legemlékezetesebb tanárom volt, élvezetes kémiát tanított, amely engem elbűvölt. Hajlandó volt hétvégeken egy-egy órára engem külön is fogadni, és a kémiáról beszélgettünk. Megismertem Bohr atomelméletét, amelynek leegyszerűsített változata elegáns magyarázatokat adott a kémiai reakciók lefolyására. A Römpp-könyvből pedig számos látványos kísérletről lehetett olvasni, és én igyekeztem ezeket otthon végrehajtani. Szoba-konyhás lakásunk volt egy emeletes házban, és a szobaablak párkánya a folyosón szolgált laboratóriumként. Nekem általában mindent szabad volt csinálnom, szülői beavatkozás, ha jól emlékszem, csak két kísérletet követett, az egyiknél a könyvben leírt rakétát reprodukáltam, és a lépcsőházban indítottam el. Túlságosan nagyot szólt, éppen húsvétvasárnap délben, az egész ház összeszaladt, és a lakók rosszindulatú megjegyzéseket tettek. Azután a fém nátriummal futó kis papírhajóim a nagy lavórban eleinte tetszést váltottak ki, de amikor az egyik felrobbant, és égő, nagy nátriumdarabok lyukasztották ki a konyhaszekrény polcát, a lelkesedés jelentősen mérséklődött.

Persze nem minden kísérlet borította fel a ház és a család megszokott rendjét, kis laboratóriumomban gázok, gőzök fejlődtek, színtelen oldatokból színes csapadék vált ki, és ami a legfontosabb

volt számomra, hogy ezeket a jelenségeket a kémiai képletek és reakcióegyenletek segítségével magyarázni lehetett. Az atomok, ionok, a különböző kémiai kötések akkor mindent érthetővé tettek, és azt gondoltam, hogy a világ megismeréséhez elegendő a kémia. Kémia pedig sok volt, nemcsak Römpp és az iskolai tanulmányok, hanem lexikonok, kémiai szakkönyvek. Egy jó barátoméknak megvolt a tizenkilenc kötetes Révai-lexikon, amelyben számos kémiáról szóló cikk volt, én egyenként elkértem a köteteket, és minden kémiai cikket elolvastam belőlük. Elég soká tartott, de megérte. Sok mindent megtudtam a kémia fejlődéséről.

A középkori alkímisták nem használtak kémiai egyenleteket, nem ismerték az atomelméletet, de már kevergették, hevítették az anyagokat, oldatokat készítettek, és figyelték a reakciókat. Az alkímia legfontosabb koncepciója a *recept* volt. Ha hozzájutottál egy jó recepthez, akkor csodálatos jelenségeket lehetett előidézni. A recept megvalósítása a laboratóriumban a *kísérlet*, az alkímista megkísérelte pontosan követni az utasításokat, és ha ügyes volt, a recept meg pontos, akkor a várt jelenségek bekövetkeztek. Legalábbis elméletben. A gyakorlat sokkal bizonytalanabb. Miután képletek, vegyszerboltok, tisztított, kristályosított vegyszerek nem léteztek, nagyon bizonytalan volt a recept utasításainak követése. A gyakorlati bizonytalanság az elméletekben is kifejeződött. Azt gyanították, hogy minden átalakítható valamivé, minden előállítható valamiből, csak a megfelelően pontos recept szükséges hozzá. Ha sikerül a kísérlet, és a recept pontos, akár aranyat is előállíthatunk sokkal olcsóbb kiindulási anyagokból. Ez a gondolat uralta sokáig az alkímiát. Aranyat, pénzt a kísérletekből! Nem sikerült, ma már pontosan tudjuk, miért. Bár azt kell mondanom, az elmélet tulajdonképpen jó volt. Protonokat, elektronokat, neutronokat bármiben lehet találni, és ezekből bármi előállítható, csak sok arany (pénz) kellene hozzá, ezért nem éri meg. Meg túlságosan komplex az odavezető út.

Az alkímiából mára is megmaradt a recept és a kísérlet hasznos fogalma. A recepten nemcsak egy leírást értünk, hanem sokszor modelleket, tudományos elméleteket, amelyeket szeretnénk kísérletekkel igazolni vagy elvetni. Ma nem használjuk például akasztott ember kötelét a kísérletekhez, ha mégis, akkor pontosan

tudnunk kell, hogy férfi vagy nő az akasztott, milyen életkorú, pontosan mikor történt az akasztás, kenderből volt a köté, vagy valami vacak műanyagból, s akkor melyikből és mekkora darabot, milligrammra pontosan, kell használnunk a kívánt hatás eléréséhez, szóval minden precízebb és komplikáltabb lett.

Később sokat gondolkodtam azon, hogy az alkímia egy egyszerű elméletet használt az anyagok átalakulásáról, amit az akkori eszközökkel, receptekkel, kísérletekkel nem sikerült bizonyítani, de sokféle kémiai ismerethez vezetett. És az elmélet magja tulajdonképpen ma is érvényes, a radioaktivitás, az elemek felfedezése, az atomszerkezetek leírása ma is alapot adhat rá, mégis naivnak gondoljuk. Későbbi tanulmányaimban többször felbukkant, hogy kutatók jobban hittek az elméleteikben, mint a gyakorlati igazolásokban. És ha a kísérletek az elmélet ellen szóltak, inkább a kísérleteket ítélték rossznak, mint az elméletet. Ez legtöbbször hamisításokhoz vezetett, csak egy-két esetben bizonyult helyesnek.

Ezért a mai kutató legfontosabb vezérelve, hogy bár elmélet sokféle adódik, csak azt fogadja el, amit gyakorlattal, tehát kísérletekkel igazolni lehet. A kísérlet fontos, az elmélet (a recept) eldobható. Sokszor lepleznek le csalásokat, és sohasem az elméletekkel van baj, mindig a kísérletekkel. Mendel kísérleteiről valószínűleg mindenki tanult vagy olvasott. Sikeresen vizsgálta a borsónövény hét különböző tulajdonságát, a borsószemek, a virágok színe, a szemek simasága, színe és hasonló jellegek viselkedését különböző keresztezésekben. Sárga és zöld színű borsóval végzett keresztezési kísérleteiben kimutatta, hogy az első (F1) generáció borsószemei látszólag csak az egyik szülő színét öröklik, a sárgát, a második generációban (F2) a szín „hasad”, és 3:1 arányban jelennek meg az eredeti színek. A sárga szín az utódok egy részében elfedi a zöldet. Ezt a jelenséget magyarázzák a Mendel-törvények. Mendel születésének százötvenedik évfordulóján a sok ünneplést egy aprócska cikk zavarta meg. Egy holland statisztikus átvizsgálta Mendel kísérleti adatait, és azt a furcsa dolgot tapasztalta, hogy a kísérleteiben a jellegek 3:1 aránya egészen pontosan kijött, pedig a keresztezések eredményeként létrejött növény tulajdonságai eloszlásának szabályosan „szórnia” kellett

volna, egyik kísérletben picit erre, másikban picit arra kéne hogy eltérjen a pontos értékektől. A magyarázatot is megtalálta. Ha ma reprodukálnák Mendel kísérleteit, akkor az F2 generáció esetében vennének, mondjuk, száz vagy ezer borsószemet, és megszámoznák, mennyi bennük a zöld és mennyi a sárga, akkor megkapnánk a két szín közel 3:1 arányú eloszlását, persze statisztikai hibahatárokon belül, nem pontosan. Mendel nem így számolt, biztos volt abban, hogy elmélete igaz, és a keresztezés után kapott növények termését addig számolta, amíg pontosan ki nem jött a szerinte kívánatos arány, tehát, mondjuk, nyolcszáznegyvenhét szemnél az arány hirtelen pontos lett, ezernél már „elromlott”, mert beugrott a statisztikai hiba, és kisebb számnál is eltérőnek bizonyult. Mendel annyira bízott az arányokban, hogy a kísérleteit nem egységes mag számmal számolta, hanem azokkal a számokkal, amelyek a tökéletes eloszlást hozták, és ezeket közölte. Ezt a kicsi csalást, a statisztika ismeretének hiányát, a világ mosolyogva megbocsátotta Mendelnek, hiszen az elmélete valóban helyes volt. Manapság nagyobb disznóságokat is elkövetnek.

Amikor a biokémikusok már elhitték, hogy a biológiai fehérjeszintézis úgy történik, hogy egy DNS-ről másolt RNS-szálon, amit messengernek, hírvivőnek neveztek, egyszer csak összeállnak az aminosavak egy polipeptidlánccá. A hírvivő RNS szabja meg, hogy pontosan milyen sorrendben. Az mRNS-t még nem tudták előállítani, létezéséről csak közvetett bizonyítékok szóltak. Valamikor a hatvanas évek végén megjelent két fiatal kutató dupla cikke a vezető molekuláris biológiai folyóiratban, amely arról szólt, hogy egy ismert antibiotikum, a bacitracin A, amely csak tizenegy aminosavat tartalmazó polipeptid, messenger RNS-ét sikerült izolálni, és a szerkezetét is meghatározták. Az RNS-szerkezetben a bacitracin aminosavainak megfelelő hármas kódokba rendeződött nukleotidokat találtak a szerzők, a kódokat akkor már egyéb munkákból ismerték. Mindenki boldogan olvasta a cikket, milyen ügyes fiúk, megtalálták a legrövidebb polipeptid keletkezését szervező RNS-t, amit az akkor rendelkezésre álló eszközökkel is analizálni lehetett. A váratlan fordulat az volt, hogy csaknem ugyanebben a hónapban megjelent egy hosszú cikk a legjelentősebb bakteriológiai folyóiratban, amelyből kiderült, hogy a



bacitracin A polipeptid nem a fehérjékre jellemző módon keletkezik, hanem egyedi, komplex biokémiai reakciókkal, semmi köze az RNS-ekhez. A cikk szerzőjének, aki idős elismert kutató, ez húszéves munkája eredménye volt. Kitört a botrány, a két fiattól követelték a részleteket, a kísérleti jegyzőkönyveket. A vizsgálat során kiderült, hogy nem voltak kísérletek, az ismert nukleotidkódok alapján kitaláltak a bacitracinnak egy RNS-t, és szépen leírták. Ha nem jelenik meg a másik cikk, akkor valószínűleg sok évig nem derül ki a család, mert az ötlet, hogy az aminosavláncokat RNS-ek közreműködésével szintetizálják a sejtek, már megvolt, csak éppen nem érvényes minden polipeptidre. Senki ne keverje a tudományt az etikával, ez utóbbi sokszor hiányzik, és komoly problémákhoz vezethet.

Mindenesetre az elmélet és a gyakorlat viszonyának kérdései egész pályámon elkísértek. Thomas Kuhn szerint minden természettudomány életében vannak szakaszok, amikor az elméletek kijelölik, hogy mit érdemes és mit szabad kutatni, a kérdések adottak. Szorgalmas kísérleti munkával lehet előrejutni, azután jön valaki, és felrúgja az egészet, teljesen új kérdéseket tesz fel, amelyekre a válaszokat csak új módszerekkel, új elméletekkel lehet megadni, ezek a tudományos forradalmak. Egy ilyenben egészen kicsi szereplőként alkalmam volt részt venni, de erről majd később.

Az általános iskola után vegyipari technikum, majd az ELTE kutatóvegyész szaka következett, és az első egyetemi évekig a csodavilág folytatódott, csak szélesebb perspektívával. Később a csodák mérséklődtek, és hangsúly az analitikára, a szerves kémiára, fizikokémiára terelődött, ezeken a területeken nem csodálkozni kell, hanem nagyon precízen, tisztán, elegánsan dolgozni. Eredményeket csak ilyen munkával lehet elérni, és az ember rájön, hogy a népszerű cikkekben, könyvekben leírt csodás kísérletek mögött mennyi szorgalmas munka áll.

Azért én még egyszer elcsodálkoztam. Az egyik oktatóm fehérjeanalízissel foglalkozott. A pepszin fehérjemolekula aminosavsorrendjének a meghatározásában reménykedett. Több mint háromszáz aminosavból áll a pepszin fehérjelánca, és az akkori technikák eléggé reménytelennek mutatták a feladatot, ráadásul egy

fehérje tulajdonságai nemcsak az aminosavak sorrendjétől, hanem a lánc csavarodási módjától is függenek, amit akkor szintén nem tudtak meghatározni, de elmélkedni lehetett róluk, és az oktató hosszan mesélt a szerinte távoli, száz év múlva elkövetkező jövő lehetséges csodáiról. Mindketten megértük, aránylag hamar, hogy ezek a csodák bekövetkezzenek, elég volt húsz-harminc év.

Az egyetemet befejezve egy gyógyszergyár szerves laboratóriumában kaptam állást. Itt nem történtek csodák. Siker és pénz uralta a kémikusok viselkedését, rájöttem, hogy a kémia csodavilágának sötét bugyrai is vannak. Kemény fegyelem uralkodott, és mindenkitől elvárták, hogy a szükséges felszerelést a roppant bonyolult gyári bürokráciától, a szükséges tudást megahonnan tudja, megszerezze, és eredményesen dolgozzon. Segítség ehhez nem járt, mert a munka eredményéért jól fizettek, és mindenki versenyzett. Az idősebb kutatók kaptak egy képletet, ezt a vegyületet kell előállítani, magas kitermeléssel. A képlettel beültek a könyvtárba, és a szerves kémiai reakciókkal foglalkozó kézikönyvekből igyekeztek vázolni valamilyen megvalósítható szintézist, rendszerint húsz-harminc változatot. Ügyes kémikus már az ötödik-hatodik elképzelést képes a laboratóriumban reprodukálni, és ha a kitermelés is megfelelő, már csak a nagybani gyártást kellett kitalálni. Kérdezgettem kémikus barátaimat, hogy mostanában, vagy húsz éve, hogyan megy ez. Azt válaszolták, hogy komputerprogramokkal könnyen megkapják azt a négy-öt lehetséges reakcióutat, ami nagy valószínűséggel sikerre vezet. Tehát a kémia végleg bevonul a számítógépekbe.

Nem az én világom volt. Akkoriban komoly díszhaltenyészetem volt, és ha egy vegyész állatokkal kerül közvetlen kapcsolatba, természetes, hogy vonzódni kezd a biokémiához. Milyen kémiai folyamatok szükségesek ahhoz, hogy egy hal megéljen a vízben, miért olyan fontos nekik a víz pH-ja, miért árt számos trópusi fajnak a kalciumsó, sokféle praktikus kérdés adódott, amelyekre csak biokémiai válaszok lehettek. Egy barátomtól azt a téves hírt hallottam, hogy az Orvosegyetem Orvosi Vegytani Intézetében megüresedett egy állás, jelentkeztem. Straub F. Brunó, a tanszékvezető fogadott, és felvett. Hirtelen biokémikus lehettem, azzal a feltétellel, ha hajlandó vagyok naponta tíz órát olvasni, és

másik tízet a laboratóriumban dolgozni. Viszont kedves kollégák közé kerültem, akik mindenben segítettek.

## 2. Baktériumok lombikban

Számomra a biokémia baktériumok vizsgálatát jelentette az Orvosi Vegytani Intézetben. Krámer Miklós lett a főnököm, ő a *Bacillus cereus* nevű talajbaktériumon a penicillinrezisztenciát tanulmányozta, ebbe a munkába kapcsolódtam be. Remek, kulturált, kedves és megértő környezetbe kerültem, ahol nemcsak a tudományról volt szó, arról mindig, hanem könyvekről, színházról, politikáról is. És bolondozni is lehetett. Egyszer feltaláltuk a „molekuglit”: a tanszéki kémia-előadásokon bemutatott molekulamodelleket szétszedtük atomokra, rugalmas műanyag golyókra, és ha az ember a labor végén felállított hat centrifugacsövet megfelelő elrendezésben, már indulhatott is a mérkőzés, természetesen mindig megvártuk a késő délutánt, amikor a tanszékvezető Straub F. Brunó már eltávozott.

Egyik kollégám a kezembe nyomta David Perlman 1960-as mikrobiológia-könyvét, benne a legfontosabb tudnivalókkal:

- a mikrobának mindig igaza van, a barátod és egy érzékeny partner;
- nincsenek ostoba mikrobák;
- a mikrobák képesek bármit megcsinálni, és meg is csinálják;
- a mikrobák furfangosabbak, bölcsebbek és sokkal energikusabbak, mint a kémikusok és mérnökök; és
- ha gondját viseled mikroba barátaidnak, ők gondoskodnak a jövődről.

Ez pontosan így is volt a gyakorlatban. Persze a mikrobák nem írnak vastag könyveket, míg a mikrobiológusok igen. Sokat olvastam, és varázslatos világba csöppentem. Mikrobák mindenütt. A kefirben, a sajtban, a borban, a magára hagyott húslevesben. A talajban roppant összetett mikrobiota él, ami nélkül nem lennének

növények, erdők, de mikrobák vannak az ember bőrén és az emésztőrendszerében is, szám szerint többen, mint ahány emberi sejtből áll a testünk, és nélkülük se találnánk helyünket a világban. Különös mikrobákat fedeznek fel. A legizgalmasabb számomra a *Deinococcus radiodurans*, amely bírja az űrbéli tartózkodást, és a radioaktivitást is elég jól tolerálja. Találtak sótűrő, hőtűrő, hetvenkilencven fokon megélő baktériumokat is. A legkülönösebbeket, a ragadozóbaktériumokat, pedig mintegy húsz éve fedezték fel, ilyen például a *Bdellovibrio bacteriovorus* gyorsan mozgó baktérium, ami behatol más baktériumok testébe, belülről felfalja őket. Amikor jóllakott, osztódik, és kitör az elpusztított gazdatestből. Sok hasonló fajt fedeztek fel. Mostanában azt vizsgálják, hogyan lehet őket az emberi testbe jutott káros baktériumok ellen használni. Egereken és a *Danio rerio* nevű akváriumi és laboratóriumi halon nagyon biztatók a kísérletek. Kiderült, hogy az ember bélrendszerében is mindig jelen vannak, valószínűleg a bélflóra egyensúlyának fenntartásában lehet szerepük, nem engednek más fajokat túlszaporodni.

Ha az ember mikrobákkal foglalkozik egy ideig, teljesen megváltozik a világképe. Mikrobiológiai ismeretek nélkül mindenki azt gondolja, hogy a világ növényekből, állatokból és emberekből meg gépekből áll, eltekintve a néha előforduló láthatatlan apró valamiktől, amik fertőző betegségeket okozhatnak, de ezeket ritka véletlenszerű eseményeknek tartjuk, azt gondolhatjuk, hogy a láthatatlan valamik is ritkák.

A világ nem ilyen. A legkülönfélébb baktériumok nemcsak léteznek valahol, hanem tele van szórva velük a talaj, a levegő, a természetes vizek, a tárgyak, az élelmiszerek, a kezünk, az ágyunk, mi magunk is. Sok található belőlük. Láttam egy elektronmikroszkóposfelvételsorozatot a leggyakrabban előforduló tárgyról, egy szelet hús, kenyér, a tányér széle, mind tele volt a baktériumok apró kis pálcikáival vagy pirinyó gömböcskéivel. Baktériumok között élünk, és nem is tudunk róla. Az emberi kultúrák fejlődésének kezdetén már rájöttek arra, hogy valamiért a táplálékul szolgáló hús vagy a gyümölcsök megromlanak, ehetetlenek lesznek. Védekezni úgy lehet, ha gyorsan mindent megeszünk frissen. Ez nem a legjobb taktika, mert másnapra nagyon éhesek leszünk megint, kitalálták tehát, hogy a tűző napon megszáritott ételek nem romlanak gyorsan,

még a szárított húst is el lehet tenni néhány hétig, rágós lesz, de ehető, ha nem is olyan finom, mint a nyers. Amikor a tüzet megszelídítették, a legfontosabb felhasználása a sütés, főzés lehetett, ma már tudjuk, hogy a *Homo erectus* is használt tüzet, és valószínűleg főzött is. A főtt, sült ételeknek az íze is kellemesebb, és könnyebben emészthetők, de a sütés a fogyaszthatóság időtartalmát is növeli, no meg tűzön gyorsabban lehet szárítani, sőt a füsttel kezelt húsok tartósak maradnak, és az ízük is finomabb. Vagyis az ember korán elkezdett hadakozni a láthatatlan világgal. Az emberi elmének különös tulajdonsága, hogy ismeretlen veszedelmekkel is képes szembeszállni, mert jó megfigyelő, és a megfigyelései alapján képes az eseményeket saját hasznára módosítani, amihez nem szükséges, hogy pontosan értse, mi miért történik. Ez a képesség a tudományos kutatókban is sikerrel működik. A nagy felfedezések nem abból születnek, hogy magunkba mélyedünk, elgondolkodunk és kitaláljuk, hanem abból, hogy megfigyelünk valamit, gondolkodunk, következtetünk, a legtöbb esetben rosszul, változtatunk, megint figyelünk és gondolkodunk, és ennek a ciklikus viselkedésnek, kutatásnak is hívhatjuk, az eredménye lehet valamiféle bizonyítható találmány.

Szóval a mikrobiológia nagyon érdekes része a világnak, de egyszerre nem lehet mindegyik baktériummal foglalkozni, és a kutatók szépen kiporciózzák egymásnak az érdekesebbeket. Nekünk a *Bacillus cereus* nevű talajmikroba jutott, amolyan laboratóriumi fehér egérként, rajta kellett összes mikrobaszennvedélyünket kiélnünk.

Szeretném megjegyezni, hogy persze semmi sem igaz teljesen, mert vannak mikrobiológusok, akik éppen hogy sokféle mikrobával, bacilusokkal, gombákkal egyszerre foglalkoznak. Már régen kiderült, hogy néhány finom dolog, például a balzsamecet előállítása, amely minden olasz termesztőnél egyedi ízeket produkál, az nem egyszerűen az ecetgyártásról szól. Ha az ember vesz egy halom bükkfaforgácsot, az ecettermelők kedvenc alomját, és átcsurgat rajta lassan valamiféle bort, akkor meglehetősen bűdös, maró, keserű ecetsavat kap a végén, ami semmire se használható, illetve ki lehet belőle nyerni az ecetsavat, ami egy kémiai termék. A balzsamecet viszont kellemes, lágy ízkavalkád. Ugy lehet ilyet is előállítani, hogy

néhány száz évig csurgat az ember jó bort a családi bükkforgácsra, és várja, miként finomodik az ecet, lehet, hogy már néhány évtized múlva. Sokáig tart. A siker úgy érhető el gyorsan, ha szerzünk fél köbméter bükkforgácsot egy modenai termelőtől, (nem adnak), és azzal indítjuk a saját termelést. A modenaiak bükkforgácsán nem egyetlen mikroba alakítja át a bort ecetté, hanem több száz vagy akár ezer különböző faj, amelyek nemcsak az alkohol átalakítását végzik, hanem termelik a különleges ízanyagokat, amiért a balzsamecetet szeretjük. A különböző fajok nagyon eltérő arányban vesznek ebben a folyamatban részt, különleges ökoszisztémát alkotnak, ami meglehetősen állandó, de a semmiből egy csapásra nem lehet létrehozni. Fenntartani lehet, de csak a maga lassú módján keletkezik, éppen úgy, mint a többi, magasabb rendűeket is magába foglaló ökoszisztéma. A finom sajtokat is hasonló mikrobiális ökoszisztémák állítják elő. Híres eset, amikor egy amerikai cég megvásárolta egy francia sajt gyártásának jogát, megkapták azokat a mikrobákat, amelyekről a gyártó úgy gondolta, a legfontosabbak, de Amerikában valami sajtra alig hasonlító bűdös kutyulék keletkezett, pedig minden gyártási előírást pontosan betartottak. Hosszas huzavona után az amerikaiak megvették az egész gyárat, kicsi üzem volt, lebontották, és minden tégláját Amerikába szállították, ahol újra felépítették. És a francia téglából épült gyárban sikerült francia sajtot érlelni. Mikrobák vannak mindenütt, a gyár épülete is tartalmazott néhány fontosat. A sajtgyártás is évszázados mesterség, idejében kell kezdeni.

De térjünk vissza a fehéregér-mikrobánkhoz. A bacilusok általában szeretik a finom húslevest, amit nagyobb adagokban, 120 Celsius-fokon főzve készítettünk nekik marhahúsból, és gondosan sterilizált lombikokban konzerváltunk. Aranyszínű szép leves, ha megfelelően tároljuk, hetekig épen marad, de ha egy literes lombikot a benne foglalt 200 milliliter húslevessel a laborasztalon nyitva felejtünk, 2-3 nap alatt *befertőződik*. A levegőben szállógó mikroba, mert abban is vannak, megtalálják, és gyorsan elszaporodnak benne, zavaros lesz a leves, és meglehetősen kellemetlen szagú, attól függően, hogy mik találták meg.

No, ezek a szállógók minket nem érdekeltek, sőt nagyon óvakodtunk tőlük, a mi *cereusunk*, hogy a keresztnevéen szólítsam,

képes volt arra, hogy spórákat fejlesszen, ha már elfogytak a hasznosítható tápanyagok a környezetében. A spórák becsomagolt, nagyon ellenálló formái bizonyos mikrobáknak. Nem táplálkoznak, nincs anyagcseréjük, kibírnak magasabb hőmérsékletet, savanyú vagy lúgos körülményeket, a kiszáradást, szóval elvonultak a világtól, de ha újra jó körülmények közé kerülnek, 20–30 fokos hőmérséklet, tápanyagok, amit például a húsleves szolgáltat, és legfőképpen oxigénhez a légzésükhöz, akkor lassan, sok óra alatt felhagynak a spóra állapottal, és eleven, szaporodásra kész mikrobák lesznek. Az oxigént úgy juttattuk a bacikhoz, hogy a húsleveses lombikokat egy *rázógépbe* helyeztük. Ez egyszerű, gyúródeszkára hajazó falemez, amin a lombikokat rögzíteni lehet, és egy motor lassan, ritmikusan rázza az egészet, a deszka szabályozható fűtőelemekkel ellátott faladában van elhelyezve, és, éjjel-nappal 26-28 fokon rázódik. A mi bacijaink a főnök gondosan őrzött jégszekrényéből kerültek elő mint spórák. Steril körülmények között néhány tized milliliternyi spórát oltottunk a lombikokba, amiket egy tömött steril gézdugóval lezártunk. 18–24 óra múlva a húslevesben rázódo spórák átalakultak, és szaporodni kezdtek. Szaporodásukat nagyon egyszerűen, a húsleves zavarosodásának meghatározásával mértük. Ezzel rendelkezésre is áll a mikrobiális fehér egér, folyamatosan szaporodik, és kíváncsi kérdéseket lehet neki feltenni.

A mi kérdéseink arra irányultak, hogy hogyan reagál a *cereus*, ha egy antibiotikumot, penicillint adunk a húsleveséhez. Sokféle más faj ilyenkor elpusztul, mert a penicillin gátolja a baktérium sejtfalának szintézisét. A mienk nem, mert penicillin hatására a *cereus* egy penicillint bontó enzimet, penicillináz fehérjét kezd termelni, és a fehérjemolekulákat kidobálja a környezetébe, azok ott elbontják a penicillint, és a baci nyugodtan szaporodhat tovább. A biokémikusok ezt a folyamatot *indukciónak* nevezték, a penicillin indukálja, kiváltja a penicillináz szintézisét.

A hatvanas években indult a molekuláris biológia, amelynek egyik legfontosabb kérdése éppen az volt, hogy mi történik egy sejtben a molekulák között akkor, ha valamelyik fehérje éppen készül. Az indukálható penicillináz jó modellnek tűnt a kérdés tanulmányozására.



Láthatják, hogy szűkül be a biokémikus világa. Mikrobák, de csak egy talajbaktérium, fehérjék, de csak egy, a penicillináz. Induláskor feltételezzük, hogy a többi fehérjemolekula is hasonlóan keletkezik; reméljük. Mielőtt az intézetbe érkeztem, a főnököm talált egy nagyon érdekes jelenséget. A *cereus*-ból RNS-t vont ki, és ez a tisztított nukleinsav képes volt penicillin hiányában is elindítani a penicillináz szintézisét. Még érdekesebb volt az a megfigyelés, hogy az RNS izotópokkal jelölt alkotórészei a baci DNS-ében is jelentkeztek, legalábbis az adatok arra mutattak. A jelenség nemzetközi érdeklődést keltett, mert akkor már ismert volt a *centrális dogma*, amely szerint információ mindig a DNS–RNS–fehérjék irányban halad, és sohasem az ellenkezőben. Később kiderült, hogy a DNS–RNS irány néha megfordul, de a fehérjék csak a nukleinsavak közreműködésével keletkezhetnek.

Abban az időben nagyon kezdetlegesek voltak a nukleinsavakat tisztító módszerek, a nukleinsav szerkezetét nem egy gép néhány órai működése produkálta, mint ma. Minden bizonytalan, és a bizonytalan dolgok a legizgalmasabbak. Ha sikerülne igazolni, hogy valamiképpen a messenger RNS-t adták a bacikhoz, és az ezért termelt penicillinázt, óriási eredmény lenne. Ha jól emlékszem, a messenger név még meg sem született, a kutatók csak arról bizonyosodtak meg, hogy a fehérjeszintézishez RNS szükséges, és az RNS a kromoszómák DNS-láncain szintetizálódik, azután valahogyan elkezdi a fehérjék szintézisét irányítani. A főnököm kísérleteinek az a problémája, hogy a hónapokig eredményes kísérletek után megszakadt a siker, és hiába adta a kivont RNS-t a bacikhoz, nem indult meg a penicillináz szintézise.

Sok részt lehetett finomítani, a penicillináz mérése is eléggé bizonytalan volt, az RNS, DNS tisztítása, mérése még inkább. Ezért gondolta Straub, hogy egy vegyész biztosan tud majd ezeken javítani. A főnököm nagyon megörült, amikor néhány hétig nekem is sikerült a jelenséget reprodukálnom, a baciból kivont RNS tényleg megemelte a penicillináz szintézisét penicillin nélkül is. Örültünk, és én nekiláttam a módszerek csiszolásának. Első dolog a penicillináz enzim aktivitásának mérése. A penicillinból az enzim hatására keletkező bomlástermék képes elemi jóddal reagálni, és ez könnyen mérhető sokféleképpen, de az eddig használt módszerben nem

tudták a reakciót hatékonyan megállítani, ezért a penicillinázmérések nagyon szórtak, bizonytalanok voltak. A részletek ma már senkinek sem érdekesek, de sikerült egy megbízható, titráláson alapuló módszert kidolgozni. Ez lett a témája az első tudományos közleményemnek, amely 1960-ban jelent meg. A következő probléma az RNS és a DNS elválasztása volt. A kísérletek során radioaktív foszfort tartalmazó táptalajon növesztettük a *cereust*, így a radioaktív foszfor detektálásával követhettük az DNS- és az RNS-molekulákat, amelyek a sejtekben lévő foszfor nagyon nagy részét tartalmazták. Az akkor ismert eljárások alapján ebben is léptünk egyet. Főnököm elment egyéves angliai kutatómunkára, és én magamra maradtam a sokféle metodikai problémával, de az intézet némi csodálkozására, Straub megengedte, hogy egyedül dolgozzam.

Az eredmény kellemetlen volt, az RNS-hatást a finomított eljárásokkal nem lehetett bizonyítani. Visszatérő főnököm nem is hitte el, de közben egy másik intézetbe ment vezető kutatónak, és én végleg egyedül maradtam a témával együtt. Amíg korábban Krámer szakmai úton tartózkodott, érdekes jelenségre bukkantam: a *cereus* néha-néha megnövelte a penicillináz szintézisét indukció nélkül is, de egészen kis mértékben, amit csak a jobb módszerrel lehetett biztonságosan követni. Egyszer azt gondoltam, hogy talán a szintén baci termelte proteázok a felelősek az ingázásért, elbontják a termelt penicillináz egy részét esetleg, ezért különböző fehérjebontó enzimeket gátló adalékanyagokat adtam a bacik táptalajához, és egy foszfátsó nagyon hatásosnak bizonyult, de, mint kiderült, nem a penicillináz lebontását gátolta, hanem szabályosan indukálta a penicillináz termelését. Indukció a természetes induktor nélkül! Nagyon érdekes jelenség, és ennek köszönhettem, hogy nem kaptam másik főnököt. Straub megengedte, hogy egyedül dolgozzam ezen a jelenségen. Majdnem hét évig kutattam, hogyan lehet a penicillinázt penicillin nélkül indukálni a *Bacillus cereus*-ban. A sokféle kísérletet összefoglaló eredmény egy kandidátusi disszertáció lett, amelyet sikeresen megvédtem értetlenkedő mikrobiológusok ellenében. Még a disszertáció előtt kiderült, hogy egy biokémiai intézetben dolgozom ugyan, és természetesen a témámmal, a fehérjeszintézissel kapcsolatos irodalmat jól ismerem,

de sohasem tanultam biokémiát rendszeresen, és sok területéről fogalmam sincsen, erre Straub is tett néhány ironikus megjegyzést. Nekiálltam, hogy a baktériumok biokémiájáról mindent elolvassak, ami egy korszerű áttekintéshez szükséges. Sajnos a kollégákat sok egyéb izgalmas dolog érdekelte, ezért felmerülő kérdéseimmel egy barátomat, a Gyógyszerkutató Intézet egyik nagy tudású vezetőjét, Horváth Istvánt nyaggattam, olyan sikeresen, hogy a közös beszélgetésekből, az én irodalmazásomból egy könyv született, a *Baktériumbiológia*, amely a Gondolat Kiadónál jelent meg 1966-ban.

A disszertáció után Straub megengedte, hogy továbbra is egyedül dolgozzam, sőt még egy fiatal kezdő kutató is csatlakozhatott a témához. A téma pedig nem az indukció, hanem a penicillináz fehérje kémiai tulajdonságainak vizsgálata lett. Ez a fehérje azért érdekes általános szempontból, mert úgynevezett exoenzim, vagyis olyan enzim, amit a baktériumsejt nem belsőleg használ valamire, hanem kiengedi a *világba*, ott bonthatja el a bacira káros penicillinmolekulákat. A sejt belsejében funkcionáló fehérjék általában nagyon érzékenyek, híg oldatban gyorsan tönkremennek, ezért igen nehéz velük dolgozni. Az exoenzimek viszont egészen híg oldatban is igen stabilisak, csak így felelhetnek meg a feladatuknak. Több kalandunk is volt az enzim stabilitásával. Egyszer az történt, hogy szinte minden kísérletben sok enzimet mértünk, úgy tűnt, mintha a *cereus* csak úgy magában elkezdene hatalmas mennyiségű penicillinázt termelni. A baj az volt, hogy kiderült néhány hét múlva, hogy a sok penicillinázhoz még a baci se kell. Szépen lassan sok kínlódással rájöttünk, hogy a penicillináz a lombikok faláról származik. Kiderült, hogy az enzim üvegre könnyen kötődik, és ott stabilis állapotban hetekig megmarad. Az új eredmény nem a céltudatos kutatás műve, hanem az elégtelen mosogatásé. Korábban minden felhasznált lombikot tömény kénsavas káliumdikromát-oldattal mosogattak, ami erősen oxidáló hatása miatt minden szennyezést elpusztított. A mosogató hölgy évek óta utálta ezt az eljárást, mert a tömény kénsavval óvatosan, körültekintően kellett bánni, veszélyes anyag. Egyszer valahol azt hallotta, hogy felesleges a kénsavat használni, elegendő, ha valamilyen a konyhában is használatos mosószerrel tisztítja lombikjainkat, azok attól is szép tisztának látszanak. Nekem nem is szólt, átállt az új

mosogatásra. Ekkor kezdődtek a problémáink. Még akkor se gondoltam volna, hogy a mosogatás a ludas, ha szól, mert az eljárásban az is szerepelt, hogy a lombikokat száztíz fokon, fél óráig hevítik, ez a baktériumok biztos eltávolítását szolgálta. Senki biokémikusnak nem lett volna olyan ötlete, hogy az üvegfalhoz kötött penicillináz fehérje kibírja a mosószeres mosást, legfőképpen nem a hevítést. A fehérjék nagyon érzékeny molekulák. A penicillináz kivétel. Ettől persze nagyon érdekes lett, és egy darabig magam is figyelmesen terveztem a kísérleteket, kristályosítottuk. Vízmentes glicerinen oldva kiderült, hogy a működéséhez molekulánként 25-30 vízmolekulára van szüksége. Sok mindent megtudtunk róla, és Straub nagyon hajtott engem arra, hogy fizikai, kémiai módszerekkel dolgozva minél többet tudjak meg erről a fehérjéről. Emögött, mint később kiderült, az az elképzelés is szerepelt, hogy majd én a gyakorlati célokra is használható exoenzimek, proteázok, lipázok vizsgálatába is belefogok, amelyeket a mosóporokban lehet alkalmazni. Az ipari kutatás nem vonzott, és a sok mindent egy egészen kicsi dologról helyett a sok mindent mindenről nézet érdekelt. Nagyon kíváncsi voltam a sejtekre, és szabadidőmben éppen egy sejtbiológia-könyvön dolgoztam.

A *cereus* az egyetlen baktérium, amelyet közelebbről megismerhettem, de az ilyen ismerkedés sokféle, máshol is alkalmazható tapasztalattal jár. Megkeresett egyszer egy vállalat, hogy kéne nekik egy gombák által termelt enzim, az alkalikus foszfatáz. A tisztítás módszerét már ismerték, de nem rendelkeztek megfelelő gombatorzssal, amely elegendően nagy mennyiségben termeli az alkalikus foszfatázt. A gomba nem baci, lassabban nő, és biztosan sokféle kellemetlen tulajdonsága bukkan majd elő, ha elkezdem tenyésztani. Igazi kihívás, elvállaltam. Az enzimet termelő gombát is ismerték, megjelent egy cikk amerikai kutatóktól, amelyben milliliterenként tízezer enzimegységet termelő törzsről írtak. A legegyszerűbbnek tűnt, hogy kérek tőlük gombát. Nagyon kedvesen válaszoltak, és küldtek mintát. A mintatörzs tízezer egység helyett négy-öt egységnyi enzimet termelt. Szóval nem gondolják komolyan. Megtudtam, hogy a Szőlészeti Kutatóintézetnek nagy gombatorzsgyűjteménye van, sok száz hasonló gombával. Kértem tőlük mintákat, és keresgélni kezdtem a jól termelő törzseket.

Szerény sikerrel; sokkal jobbak voltak ugyan, mint az, amit Amerikából kaptam, de a legjobb is csupán néhány száz egységnyi enzimet termelt. És közben szaladt az idő, már fél éve keresem a kiindulási alapanyagot, a jól termelő gombát, még sehol semmi, és a tisztítás fázisa is hátravan. Valaki azt ajánlotta, hogy próbálkozzam az amerikai törzstenyésztéssel, ez hasonló gyűjtemény, mint a szőlészeti intézeté, csak sokkal nagyobb, és minden amerikai kutatótól, aki valamilyen gombával dolgozott, elvárják, hogy adjon be egy mintát az általa használt törzsből. Kérjem azt a törzset, ami a tízezer egyéget produkálta. Kértem. Néhány egységet termelt. Mindenki röhögött rajtam: az egyik amerikai gyógyszer cég igen drágán árulja a te alkalikus foszfátot, nem képzeld, hogy akik előállították, megengedik, hogy hozzájuss a kiváló gombatorzshoz, mondták. Nekik lett igazuk. Sokat gondolkodtam azon, milyen szép is lenne, ha megengednék. De a tudományos kutatók moralitása talán az átlagnál is alacsonyabb szinten van, erre nem számíthatok.

A morális gondolatok közben egyszer csak eszembe jutott, hogy a világ tele van bacikkal és gombákkal, és hirtelen megtaláltam a megoldást. A gyógyszergyártó cégtől kell rendelni néhány milligrammot a drága alkalikus foszfátból, és egészen biztos, hogy akármennyire megtisztították is, találok abban néhány gombaspórát, amit elszaporíthatok, és a kezemben lesz a jó törzs. Azokban az időkből minden év októberében lehetett szerény vegyszerrendeléseket leadni az egyetemen, és körülbelül egy év múlva jött meg a rendelés, szerencsés esetben. Az embernek vannak barátai mindenfelé, mint a bacik, írtam az egyiknek Amerikába, hogy vegyen és küldjön nekem néhány milligrammot a becses vegyszerből. Természetesen megvette, elküldte egy hét alatt, és a vegyszerből ki tudtam tenyésztetni a tízezer egységnyi alkalikus foszfátot termelő gombatorzset. A többi munka már rutin volt. Persze nem gondolom, hogy ez a művelet etikus, szigorúan véve a kifejezést, de nagyon praktikus, és a gombatorzs nem áll jogvédelem alatt.

Ha végiglapozok ezeken az éveken, a saját fejlődésem szempontjából legfontosabb eredménynek a tudományos kétely kifejlését tartom. Akadnak izgalmas kérdések, és sokszor határozott válaszok, de legtöbbször semmi sem igaz, a tudományos

válaszok, modellek átmenetiek, gyorsan váltogatják egymást, még a kérdések sem mindig helyesek. Sokszor azzal juthatunk előre, ha szokatlan, új kérdéseket fogalmazhatunk meg, és a válaszokat arra keressük.

### 3. Molekuláris biológia

Az a néhány év, amit én az Orvosi Vegytani Intézetben töltöttem baktériumokkal és penicillinázzal, egybeesett a hatalmas, új, különös tudományterület, a *molekuláris biológia* kialakulásával. A hatvanas és a nyolcvanas évek között jelentek meg azok a felfedezések, amelyek alapvetően megváltoztatták a biológiát. Genetikusok, biokémikusok, bakteriológusok, sejtbiológusok speciális kutatásai hirtelen összetalálkoztak, és önálló projekteket, önálló finanszírozást, majd önálló intézeteket követeltek és kaptak mindenfelé a világon. Itthon a kevés pénz, az elavult eszközök, a külföldi kapcsolatok hiánya sokáig csak a nézők szerepét juttatta nekünk, évtizedekkel később az MTA szegedi kutatóintézete hozta fel a hazai kutatásokat nemzetközi szintre.

Mindenesetre ott voltunk az elején. Molekuláink nekünk is voltak, a tanszék főleg az amiláz enzim bioszintézisével foglalkozott, én a *cereus* penicillinázával, értettünk valami a fehérjékhez, nukleinsavakhoz, azt hittük, csatlakozhatunk.

A kutatásokhoz, akár csak a nemzetközi eredmények megértéséhez, sokféle ismeretre volt szükség, mert néhány alapvető kérdést különböző területeken sokkal korábban tettek fel és válaszoltak meg. A biokémikusok elvesztek a sejtek reménytelenül komplex biokémiájában, fehérjéket, nukleinsavakat csak tömegükben képesek mérni, a speciális molekulafajták elkülönítéséhez szükséges kémiai módszerek nem alakultak még ki. A legizgalmasabb kérdés, hogy a három nagy molekulacsalád, a fehérjék, a ribonukleinsav és a dezoxiribonukleinsav vajon miféle biológiai funkcióval rendelkezik, és hogyan működik egy sejtben. A fehérjékről hamar kiderült, hogy tulajdonképpen katalizátorok, kémiai reakciókat gyorsítanak fel százezerszeres, milliószoros sebességre. Azt képzelték, hogy az enzimek összessége a sejt valamennyi szükséges funkcióját ellátja. Vezérli a komplex anyagcserét, irányítja

a szaporodást, és talán még az evolúcióban is jut számára szerep. A nukleinsavakról eleinte csak annyi derült ki, hogy sok bennük a foszfor, ezért úgy gondolták, hogy afféle tartaléktápanyagok.

Két jelentős felfedezés alapozta meg a molekuláris biológiát. Az egyik a magyar Hevesy György volt, aki először használt radioaktív izotópot biokémiai kutatásra. 1923-ban a lóbab növényben vizsgálta a radioaktív ólom felszívódását, a gyökérből a szárba és a levelekbe történő szállítását, valamint az ólom más elemekkel történő cseréjének folyamatait, ezért 1943-ban Nobel-díjat kapott, addigra derült ki, hogy a mérgező ólom felszívódásának tanulmányozása teljesen új utat nyitott az anyagcsere vizsgálatához. A szén, foszfor, kén, nitrogén aránylag gyorsan bomló izotópjaival bármilyen vegyület, amely ezeket az elemeket tartalmazza, megjelölhető, és radioaktivitásának mérésével nyomon lehet követni, hogy az adott vegyület milyen kémiai reakcióban vesz részt. A radioaktivitás mérése sokkal egyszerűbb volt, mint valamely vegyület kémiai elkülönítése, mérése.

Még 1928-ban megjelent Frederick Griffith munkája, amelyben bizonyította, hogy egyes baktériumtörzsek kórokozó tulajdonsága átvihető kórt nem okozó, de hasonló baktériumokba, amit transzformációnak neveztek el. Akkor még nem volt egyezés a gének természetét illetően, tehát hogy ezek fehérjék vagy nukleinsavak, csak annyi, hogy bizonyos jól mérhető tulajdonságokat, mint például a kórokozás, irányítanak a sejtekben. A legtöbb kutató azt gondolta, a gének valamiféle fehérjekomplexek. Azután 1943-ban Oswald Avery, Colin MacLeod és Maclyn McCarty kísérletileg bizonyították, hogy a transzformáció során a tulajdonságváltozást létrehozó anyag nem fehérje, hanem nukleinsav, méghozzá DNS. Ezt megerősítve Alfred Hershey és Martha Chase 1952-ben radioaktívfoszfor- és -kéntartalmú táptalajon növesztett baktériumokat használva bakteriofágok DNS-éről mutatta ki, hogy ez az egyedüli örökítőanyag. Még egy fontos dolog derült ki ezekben az években. A *Neurospora crassa*, a kenyéren gyakran megjelenő gomba besugárzásával, amely a DNS-t károsítja, George W. Beadle és Edward L. Tatum kimutatta, hogy egyes enzimek válnak örökletesen inaktívvá. Joshua Lederberg pedig azt bizonyította, hogy a mutációk véletlenszerűek, például az



antibiotikumrezisztenciáért felelős mutáció megjelenésében nincs semmiféle szerepe a baktériumot károsító antibiotikumnak. Az utóbbi három kutató 1958-ban kapott Nobel-díjat.

A második felfedezés több névhez fűződik, tulajdonképpen egy módszer, amit az előbbi kutatók is használtak. Találtak olyan baktérium- és gombatörzseket, amelyek képesek voltak egyszerű sókból és szén-dioxidból felépíteni testük szerves anyagait. Ha ellátták őket a megfelelő sókkal, akár folyamatosan is szaporodtak megfelelő készülékekben. Azután kiderült, hogy véletlenszerűen vagy ultrabolya fényvel való besugárzásra egy-egy sejtben az örökítőanyaguk hirtelen megváltozik, és a továbbiakban csak akkor képesek élni és szaporodni, ha az anyagcseréjük valamelyik fontos vegyületét is hozzáadták a táptalajhoz. Ilyen vegyületek voltak például az aminosavak. Feltételezték és igazolták, hogy ezekben a *hiánymutánsokban* a DNS szerkezete úgy változott meg, hogy képtelen előállítani az adott vegyületet. Az aminosavak bonyolult láncreakciókban keletkeznek, és ha a reakciókat katalizáló enzimek közül egyik a mutáció miatt kiesett, az aminosav szintéziséhez vezető reakciósorozat megállt. Az ilyen anyagcseremutánsok felhasználásával hihetetlenül felgyorsult az anyagcsere feltérképezése. Az egyes mutánsok megkeresésével sokszor bonyolult, akár 5–10 vegyület láncreakcióját is fel lehetett deríteni, és hamarosan előkerültek az anyagcseretérkép legfontosabb molekulái.

Sok érdekes részletre derült fény, de a legjelentősebb az az új kép, amit a sejtekről kialakíthattunk. Igazolódott, hogy az öröklődés speciális molekulákhoz, DNS-hez, vírusokban néha RNS-hez köthető. Végre pontos meghatározást lehetett adni a génfogalomnak, ma a DNS-lánc egy meghatározott szakaszának tekintjük. Kiderült, hogy a sejtekben komplex kémiaireakció-hálózatok működnek, több tízezer reakció is szükséges lehet a sejtek életfolyamatához, és ezek túlnyomó részét enzimek katalizálják. Minden kémiai reakció, ritka kivétellektől eltekintve, fehérjeszabályozás alatt megy végbe, és sokféle kémiai mechanizmus biztosítja, hogy az egyes reakciók sebessége olyan legyen, mint amiket a sejt élete éppen megkíván. Ha valamennyi enzim teljes sebességgel működne, a sejt egy pillanat alatt elpusztulna.

Az az elképesztő az anyagcserében, hogy minden reakció sebességét egy-egy enzim felgyorsíthatja, de a megfelelő működés érdekében mindegyiket visszafogja a szabályozórendszer, és ez rendkívül rugalmas működést eredményez, mindig éppen az keletkezik, amire szükség van. Kiderült az is, hogy az összes élőlény öröklődését nukleinsavak irányítják, és az öröklődés szorosan összefügg az anyagcsere működtetésével. Tehát a DNS nem valamiféle passzív, foszfortároló segédanyag, hanem éppen az élet lényegét képző kémiai reakciók végső szervezője.

Nem szeretnék itt a molekuláris biológia kifejlődésének részleteiben elmerülni, ma már középiskolai tankönyvekben megtalálhatók a legfontosabb ismeretek. De azt meg kell említenem, hogy a kezdetekhez tartozik a DNS szerkezetének felderítése (James Watson, Francis Crick és Maurice Wilkins, Nobel-díj 1962), a DNS bioszintézisének megismerése (Arthur Kornberg és Severo Ochoa, Nobel-díj 1959), a fehérjeszintézis részletes mechanizmusának felderítése, a messenger RNS létének egyértelmű bizonyítása (Sydney Brenner, François Jacob, Jacques Monod, Matthew Meselson, Nobel-díj 1961).

Amikor ezek az érdemi munkák születtek, a biokémia világa roppant izgatott volt: vajon tényleg létezik messenger RNS, amely információt szállít a DNS-ről a fehérjeszintézist végző riboszómák felé? És már elnevezték, pedig még nem sikerült bizonyítani, hogy tényleg létezik. (Ma pedig már Covid-vakcinaként is használjuk.) A vezető kutatók sztárkultusza is beindult, Monod az MTA nagytermében tartott előadást egy enzim szintézisének szabályozásáról. Az Orvosi Vegytani Intézetbe is ellátogatott, és úgy éreztük, most itt a világ teteje, legalábbis tudományos szempontból. Az amiláz enzimmel dolgozók lassan rájöttek, hogy versenyképtelenek, mert az állati sejtek szerkezete sokkal bonyolultabb, mint a baktériumoké, gombáké, lassú és nehéz a szaporításuk, alkalmatlanok az alapkérdések feltevésére. Az én penicillináztermelő *cereusom* elvben jó lett volna, a penicillinázindukció alkalmas fehérjeszintézis-modell, de hamar kiderült, hogy óriási hátránya van. Külföldön a vezető kutatók kólibaktériumon dolgoztak, amiből egyszerűen lehetett sejtmentes készítményt csinálni, mert a bacinak nincs sejtfa, csak membránja,

és az könnyen lebontható. Az én *cereusom* viszont cipőtálp vastagságú sejtfallal rendelkezett, és nem találtunk megfelelő módszert az eltávolítására. Élő sejteken dolgozva kiderítettük, hogy a penicillint kötő fehérje szerepet játszik a penicillinázmessenger stabilizálásában, és megszületett a penicillinázsintézis szabályozásának *firmátor*-modellje. A penicillint kötő fehérje a *firmátor*, alapállapotban a sejtfallhoz kötődve gátolja a penicillinázmessenger RNS-ének működését, de ha penicillin kötődik hozzá, a gátlás megszűnik, megindul a fehérjeszintézis. Hasonló a hatása a koncentráltabb sóoldatnak: a messenger működését gátló *firmátort* leválasztja a messengerről, és megindul a penicillináz szintézise.

Minden túl későn készült el. Kevesen voltunk, hiányoztak az eszközeink és a kapcsolataink, lemaradtunk.

Annak idején Thomas Kuhn arról beszélt, a tudományok nem úgy fejlődnek, hogy a tudósok egyszerűen megoldják a felmerült problémákat, hanem főként úgy, hogy lassul a problémák megoldása, és eközben teljesen új kérdések merülnek fel, amelyek megoldásához új technikák szükségesek. Ezt nevezte paradigmaváltásnak, és ennek nagyon jó példája a molekuláris biológia. A sejtekben hihetetlenül komplex kémiareakció-hálózat működik, megértéséhez minden egyes reakciót tanulmányozni kéne, de ehhez nincsenek meg a szükséges kémiai eszközök. Ekkor jön néhány teljesen új kérdés, mint például, hogy milyen anyagok vesznek részt az öröklődésben. És a válaszok teljesen új oldalát mutatják az élő anyagnak, enzimek, mutáció, öröklési anyag, reakciószabályozás, fehérjék és nukleinsavak kapcsolata. És a felismert válaszok az egész biológiát, benne a saját világunkat is új helyzetbe hozták.

Ki kell térnem arra is, hogy a hatvanas években, a szovjet blokkban a rendszer agyonideologizált volt, és cseppnyi hajlandóságot sem mutatott a változásra. Ideológiai alapon tagadták az öröklési anyag lehetőségét, a nukleinsavakat a tőkés rendszer alávaló találmányának tartották, és ez az eszement elképzelés az iskolai tankönyvekbe is bekerült. Én nagy lelkesedéssel tanulmányoztam az irodalmat, nemcsak a biokémiát, hanem a genetikát, sejtbiológiát is, és igyekeztem népszerű cikkekben beszámolni az új felfedezésekről, amelyek persze nevetségessé

tették az ideológiai alapon tanított úgynevezett „micsurini genetikát”, amelynek kiötlői azt állították, bizonyítékok nélkül, hogy az öröklődés kizárólag a környezet hatása alatt áll. Maga Micsurin ilyen baromságot nem mondott, én elolvastam egyszer a gyümölcsfákkal kapcsolatos genetikai vizsgálatairól szóló vastag könyvét, és abban csupán az állt, hogy az ismeretlen származású gyümölcsfákkal végzett keresztezéseknél a Mendel-szabályokat nem lehet alkalmazni. Erre a mondatra építette fel Liszenko az öröklési anyagot tagadó elméleteit.

Érdekes helyzet alakult ki, a népszerűsítést befogadó lapok, az *Élet és Tudomány*, a *Természet Világa*, a *Világosság* szerkesztői természetesen tisztában voltak a fejleményekkel, de hamar kiderült, hogy a vezető kutatók még nem látják alkalmasnak az időt a megszólalásra. Én kezdő voltam, olcsó áldozat, ha úgy alakul, de legalább valami megjelenik. Az összes cikket nemcsak a szerkesztők, de pártbizottságok, politikusok és persze Straub is sokszor átnézte, minimálisra szorítva a micsurini genetika kritikáját. Az volt számukra elfogadható, hogy két különböző genetika van, a micsurini és a „formális”, ahogyan a klasszikus genetikát illették, és még nem dőlt el, melyik az igazi. Ez volt a fügefalevél a DNS-bioszintézis, a genetikai kód, a fehérjeszintézis-szabályozás eredményeinek bemutatásához.

Az igazán komoly ideológusok persze azonnal lecsaptak. Az Orvosegyetem Marxizmus–Leninizmus Tanszékének vezetője az egyetem lapjában lefasisztázott engem, aki egy gyékényen árul a pápával, és azt terjeszti, hogy van öröklési anyag, holott nincs. Néhány év alatt fordult a kocka, különösen, amikor a Szovjetunióban eltávolították Liszenkót a tudományból, és egy év alatt lecserélték az összes középiskolai biológia-tankönyvet olyanra, amely modern genetikai eredményeket tárgyalt.

Számomra elképesztő volt, hogy az az állítás, miszerint az organizmusok tulajdonságait kizárólag a környezet szabja meg, teljesen igaznak tűnt, ha az evolúciót vizsgáltuk. A DNS egyrészt konzerválja a tulajdonságokat, másrészt a mutáció és a szelekció közreműködésével sok generáción keresztül tökéletesen alkalmazkodik a környezethez. Tehát egy szerveződési szinttel

magasabban Liszenkóéknak tulajdonképpen igazuk volt, csak éppen nem értettek a biológiához.

Nemcsak az ideológusoknak tűnt a molekuláris biológia kemény diónak itthon, hanem maguknak a biológusoknak is. A klasszikus biológia nem foglalkozik biokémiával, molekulákkal, a legfontosabb számára a taxonómia, amely meghatározza az egyes fajokat és azok feltételezett származási kapcsolatát. Amikor én megjelentem mint molekuláris biológus, az meglehetősen konsternációt keltett. Ez vegyész, nem biológus. És nagyon rendesen nemcsak a hátam megett mondták, ott gyakran, hanem amikor az ELTE Magatartásgenetikai Laboratóriuma kinevezett vezetőjeként megjelentem az ELTE Biológus Tanszékcsoportjában, a legelső alkalommal jó hangosan, hogy biztosan halljam, elkezdtek a biológus kollégák arról beszélni, teljesen egyetértettek, hogy az a biológus, aki tudja a taxonómiát, vagyis minden előkerülő fű, fa, gyom, állat pontos latin nevét és fajtát, valamint a faj kapcsolatait az élővilágban. Én nem tudtam a taxonómiát, és nem is akartam megtanulni, a molekuláknak más jellegzetességeik voltak. Ezért sokáig betolakodónak számítottam a biológusok világában. Némi elégtétellel szolgált, hogy évekkel később a leghangosabb taxonómusok DNS-vizsgálatok segítségével igyekeztek a taxonómiát korszerűbbé tenni.

Külföldön nem voltak ennyire merevek, amikor Szilárd Leó, az atombomba kitalálója a háború után felháborodottan abbahagyta a fizikát, Chicagóban szociológiai és biológiai tanszéket alapítottak számára (a világért sem akarom persze magamat Szilárdhoz hasonlítani). Fel is találta a *kemostatot*, amelyben folyamatosan lehetett növeszteni baktériumokat, és jelentős eszköze lett a mikrobiológiai kutatásoknak. Például segített megoldani egyes enzimek feedback gátlásának tanulmányozását, amiben Szilárd érdemlegesen vett részt. Érdekes, hogy jeles kutató biológusok visszaemlékezéseikben elmondják, mennyi jó ötletük származott Szilárdtól, de elfelejtették a közleményekben is megemlíteni, mert ő szívesen adta ötleteit mindenkinek.

Sok vita akadt a filozófusokkal is, ami a „visszavezethetőség” problémája körül alakult ki. Leegyszerűsítve: a kérdés az, vajon a biológia valamennyi jelenségét megmagyarázhatjuk-e biokémiával,

molekulákkal. A vezető filozófusok szerint egyáltalán nem, mások, főként fizikusok, molekuláris biológusok szerint igen. Nagy vitákat váltott ki ez a probléma, és persze felmerült, vajon a hazafiságot vagy az anyai szeretetet is magyarázhatjuk-e molekulákkal, és ez már az ideológia, sőt a politika világába vezetett rémes eredménnyel. Nekem az volt és ma is az a véleményem, hogy itt szerveződési szintek problémáiról beszélünk. Mondjuk, a szaporodás, viselkedés szerveződési szintjén sok folyamatot ismerünk, ezeket semmiképpen nem volna tanácsos molekuláris jelenségekre váltani, mert elvesznénk a molekuláris reakciók kavalkádjában. Viszont el kell ismerni, hogy bármilyen magasabb szintű jelenséget elvileg vissza kell tudnunk vezetni az alsóbb szintekre, sejtek, molekulák reakcióira. Ha ezt nem engedjük meg, teret adunk tudománytalan hiedelmeknek, lélek, szellem, isten stb. fogalmaknak, amelyek empirikusan nem vizsgálhatók, mint jelenségek nincsenek, de mint fogalmak természetesen a kultúra hatékony részei.

Sok mindent tanultam a baktériumokról, bakteriofágokról, de nagyon érdekelt az állati sejtek molekuláris biológiája. Akkoriban egyetlen jeles írás foglalkozott ezzel, még a régi elméletek, mikroszkópos képek alapján. Felfedezték, hogy az állati sejtek legtöbbszörében működik egy membránrendszer, az endoplazmatikus retikulum, és rajta különös, speciálisan festődő szemcsék, de ezek funkciójáról sok különböző nézet született, többek között az is, hogy a fehérjeszintézisben lehet szerepük. Közben a molekuláris biológusok már megtalálták a riboszómákat, amelyek a fehérjeszintézis központjaként szolgáltak, de a két nézet még nem jött össze. Ugyanez volt a helyzet a különböző „sejtszervekkel”, a mitokondriumokkal, sejtmaggal, Golgi-apparátussal, ezek is remekül festődnek, kitűnő mikroszkópos képeket lehet róluk készíteni, de a funkcióikról csak biokémiai, molekuláris biológiai vizsgálatok szólhatnak.

Nagy munkába fogtam, elhatároztam, hogy megkísérlem egyesíteni a különböző eredményeket, és többéves munkával megírtam a *Sejtbológia* című könyvemet 1970-ben, amely a már ismert adatok alapján a sejtek lényegesebb biokémiai folyamatait ismertette. Sikeres volt. Straub írt hozzá méltató előszót, de nem

került nyilvánosságra, amit nekem mondott, miután elolvasta: „Folyamatosan arra készítem magát, hogy egy molekuláról tudjon meg minél többet, amivel nagyon lassan halad, de ez a kiváló írás azt mutatja, hogy magát nagyon sok minden érdekli, és fel is tudja dolgozni ezeket a szerteágazó dolgokat. Ettől fogva szabad lesz, azon dolgozik, amit szeret.” Az ígéretét be is tartotta, önállóan dolgozhattam. És azt sem ellenezte, hogy megírjam az akadémiai doktori disszertációm, amit azután 1970-ben megvédtem. A *Sejtbiológia* 1976-ban megérte a második kiadást, mivel időközben elavult az első, gyorsan fejlődött a molekuláris biológia. Közben még kétszer egy-egy évet töltöttem az Egyesült Államokban Olga Greengard neves biokémikus (1966–1967) és Lajtha Ábel kitűnő neurokémikus laboratóriumában (1971–1972), mert nem csak írni, dolgozni is az állati sejteken kívántam.

Olga Greengarddal évtizedekig tartó barátságom alakult ki, nála patkánymájban folyó enzimindukciót vizsgáltunk, és jeles helyen jelentek meg az eredmények. Lajthánál a neuronok axoplazmatikus áramlását tanulmányoztam, mert akkor már bizonyos voltam abban, hogy az idegrendszer tulajdonságai érdekelnek, bizonyára neurokémia lesz belőle. Szentágothai Jánossal, az Akadémia korábbi elnökével sokat beszéltünk arról, hogy Szegedre kéne egy neurobiológiai osztály, ahol én majd neurokémiával foglalkozhatom, és ő meghívja tanítványai egy részét a neurobiológia más területeire, valamint jeles külföldi kutatókat a beindításhoz, ő maga is lejárna hetente. Nem sikerült, pedig elvben megvolt a lehetősége, de különböző nézeteltérések miatt Straub F. Brunó azt a feltételt támasztotta, hogy bár a neurobiológia rendben, de én nem mehetek. Szentágothai miattam lemondta az egészet. Egy másik életpálya lehetősége úszott ekkor el, ma már nem bánom.

Amikor Lajtha Ábeltől hazajöttem, csak valamilyen forrást nem igénylő témát választhattam, mert az Orvosi Vegytani Intézetből el kellett jönnöm. Végül Vida Gáborral együtt megpályáztuk a megüresedett Genetikai Tanszéket az ELTE-n. Sok furcsa dolog történt, ezek nem a kíváncsiság elemei. Végül Gödön kezdettem magatartásgenetikával foglalkozni, két munkatárssal és egy asszisztenssel, továbbá számos lelkes hallgatóval. Az első évben tizenötezer forintból.

## 4. A halak érdekesebbek

Az MTA szegedi biológiai központjába nem mentem le, szakmai konfliktusok miatt. Ez azt is jelentette, hogy valamiféle olcsó tudomány után kell nézmem, mert a szegediek vitték magukkal az akadémiai nagyműszereket és persze a támogatásokat is. Egy darabig úgy tűnt, hogy neurokémiaiával lehet majd foglalkozni. Bevezetőként csirkék imprintingjével kísérleteztünk, és kimutattuk, hogy fehérjeszintézis gátlásával az imprintingfolyamat gátolható. Azután itt Budapesten talákoztam Lajtha Ábellel, aki akkor vezető neurokémikus volt a világban, meghívott egy évre New Yorkba, az intézetébe. Neuronok axonjaiban kimutatható sejtáramlással végeztünk kísérleteket különböző állatokon. Hazajövetelem után, még munkahelyemen, az Orvosegyetemen, úgy döntöttem, hogy magatartásgenetikával fogok foglalkozni. Nem kellett hozzá nagyműszerek, drága izotópok, és ha nem is idegbiokémia, tulajdonképpen közel van hozzá. A viselkedés az idegrendszer megnyilvánulása. Ki kellett választani a vizsgálat alanyait. Fontos kérdés, mert a kísérletek nemcsak arra adhatnak választ, hogy a konkrét, kiválasztott faj esetében a genetikai tényezők hogyan befolyásolják a viselkedést, hanem lehetővé tesznek bizonyosfajta általánosítást. Emlősnél a többi emlősre, halaknál más halakra is, és persze ha gerinces állat a választott, akkor valamelyest a többi gerincesre is. Az is szempont, hogy mennyire ismert a faj tudományosan, ha elég jól, akkor lehet az eddigi ismeretekre támaszkodni, viszont nehezebb új dolgokat találni. Ismeretlen fajnál nincsen háttér-információ, viszont minden adat értékes, mert új. Az is fontos szempont, hogy olcsón, könnyen tenyészthető, gyorsan szaporodó, kis termetű állat legyen a választott. Szóba jöttek az egerek, az egérgenetika eléggé fejlett, de nagyon bűdösnek találtam őket, és én igazából a halakhoz értettem, mert egyetemista koromban egy barátommal komoly díszhaltenyészetet működtettünk.



A halak viselkedése jól megfigyelhető, ha megfelelő méretű akváriumban a megszokotthoz hasonló ökológiai környezetet készítünk, a halak érdekesek, és még senki sem végzett magatartásgenetikai kísérleteket rajtuk.

Nekiálltam kiválasztani a megfelelő fajt. A kis méret és a gyors nemzedékváltás mellett a fő választási szempont, hogy a viselkedése is könnyen megfigyelhető és genetikai vizsgálatokra érdemes legyen. Legyen kíváncsi és gyorsan tanuló faj. Elővizsgálatokra készítettünk lapos, egy négyzetméteres akváriumot, amelyet átlátszatlan falakkal 25 kis cellára osztottunk, de a belső falakon egy kerek kis lyukkal ablakot nyitottunk, és így átjárható az egész terület. Mindegyik cellát különbözően rendeztük be, egy szál növény, egy kavics, valamilyen tárgy, nagyobb csigahéj stb. biztosította a különbséget. Arra voltam kíváncsi, hogy az ismertebb akváriumi halak között találunk-e egy hozzám hasonlóan kíváncsi fajt, amelyik szépen felderíti ezt a vegyes környezetet.

Cichlidákkal kezdtük, de néhány nap alatt váltottunk, mert ezek okos, értelmes állatok ugyan, de nagyon sértődékenyek. A többszöri kihalászás művelete, ami szükséges volt a vizsgálatokhoz, napokig tartó passzivitást okozott náluk. Megharagudtak, és egy sarokba bújva megszakították velünk a kapcsolatot. Kerestünk más fajt. A következőnek az akvaristák népszerű mollyját választottuk. Ez mozgékony, érdeklődő jószágnak látszott, de kiderült, hogy csak csapatban működik. Ha egyedül tettük be a „sakktáblának” becézett, érdekes rekeszeket tartalmazó akváriumba, nyugodtan álldogált az első rekeszben, és még másnap reggel is ott találtuk. Akkor eszembe jutott a paradicsomhal, amely az első akváriumi hal volt Európában, 1869-ben hozták Franciaországba Vietnámból. Szülőhelyén mocsarakban, rizsföldeken, sekély vizekben található, talán neki megtetszik a felkínált környezet. Labirintkopoltyús faj, tehát az oxigént főleg a levegőből szerzi, ez megkönnyítette a tartását. Kiderült, hogy nagyon jól összetalálkoztunk, mert az első kipróbált példány talán egy óra alatt bejárta a medence mind a huszonöt rekeszét. Nagyon óvatosan bújt át a 3 cm átmérőjű ablakokon szépen, komótosan körülnézett, és ment a következőbe. Idővel a paradicsomhalak felderítő viselkedését tisztességesen megvizsgáltuk, kiderült számítógépes szimulációval, hogyha a hal

minden átlépésnél véletlenszerűen döntene, és már látogatott rekeszekbe is gyakran befordulna, akkor az első 25 átlépésnél 11-12 új rekeszbe jutna. Nagyobb csoportnál megmértük az egyéni teljesítményeket, és azt találtuk, hogy az átlag ennél jóval több, 17-18, de volt olyan példány, amely 21 új rekeszt látogatott meg az első 25 átlépés során, ez óriási teljesítmény, nyilvánvalóan az új helyeket keresi. Jól választottunk tehát kísérleti állatot. Később a gyors tanulóképességéről is meggyőződünk.

Próbálkoztunk egy másik labirintkopoltyús hallal is, az óriás gurámival. Békés növényevő, nagyra növő hal, Indiában tenyésztik. Szereztünk néhány fiatal példányt, hamar kiderült, hogy agresszívak a fajtársaikkal, és egymás után pusztultak el. Az utolsó már egész nagyra növekedett, félkilós is lehetett, és elhatároztam, hogy őt megmentem, hazaviszem további tartásra. Már az elvitelkor is probléma adódott. Nagy termetű hal volt, gondoltam, valamennyi altatót teszek a vizébe, hogy a szállítás ne viselje meg nagyon. Sajnos a készülődés elhúzódott, és mire hazaértünk, a hal elpusztult, ezt nemcsak abból lehetett tudni, hogy már nem lélegzett, hanem abból is, hogy a szeme elfehéredett, ez halaknál a halál biztos jele, az érzékeny szemfehérjék denaturálódnak. Nem akartam elhinni! Nekiálltam az újraélesztésnek. Először is sokáig engedtem a fürdőszoba csapjából friss vizet a száján keresztül a kopoltyúira, hogy az altató kimosódjon. Ez még nem hozott sikert. A következő lépés a kívülről alkalmazott szívmasszázs volt, és nem fogják elhinni, a hal, akit később Zebulon névre kereszteltünk, feléledt. Majd hamarosan 5-6 kilogrammosra növekedett, és egy nagy, 300 literes berendezetlen akvárium lakójaként élt még húsz évig. Az akvárium azért volt üres, mert a növényeket mindig megette. Naponta kétszer kapott friss leveleket, és egy ilyen alkalommal tapasztaltam meg, hogy a halak nagyon finom, érzékeny lelkek lehetnek. Egyik este későn mentem haza, és elfeledkeztem a vacsorájáról. A reggelinél már annyira éhes volt, hogy mohón kapott a felé nyújtott saláta után, és a két ujjamat is bekapta. Ekkor már nagy állat volt, mindketten megijedtünk. Én azért, mert nem ismertem a fogazatát, de kiderült, egészen apró, smirgliszzerű fogai vannak, nem ért bántódás. Ő az ijedségtől gyorsan elengedve az ujjaim, hátraugrott. Én tartottam a salátát, mintha mi sem történt

volna, akkor ő nagyon lassan közeledett, egészen óvatosan vette el a levelet, hogy ne érjen az ujjamhoz; és ezt a finom közeledést egész életében megtartotta. Különös jelenség volt.

Sok minden történt még Zebulonnal, kiderült, hogy engem megismer, és idegenektől nem fogad el leveleket, kizárólag tőlem. Persze vele is kísérleteztem, mint a többi hallal. Egyszer palacsintával kínáltam meg, az olyan levélszerű, növénytartalmú eledel. Nagyon ízlett neki, és én durván hibázva túl sokat adtam. Másnap felfúvódva álldogált a sarokban, nem érdekelt semmi. Elcsapta a hasát. Egy hétig nem javult, ekkor Lovász Feri asszisztenssel elhatároztuk, hogy beöntést adunk, szerencsére az előkészületek közben eszembe jutott, hogy az akvaristák ilyen esetben sós vízbe helyezik a beteg halakat, és az elindítja a bélműködést. Gyorsan vagy 3 kiló sót oldottunk fel a vízében, és az akvaristáknak igazuk volt, leapadt a pocakja, és néhány nap múlva teljesen rendbe jött.

Kiderült, hogy a családtagokat is megismeri, de a takarító nénit nagyon nem kedveli, ha közelít felé, agresszívan úszott neki az akvárium falának. Rájöttünk, hogy azért, mert a porszívó rezgései zavarták. A rezgésekre nagyon érzékeny volt. Egyszer vasárnap délutáni szunyókálásomat végeztem, amikor enyhe földrengésre ébredtem, és egy nagy csattanásra. Zebulon ijedtében kiugrott az akváriumból, és leverte annak üvegtetejét. Óriási szerencse, hogy éppen otthon voltam, és gyorsan kimentettem a levegőből. Kezes, szelíd állat, simogatni is lehetett. Nagyon ajánlom minden állatbarátnak.

Visszatérve a paradicsomhalakhoz, az Orvosegyetemen tarthatatlanná vált a helyzet, Straub Szegedre ment, az új tanszékvezetővel szélesen nem értettünk egyet. Megpályáztam és elnyertem egy egyetemi tanári állást az ELTE Genetikai Tanszékére, nem is sejtettem, hogy ez egyetemszerte felháborodást fog kelteni. Egy Straub-ember az ELTE-n! Némi vita után a gödi Biológiai Állomáson kaptam néhány üres szobát, két kutatót, egy asszisztentst, és évi tizenötezer forintot a magatartásgenetikai laboratórium szervezésének feladatával. Ez az összeg akkor is nagyon kevés volt, az első évben sokszor a fizetésemből vettem a halak ennivalóját. Szerencse volt, hogy már az Orvosegyetemen

elkezdték a halakkal dolgozni, és amikor az ELTE-re mentem, úgy örültek, hogy megszabadulhatnak tőlem, hogy az akváriumokat és a szükséges állványokat is ingyen ideadták. Az ELTE vezetőivel való csatározásaim sem a kíváncsiság történeteit szaporítják, ezekre nem térek ki. Csak idősebbek érthetik, mit jelentett akkoriban egy ELTE-s professzortársam levele, aki azt ajánlotta figyelmembe, hogy a szibériai száműzetésből kiengedett Nyikolaj Dubinyin orosz genetikus széles körben népszerűsített nyilatkozata szerint a magatartásgenetika burzsoá áltudomány. Hát ebben sem értettünk egyet.

Megvolt a kísérleti állat, a nagyon szimpatikus paradicsomhal, gyorsan szaporodott, három hónapos generációs időt lehetett, legalábbis elméletben, számítani. Európa különböző országaiból szereztem példányokat, senki se gondolja, hogy vettem, rendeltem, pénz nem volt, hanem utazó barátaim hozták. Kaptam halakat Vietnámból is, Vida Gábor barátom cipelte. Fontos volt, hogy minél változatosabb génraktárunk legyen. A legfőbb munka pedig beltenyésztett törzsek kialakítása, mert az akkori genetika azt kívánta, hogy genetikailag lehetőleg homogén, viselkedésében eltérő tulajdonságú törzsek keresztezésével, az utódok genetikai vizsgálatával tegyünk szert viselkedésgenetikai adatokra. A halak egy része tehát véletlenszerű párosításban a *vad típus*hoz közel álló tenyésztésben vett részt, velük semmi probléma nem adódott. A halak másik részéből pedig igyekeztünk beltenyésztett törzseket kialakítani, testvérpárosítással. A különböző országokból kapott paradicsomhalak sokféle tulajdonságban már amúgy is különböztek, a beltenyésztés a különbségeket néha erősítette, máskor eltüntette, de a legnagyobb baj, hogy a folyamatot igen lassúnak véltük. Legalább húsz generáción keresztül kellett volna testvérpárosításban tenyészteni az egyes kiválasztott „törzseket”, ami ideális esetben 5-6 év, a gyakorlatban sokkal több, mert a beltenyésztés csak egereknél olyan könnyű, ők a természetben is nagymértékű beltenyésztésben élnek. A paradicsomhalak nem annyira, törzseink időnként kihaltak, és majdnem előlről kellett kezdeni a munkát. Az is szempont, hogy a törzsek tenyésztése része ugyan a tudományos munkának, de önmagában felfedezésekhez nem vezet, sokáig nem közölhattünk tudományos

publikációkat, ami a munka mércéje, és ezt kenyéradó gazdánk, az egyetem nem nézné jó szemmel.

Folyton azon törtük a fejünket, hogy milyen genetikai trükkel lehetne a beltenyésztést lerövidíteni. Hosszas irodalmazás után kiderült, hogy a természetben vannak olyan fajok, néhány béka, gyík és hal, amelyeknél a nőstények ivarsejtjei képesek teljesen ép egyedé fejlődni, ha valami elindítja a sejtek osztódását. 1917-ben békából nyertek először laboratóriumban gynogenetikus egyedeket. A hazánkban is élő ezüstkárász ilyen faj, a nőstények ívó pontyokhoz csatlakoznak, és a hatalmas mennyiségben a vízbe kerülő hímivarsejtek nemcsak pontyikrákat, pontyivarsejteket termékenyíthetnek meg, hanem ezüstkárászikrákat is. Az ezüstkárász-petesejt nem fogadja be a pontyivarsejtet, tehát hibridek nem jönnek létre, a pontyivarsejt csupán elindítja az ezüstkárász egyedi fejlődését, tehát szakszóval „gynogenezis” történik. A kifejlődött egyedek viszont az anya genetikai anyagából három DNS-szálat tartalmazó triploidok, és minden anya utódai rá hasonlítanak. Ez önmagában izgalmas probléma, mert a szexualitást kizárva a faj evolúciója is megáll azon a „ponton”, ahol az első triploidok keletkeztek. Azóta már találtak diploid ezüstkárászokat is, amelyek képesek szaporodni a triploidokkal is, tehát a dolog sokkal bonyolultabb.

Laboratóriumi kísérletekben orosz kutatóknak pontyokkal is sikerült gynogenezist indukálniuk úgy, hogy radioaktív sugárzással elpusztították a pontyspermában lévő DNS-t, így az ivarsejtek egy ideig megőrizték a petesejt-aktiváló, az egyedfejlődést megindító képességüket, és szabályos diploid, azaz az anya genetikai anyagából származó két DNS-szállal rendelkeztek. Nagyon fellelkesedtünk, egyszer talán a paradicsomhalat is lehet gynogenezisre készíteni, és gyorsabban juthatunk homogén törzsekhez. A gynogenezis során az anyai DNS-szálak keverednek a fejlődésnek induló petesejtben, ezért a művelet nem eredményez azonnal homogén egyedeket, de várható, hogy 2-3 egymást követő gynogenezis után majdnem homogén állatokhoz lehet jutni.

A pontyok nagy testű állatok, a pontyikra, pontysperma kíméletes elvétele régen kidolgozott módszere a haltenyésztésnek, ott az

irányított megtermékenyítésre használják. Homogén pontytörzseket még senki sem csinált.

Teljesen reménytelennek látszott, hogy azonnal a paradicsomhállal kezdjük az eljárás kidolgozását. Kicsi volt, és törékeny. Elhatároztuk, hogy először megpróbáljuk a gynogenezist pontyon. Legalább látjuk, hogy mivel, hogyan kell a hímivarsejteket besugározni, hány életképes egyed keletkezik a besugározott sejtek használatával, szeretnénk a módszert a kezünkben érezni.

Itt a kíváncsi történet kétféle ágazik. A pontygynogenezishez kerestünk egy halszaporító gazdaságot; Százhalombattán találtunk, és az igazgatójának, Tölg Istvánnak előadtuk a kérelmünket, hogy szeretnénk néhány alkalommal az ő berendezéseikben gynogenetikus pontyot előállítani. Figyelmesen hallgatott, és minden részlet érdekelte. A megbeszélés azzal zárult, hogy minden berendezést használhatunk, kapunk pontyszülőket, munkatársai segítenek a megtermékenyítésben, és, itt nagy lélegzetet kell vennem még ma is, ha tényleg sikerül, csináljunk beltenyésztett pontytörzseket, amelyek keresztezésével valószínűleg növelhető a pontyhústermelés. Ez az elképzelés azon az ismereten alapult, amit a csirketenyésztők már néhány évtizede sikerrel alkalmaztak. Előállítottak genetikailag majdnem homogén csirketörzseket, és ezeket keresztezték. A homogén törzseknek sok rossz tulajdonságuk van, lassan nőnek, betegségekre fogékonyak, de a hibridekben a rossz tulajdonságok nagy része eltűnik, gyorsan nőnek, jól hasznosítják a táplálékot, iparszerű termelésre alkalmasak. Akkoriban négyes hibrideket használtak igen nagy sikerrel. A hibridekben mutatkozó hatást heterózishatásnak nevezték, és sokféle állatfajnál találtak hasonló jelenséget. Az állatok mérhető tulajdonságaival, tehát a testsúly, tej-, tojástermelés öröklődésével foglalkozó kvantitatív genetikai megfelelő genetikai modelleket dolgozott ki a magyarázatra, és azokat a tenyésztésben is felhasználták.

Világos volt, hogy itt most nemcsak a pontygynogenezist kell megtanulnunk, hanem a kvantitatív genetikát is. A kíváncsiságnak mindig jelentős ára van, néha némi haszna is, mert ezekből a tanulmányokból született a *Magatartásgenetika* című könyvem 1976-ban, amely az Akadémiai Kiadónál jelent meg később.

Elfogadtuk az ajánlatot, ami mai szemmel nézve roppant felelőtlen dolog volt. Hozzá kell tennem, hogy remek társra akadtam egy frissen végzett matematikus, Nagy András személyében, akit nagyon érdekelt a genetika, és szívesen tanulta meg a szükséges biológiát, később nemzetközileg nagyra értékelt sejtbiológus lett Kanadában, és ma a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja.

Hiányoztak eszközök, nem értettünk a haltenyésztéshez, és így akartunk jelentős gazdasági hasznot ígérő fantáziadús kísérletekbe fogni. Tölg István mindenre kiterjedő segítségével nélkül ez nem sikerült volna, de amikor az első gynogenetikus pontyokat előállítottuk, nemcsak azt engedte meg, hogy a vállalat eszközeit használjuk, hanem az Állami Gazdaságok Szövetségétől a kutatás támogatására sok pénzt is szerzett. Ebből Gödön egy teremnek beillő faházat rendeztünk be halgenetikai labornak, műszereket vettünk, és nemcsak a pontykísérletek folytak, de a tanszék tudományos munkái is fellendültek.

A gynogenezis indukálására a halgazdaságban készítettük elő a pontyspermát, amit Budapesten, az Izotóp Intézetben gammasugárzó kobalt izotópjával kezeltünk, majd rohantuk vissza Százhalombattára, a pontyikrák megtermékenyítésére. Eleinte alig néhány, később már egészen sok ikrából kelt ki eleven halacska, nagy részük a kikeléskor elpusztult, de a megmaradtakat sikerült felnevelni. Idővel a megtermékenyítést követő hidegkezeléssel növelni tudtuk a diploid utódok arányát. Ellenőrizni kellett, hogy valóban gynogenezis és nem normális megtermékenyítés történt, ezért mindig tükörpontyikrát és pikkelyespontyspermát használtunk. A gammasugárzás elpusztította a sperma DNS-ét, és az utódok mindig az anyai jegyeket örökölték, tükörponty formájúak lettek. Normál megtermékenyítéskor ilyen kombinációnál a hímpikkelyezettség domináns jegye jelenik meg minden utódon. Az igazi problémák a kikelt ivadékkal adódtak. Néhány tíz vagy száz egyed nem lehetett a halgazdaságban felnöveszteni, mert nekik nagy tavaik voltak sok hal növesztésére, és nem néhány kényes állat dédelgetésére. Akváriumokban neveltük őket, de mivel a ponty nagy természetű igyekszik lenni, ez nem volt problémamentes. Egy idő után persze át kellett őket helyezni a halgazdaság keltetőtavaiba, ami természetesen sok gondot okozott nekik.

A gynogenezis sikerült, egymás után több generációban is, tehát a homogén pontytörzsek létrejöttek, de természetesen ezek sokkal gyengébb szervezetű állatok lettek, mint a normálisan tenyésztettek. A következő lépés a homogén törzsek keresztezését igényelte, de a gynogenetikus pontyok mindegyike nőtény. Az irodalomban ismert az androgenezis fogalma, ha az ikrákat sugározták be, és a megtermékenyítő sperma ép, akkor különböző kezeléssel sikerült gynogenetikus hímeket előállítani, a szétroncsolt DNS-t tartalmazó petesejt némelyikébe bejutó spermiumsejt DNS-e valahogy elindult az egyedfejlődés folyamatában. Különleges dolgok ezek. Néhányszor próbálkoztunk, de nekünk egyszer sem sikerült.

Ha mégis keresztezni akarjuk a gynogenetikus nőtényeket, hímekké kellene varázsolni néhányukat. Elvileg nem lehetetlen, mert sokféle olyan hal van, amelyek szükség esetén képesek megváltoztatni a nemüket. Mi azt néztük meg, hogy egy erősebb hormonkezelés a fejlődés korai szakaszában előidézi-e a kellő élettani változtatásokat. Ismeretlen világ, sokféle kezelés adódik, a hím nemi hormont lehet a vízbe tenni, vagy táplálékon keresztül a szervezetbe juttatni. Előfordul, amikor hatástalan, amikor káros hatású, és fejlődési rendellenességet okoz, de bátraké a szerencse, találtunk módot, amivel eredményesen sikerült „átszexálni” a gynogenetikus halakat. Lett néhány gynogenetikus hímünk, és ezekkel végre keresztezhettünk. Ezeket a féltett példányokat persze nem mertük kiadni a kezünkből, és nagyon igyekeztünk olyan körülményeket teremteni, hogy akváriumban éljenek és gyorsan növekedjenek. Akkoriban kezdtek német kutatók zárt rendszerű haltenyésztésbe fogni, rengeteg probléma adódott vele, és a fenntartása költséges, de azóta ez is sikeresen fejlődik.

A gynogenetikus törzsek genetikai homogenitását persze ellenőrizni kellett, és ehhez immunológiai módszerek szükségesek. Pikkelyátültetéssel jól meg lehetett becsülni a genetikai homogenitást, mert csak a homogén törzsek egyedei közötti átültetés sikeres. Kiderült, hogy az egymást követő gynogenezisek során, a ponty kromoszómáinak tulajdonságai miatt, nem lesznek az állatok egyre homogénebbek, egy bizonyos szinten megáll a homogenizálódás, de ha beiktatunk az átszexált nőtényekkel egy



normális megtermékenyítést, akkor a homogenizálódási folyamat folytatódik, és 90 százalék feletti homogenitású vonalakat kapunk.

A gynogenezissel keletkezett nőtények átszexálásával nemcsak a keresztezéseket lehetett elvégezni, hanem tetszőleges példányszámú monoszex állatot is lehetett készíteni, akár nem kezelt nőtények ikráinak felhasználásával. Ezek is nagyobb átlagsúlyt produkáltak, mert a nőtények valamivel súlyosabbak, mint a hímek. Készítettünk triploid pontyokat is, de velük azután tényleg kifutottunk az időből, átadtuk őket a Haltenyésztési Kutatóintézetnek.

Nagyon vártuk a homogén törzsek kereszteződésének eredményét. A hibrideket már nem akváriumban, hanem a szarvasi Haltenyésztési Kutatóintézet valamelyik tavában neveltük, oda került a kutatási téma támogatása is. Sohasem felejttem el, amikor az első gynogenetikus hibrid halakat lehalászták, mi is ott voltunk Nagy Andrással. A halászó emberek mit sem tudtak a gynogenezisről meg a homogén törzsek keresztezéséről, csak azt látták, hogy a sok száz hal, amit kifogtak, teljesen egyforma. Súlyra, formára, pikkelyzetre. Teljesen megdöbbenek. Nézd ezeket, egyformák, kiáltotta az egyikük, és a többiek leállak, bámulták a vergődő halakat. Mit csináltak velük, kérdezte valamelyikük. Sugározzák őket, mondta egy „bennfentes”, és folytatták a munkát. Szép példája ez a különös hiedelmek keletkezésének, amiről majd egy másik történetben mesélek még. A kifogott halakat lemértük egyenként, volt kontrollcsoport is nem gynogenetikus állatokból, és bizonyos keresztezéses csoportok átlagsúlya majdnem kétszerese a kontrollokénak. Győzelem.

Sok évig dolgoztunk ezen a terven, sok évig írtunk biztató jelentéseket a támogatás kiutalóinak, végre beszámolhattunk a végső eredményekről, a módszert részletesen leírtuk, átadtuk a kijelölt Haltenyésztési Kutatóintézetnek.

Ne tessenek gynogenetikus halak ivadékait keresni a csarnokban! A kutatóintézet megköszönte munkánkat, sok vendégnek bemutatták mint a saját eredményüket, egyik munkatársuk valóban sokat segített nekünk, majd minden ment tovább, mint korábban. Akkoriban dühös voltam, de végül is igazuk volt. Az, hogy a módszer legalább az országot elláthassa megnövekedett produkciójú

pontyokkal, egy külön intézményt igényelt volna, genetikusokat, megfelelő laborokat, ellenőrzést, kényes haltörzsek nevelésére alkalmas tavakat és még egyebeket. Az akkori körülmények között erre reménytelen volt gondolni. Azóta viszont sokféle tenyésztett halon, például lazacon, tilápián használják a gynogenezis és a szexátfordítási technikákat, persze külföldön.

Jöttünk, láttunk, megcsináltuk, de nem győztünk.

Azért megérte, sok mindent megtanultunk, és a kutatási szempontból érdekes ügyek mellett bepillanthattunk az állami gazdaságok, szövetkezetek szövevényes viszonyaiba, még támogatást is kaptunk tőlük tudományos munkára.

A saját munkánk a paradicsomhal, szorgalmasan fejlesztettük a különböző tulajdonságú beltenyésztett törzseket, belekezdünk a viselkedésvizsgálatokba is, 17 év alatt majd hatvan tanulmányunk jelent meg a paradicsomhalak viselkedéséről, némelyik jeles folyóiratokban. Én pedig az első évtől, 1973-tól fogva etológiát tanítottam az ELTE-n pontosan úgy, ahogy annak idején az angol, német szakos tanárok tanították az orosz, vagyis általában két leckével jártam a tanulók előtt. A nehézséget az jelentette, hogy még nem voltak etológiakönyvek, nem lehetett megtanulni az etológiát valamilyen szakértő írásból. Egyetlen kis könyvecske létezett, amelyet Lorenz egyik tanítványa, Eibl-Eibesfeldt írt *Die Biologie des menschlichen Verhaltens* (A viselkedés biológiája) címen, de ez nem tankönyv volt, hanem érdekes Lorenz-történetek, egy-egy megfigyelés leírása. Mindenesetre ebből, meg sok szakcikkből megtanultam a szakmát. Igyekeztem, és a harmadik évben már egészen jól ment. Közben számos vitám akadt pszichológusokkal, akik azt gondolták, hogy az állati viselkedést az akkor még működő állatpszichológia szabályai szerint lehet és szükséges vizsgálni, és az etológiáról nem is hallottak.

Nem fogom untatni az olvasót kutatási részletekkel, csupán a vizsgálatok irányáról és valamennyire az eredményekről szeretnék beszámolni.

Amikor nekikezdünk, még volt állatpszichológia. Az állatpszichológia sokféle tesztet dolgozott ki galambok, egerek, patkányok, majmok viselkedésének vizsgálatára. Ezekben az állatot tulajdonképpen egyfajta modellként kezelték egyes emberi

viselkedésproblémák vizsgálatára. Tehát nem az érdekelte őket, hogy egy egér vagy patkány a saját természetes környezetében hogyan viselkedik, hanem az, hogy mi történik, ha egy mesterséges tanulási vagy más feladat elé állítják. Elképesztően sok egér, galamb és patkány tanult egy „Skinner-dobozban”, azaz egy zárt kis ládikóban, amelyben jutalmat vagy büntetést kaphat, ha valamilyen egyszerű feladatot megold, mondjuk, rákoppint egy gombra, vagy lenyom egy kis emeltyűt. Ezekből a kísérletekből sokféle ismeretet szereztek alapvető, tanulással kapcsolatos élettani folyamatokról, de ettől sem az emberi tanulás magasabb rendű formáit nem lehetett tisztázni, sem a vizsgált kísérleti állatok igazán jellemző viselkedési tulajdonságait.

1973-ban kapott Nobel-díjat Konrad Lorenz, aki az etológia tudományát megalapította, és bebizonyította, hogy csak úgy lehet a különböző állatfajokat igazán megismerni, ha azokat a természetes élőhelyükön, emberi közbeavatkozás nélkül vizsgáljuk. A vizsgálat azt jelenti, hogy a megfigyelt viselkedésformáikat pontosan leírjuk, és az életük szempontjából elemezzük. Lorenz gyors fejlődést indított el a viselkedéstudományokban, és gyakorlatilag kivégezte az állatpszichológiát, mert a mesterséges környezetben megfigyelt viselkedést az állat szempontjából nem lehetett értelmezni. Az állat természeti szempontja az életben maradás, táplálék-, búvóhelyszerzés, szaporodás, menekülés és hasonlók. Ezekhez a Skinner-dobozoknak tényleg kevés közülük van.

Egy példával tudom a legjobban érzékeltetni az állatpszichológia és az etológia közötti szemléletkülönbséget. Már vagy egy éve dolgoztunk és tartottam az etológia-előadásokat a biológushallgatóknak, amikor Németországból jött egy kiváló állatpszichológus vendég, és előadást tartott nekünk. Az előadásában arra a kérdésre keresett választ, hogy ha nagyobb bekerített szabad területen (open field) helyezett patkányokat egy kis emelvényre, és enyhe áramütésekkel büntette őket, ha arról leléptek, vajon miért tanulnak sokkal gyorsabban azok a példányok, amelyeknél a kis emelvényt az apparátus valamelyik sarkába helyezte, mint azok, amelyek esetében az emelvény közepén állt, mert jelentős különbséget mért a tanulás sebességében. A legkülönbözőbb magyarázatokkal kísérletezett, például azt gondolta,

hogy a sarokban a patkány bőrérítés-receptoraival érzékeli a falakat, és ez gyorsítja fel a tanulást. Komplikált módon érzéstelenítette a szerencsétlen patkányok bőrét, hogy az érintésreceptorokat kikapcsolja, de az ilyen egyedek is gyorsabban tanultak a sarokban, mint középen. Volt még néhány ötlete, de a különbségre nem talált magyarázatot. Az előadás alatt tanítványaim jókat kuncogtak, de amikor elmagyaráztam a derék németnek, hogy én hogyan látom a problémáját, csúnyán röhögtek, ami nem volt illő. A patkány üregekben, csatornáknak él, és természetesen nagyon fél, ha egy szabad területre helyezett pódiumon kell álldogálnia, különösen akkor, ha még meg is villanyozzák a lelépésekért. A sarokban sokkal biztonságosabban érzi magát, és természetesen hamar megtanulja, hogy itt csak a sarokban mozdulatlanul kucorogva lehet békén az ember, illetve a patkány. A középről mindig gyorsan ide igyekszik, ha árammal kezelik, akkor is. A jelenségnek tehát semmi köze a tanuláshoz, annál inkább az etológiához, a veleszületett tulajdonságokhoz meg a környezeti hatásokhoz. Szegény német nem sokat vitatkozott. Mit is mondhatott volna...

Mi nem akartunk állatpszichológiát művelni, igyekeztünk a paradicsomhalat sokféle környezetben megfigyelni, aprólékosan leírtuk a viselkedését, és kíváncsiak voltunk arra, hogy a viselkedéselemek miként jelennek meg különböző helyzetekben, és legfőképpen, ha vannak az elemek szerveződésében törzsi különbségek, akkor ezek hogyan öröklődnek.

Az első évek az ismerkedéssel teltek el. Jól választottunk, a paradicsomhal már egy kétszáz literes, növényekkel benőtt akváriumban is jól érzi magát, és ha a párok egymásra találhatnak, a szaporodás is elkezdődhet. Ha erről a természetes környezetre leginkább hasonlító helyről áthelyezzük őket szűkebb térbe, egy 5-6 literes akváriumba vagy akár az állatpszichológusok „open fieldjére”, akkor persze izgatottak lesznek, és a viselkedésük megváltozik, de néhány nap alatt ezt is megszokják, mert az élőhelyeiken gyakran tartózkodnak szűkebb terekben. Elég hamar megtanultuk a viselkedésük leírását, az elemek között a különböző helyzetben végzett úszást, az álldogálás formáit, a levegővétel jellegzetességeit, a félelmet keltő helyzetben végzett aktív és passzív cselekvéseit.

Körülbelül húsz viselkedési elemet írtunk le, és ezekkel jellemezhetjük, de világos volt, hogy nemcsak arra van szükség, hogy egy-egy elemet felismerjünk, hanem arra is, hogy az állat bizonyos idő alatt végzett összes tevékenységét az előforduló viselkedési elemek jellemzésével és azok végzésének időtartamával együtt rögzítsük. Videók még nem voltak, és stopperórával mérni egy-egy elem megjelenésének idejét teljesen reménytelen, mert egyet még könnyű megmérni, de amíg az órát megállítjuk, újra elindítjuk, lehet, hogy a hal már a harmadik elemet mutatja. Komputert és videó kellett volna, de az egyetem még csak egy „Ural” számítógépet birtokolt, amit leginkább karbantartottak egy gondosan temperált teremben. Mérete több ruhásszekrényt tett ki, és lyukszalaggal lehetett érintkezni vele. Egyik kollégánk barátai, ügyes tervezőmérnökök, megkíséreltek egy „zongorát” készíteni, ez kisebb doboznak sikerült, vagy harminc szorosan egymás mellé helyezett apró billentyűvel. Ha bekapcsoltuk, és nyomogattuk a billentyűket, akkor a lenyomás időtartamát a gép rögzítette lyukszalagon. A lyukszalagot meg vihettük az Uralhoz, ha azon a héten éppen működött. Nagyon okos készüléknek formálódott a kis zongora, de sajnos nekünk merevek a kezeink. Senkinek sem sikerült gyors egymásutánban nyomogatni a zongora billentyűit, mert olyan közel voltak egymáshoz, hogy többnyire a mellette lévő billentyű is lenyomódott. A sok munka ellenére használhatatlan volt.

Én éppen szorongások közepette készültem, hogy bevalljam a kudarcot, és kérjem őket, szerkesszék teljesen át a gépecskét, amikor hírért vettük, hogy megjelent az amerikai piacon az első „személyi komputert”, a ZX80. Ez kell nekünk! Ugyan csak 16 kilobyte-os memóriája volt, és a rajta készült aprócska Basic programokat nem tudta tárolni, minden használat előtt kézzel kellett minden algoritmust beleírni, de úgy gondoltuk, ez nekünk jó lesz, és a lyukszalagoktól is megszabadulunk. Amerikai barátaim gyorsan megsegítettek eggyel, András elkészítette a programot, és végre rögzíteni tudtunk a paradicsomhal viselkedését különböző környezetekben. A kis létszámú tanszék tagjai mind „kódoltak”, viselkedést rögzítettek, néhány hónap múlva már videó is került, és képesek voltunk egymás eredményeit ellenőrizni, nagyon jó egyezést mutattak a rögzítések. A komputerek gyorsan fejlődtek,

találtunk egy komputerépítő zsenit, „A Lajost”, aki magánszorgalomból egy Apple-gép teljesítményével egyező masinát fabrikált nekünk, ez akkor óriási műszaki teljesítmény volt, a problémát csak az okozta, hogy a gép szinte kizárólag Lajos jelenlétében működött, ha valamiért megállt, Lajos odalépett, belekotort, és a gép órákig működött megint. Ha egyéb kötelmei elszólították, a gép hamar leállt, mi nagyokat káromkodtunk, amíg újra meg nem jelent. Idővel azután fejlettebb, IBM személyi számítógépek is jöttek, és minden technikai problémánk megoldódott. Sok száz óra paradicsomhal-megfigyelést rögzítettünk, és megfelelő statisztikai módszerekkel ezeket elemezni lehetett. Egy igazi statisztikakutató adott nekünk órákat a szükséges ismeretekről.

Az eredmények azt mutatták, hogy a paradicsomhal viselkedése két szerveződési szinten szabályozódik. A legalsó szint, amit az egyes elemek időbeli előfordulásának sorozataként megfigyelhetünk. Az egyes elemek gyakran kerültek egymást követő társaságba, de lényegében minden elem önálló, megjelenése nem függvénye más elemek megjelenésének. A húsz elem sorozataival jól jellemezhetjük a paradicsomhalat különböző helyzetekben, különböző környezetekben. A szerveződés másik szintje funkcionálisnak tűnt. A halagy belső állapotai az elemek segítségével megkülönböztethetők voltak, és összefüggtek a környezettel. Négy ilyen komplex állapotot különböztettünk meg: a territorialitást, amely nyugodt körülmények között jelent meg növényes, tágas térben, az explorációt, amikor valami felkeltette az állat figyelmét, és kíváncsian érdeklődött. A másik két állapot általában félelmet keltő helyzetekben jelentkezett, például ha egy fekete/fehér színű tárcsát forgattunk a medence felett, imitálván valamilyen madár ragadozót. A félelemnek egy aktív és egy passzív formája mutatkozott. Ez a négy belső állapotot jellemző viselkedési elem-komplex a külső környezet hatásait tükrözte. Ezek mellett a párválasztás, ívás, ivadékgondozási viselkedés is fontos része a paradicsomhal életének, de ezekkel nem foglalkoztunk.

Négy beltenyésztés alatt álló paradicsomhaltörzset fejlesztettünk, és ezek jelentősen különböztek egymástól a mérések szerint. Az U törzs például nagyon lelkesen kutató, és ha valami megijesztette, aktív elemekkel menekült, az S és a P törzsek sokkal gyakrabban

választották a passzív komplexek állapotait. Megmértük egészen más fajok, az akvaristáknál népszerű kék gurámi és a sziámi harcoshal viselkedésformáit is, az elemek ott is megvoltak, de a komplexek a paradicsomhalétól nagyon különböztek.

Miután kialakultak a stabilis tulajdonságú törzsek, érdemes volt néhány genetikai vizsgálatot is elvégezni. Gerlai Róbert munkatársammal diallél keresztezést végeztünk. Három kiválasztott beltenyésztett törzset kereszteztünk, mindegyiket mindegyikkel, és az egyes kombinációkból nagyobb számú egyedet négy különböző környezetbe helyezve, rögzítettük néhány percig a viselkedésüket. Az ilyen vizsgálatokból arra nézve lehet következtetéseket levonni, hogy az egyes tulajdonságokért felelős gének mifélek, esetleg hányan vannak. Az eredmények alapján arra lehetett gondolni, hogy a paradicsomhal viselkedését leíró elemek és komplexek stabilak, sok gén hatására alakultak ki, és az evolúciójuk során stabilizáló szelekciós hatás érte őket. (Gerlai Róbert elismert viselkedésgenetikus lett azóta az Egyesült Államokban.)

Közben Gervai Judit remek munkája eredményeképpen megindult a paradicsomhalak gynogenezise. A pontyokhoz hasonlóan hormoninjekciókkal segítettük a peteérést, és az ikrákat ultraibolya fényel besugárzott aranyhalspermával termékenyítettük meg. A fajidegen spermiumok is képesek az egyedfejlődést elindítani, de a paradicsomhal genetikai anyagát érintetlenül hagyják. A legtöbb embrió haploid lesz, tehát fél kromoszómakészletet tartalmaz, de hasonlóan a pontyoknál használt hőkezeléshez, itt is keletkeznek diploidok. Két-három gynogenetikus generáció után náluk is tanácsos a keresztezés, mert a génhomogenizációs folyamat megáll. A paradicsomhalnál az ivarmeghatározó kromoszómák a ZZ/ZW típusúak a hímeknek van egyforma kromoszómájuk, ZZ, és a nőstényeknek kétféle, Z és W, ezért gynogenezisnél nemcsak nőstények, hanem hímek is keletkeznek, amelyek segítségével a gynogenetikus vonalak keresztezhetők. Gynogenezissel a homogenizáció hetedik generációjáig jutottunk, és kilencven százaléknál is magasabb génhomogenitást értünk el. Nagyon kifizetődött a pontyokkal való munka kerülőútja.

A gynogenezis technikája lehetőséget adott egy egereknél nemrégiben kidolgozott úgynevezett „rekombinánstörzs-technika”

alkalmazására. Nagy Andrással meg is látogattuk az egyesült államokbeli Maine államban dolgozó egérgenetikust. Sok jótanácsot kaptunk. Ő beltenyésztett egerekből készített egy hibridet, majd a hibrid utódainak elkülönített beltenyésztésével genetikailag homogén törzseket állított elő, amelyek vizsgálatával a hibridek valamilyen tulajdonságának genetikai hátterét képes kideríteni. Ha több gén határozott meg egy egértulajdonságot, ezek a gének a rekombinációs hibridtörzsekben szétváltak, és a génszerkezet felderíthetővé vált. Mi a két leginkább eltérő paradicsomhaltörzset kereszteztük, és a hibridekből sorozatos gynogenezissel állítottuk elő a rekombinációs törzseket. A törzsek tulajdonságait, 10-15 viselkedési elemet, változó környezetben hasonlítottuk össze a rekombinációs törzsekével. Egyszerű esetben, ha egy-két gén határoz meg egy tulajdonságot, ezek élesen elkülönülnének a rekombinációkban, ha sokgénés, apró, úgynevezett additív hatásokról van szó, akkor a rekombinációk tulajdonságátlaga közel esik a szülői átlaghoz. Ha egyik eset sem következik be, a tulajdonságot jellemző értékeknek a rekombinációk közötti eloszlásából lehet következtetni a gének lehetséges számára és az esetleges kölcsönhatásokra. Amikor a munkát elkezdtük, nagyon bízunk abban, hogy találunk majd egy- vagy néhány génes tulajdonságokat. Ez nem jött be, az általunk vizsgált jellegzetességek valamennyien poligénesek voltak. Viszont a második szerveződési szinten működő géncsoportok itt is négy különböző komplexbe sorolódtak, megerősítve a korábbi etológiai vizsgálatokat. A további munka az lett volna, hogy a rekombinációs törzsek némelyikéből készítsünk hibrideket és újabb rekombinációs törzseket, amíg csak egy-egy gént azonosítani nem tudunk.

Miközben ezek a kísérletek folytak, a paradicsomhal tanulásával is foglalkoztunk, és érdekes jelenségeket találtunk. A sokféle környezethatás vizsgálatából arra következtettünk, hogy valamilyen ragadozó jelenléte, esetleg támadása a legfontosabb környezethatások egyike, ezért néhány eleven csukával azt vizsgáltuk, hogy a paradicsomhalak hogyan reagálnak a jelenlétükre. Jóllakott, nagyobb csukával kezdtük, ami az egyik sarokban álldogált unottan. A paradicsomhalak, amint meglátták, izgatottak lettek, és elkezdték őt alaposan megvizsgálni néhány tíz centiméteres távolságból, de érdekes módon úgy, mintha egy üvegtölcsér lenne a



szája körül, amelynek területére sohasem úsztak be. Nagyon bölcs viselkedés. Ha naponta néhány percig nézegethették a csukát és az sohasem támadott, akkor idővel csökkent az érdeklődésük, de ha a ragadozó megmozdult, azonnal figyelmesek lettek. Kíváncsiak voltunk, mi történik, ha a csuka támad. Most olyan méretű éhes csukát választottunk, amely támad, de kis valószínűséggel képes elnyelni áldozatát. Nos, azok a paradicsomhalak, amelyek megtapasztalták a támadást, újabb jóllakott csukát már nem vizslattak, hanem igyekeztek a legtávolabbi sarokba menekülni. Vagyis igen jó tanulónak bizonyultak. Éhes csukákkal nehéz paradicsomhalat tanítani, ezért megpróbáltunk egy műragadozót előállítani. Vettünk egy kisebb, két részre osztott akváriumot, amelyben az elválasztó falon volt egy átjárható kisebb nyílás, amin csak a paradicsomhalak képesek átmenni, és az akvárium egyik rekeszébe egy békés aranyhalat, a másikba a vizsgálandó paradicsomhalat helyeztük. Kíváncsi állatok, amint meglátták, hogy nincsenek egyedül, szépen óvatosan beléptek az aranyhal rekeszébe, és éppen úgy, mint a csukát, alaposan szemügyre vették, minden oldalról elkerülve természetesen a száját. Ha néhányszor már találkoztak vele, érdeklődésük megszűnt. Igyekeztünk őt érdekessé tenni, és egy kísérletsorozatban, amint a paradicsomhalak beléptek az aranyhalhoz, egy egészen apró áramütést kaptak. Az aranyhal is megugrott a csípéstől, a paradicsomhalak is, de ezek még gyorsan vissza is tértek a saját rekeszükbe. Ha ezután másnap, harmadnap megint összehoztuk őket az aranyhallal, többé már nem mutattak érdeklődést, még véletlenül se léptek be hozzá.

Sikerült veszedelmessé tenni az aranyhalat!

Minket az is érdekelt, hogy az idegen fajú hal látványának mely részei, amik a paradicsomhal érdeklődését felkeltik, ezért egy gyerekjáték műanyag halra kis világító LED-lámpákat szereltünk szem gyanánt, ez éppen olyan hatást váltott ki, mint az aranyhal. Ha a jelenlétében apró áramütést kaptak a paradicsomhalak, a további találkozásokat gondosan elkerülték. Nagyon izgalmas kísérletek következtek, a kis LED-szem-párost plexilapocskára szereltük, mintegy test nélküli szemnek mutatkozott a vízben, készítettünk függőleges szempárost, meg egyetlen „szemet” tartalmazó apró

plexilapocskát, és mindegyiket kipróbáltuk önmagában, meg enyhe áramütéssel kombinálva. Az egyetlen szemnek, a függőleges helyzetű szempárnak, valamint a test nélküli szemeknek nem volt hatásuk, nem is érdekelte a halakat, áramcsípéssel kombinálva már jelentkezett valamiféle hatás. Szem nélküli tárgynál semmi hatás, egy szem, függőleges szemek önmagukban csekély érdeklődést váltottak ki. Ha viszont a szemeket valamilyen tömeggel rendelkező hordozóra erősítettük, akár egy darab formátlan szivacsra, akkor az áramcsípés után megnőtt az érdeklődés, a kétszemű tárgy gyakorlatilag úgy működött, mint az élő aranyhal, amivel gondosan elkerülték a további találozókat.

A kísérletek etológiai magyarázata nagyon egyszerű. A paradicsomhalak veleszületetten érzékenyek két vízszintesen elhelyezkedő szemszerű foltra. Ha ilyet látnak, körbejáráják, kutatják a természetét, ha semmi különös nem történik, a továbbiakban nem törődnek vele. Ha viszont valami kellemetlenség, áramcsípés adódik, vagy a szemhez kötődő tárgy megtámadja őket, akkor a rákövetkező találkozáskor azt elkerülik. Az etológia szóhasználatával a két szem a tanulás kulcsingere. Ez jelentős dolog, mert azt mutatja, hogy a tanulási folyamat csak úgy magától nem indul el. Olyan gazdag környezetben, ahol a paradicsomhal él, nem sok értelme lenne, hogy a memóriájában rögzítse a környezet különböző tárgyait. Ha viszont valamelyik kellemetlenséget okoz neki, megtámadja és sikerül elmenekülnie, fontos, hogy emlékezzen a támadóra és egy következő találkozásnál elkerülje.

Kíváncsi voltam arra, hogy ez vajon csak halakban megfigyelhető mechanizmus, vagy esetleg komplexebb szervezeteknél is. Jeles munkatársamtól, Topál Józseftől tanszéki belépő munkájaként azt kértem, hogy egereken is ismétlje meg a kísérleteket. Elvégezte, és az eredmény ugyanaz volt. Valószínűleg a gerinces állatoknál, legalábbis a paradicsomhalnál és az egereknél a tanulási folyamat kulcsingerekre indul be. A szakma jól fogadta az eredményeket, az etológusok bibliája, a *Perspectives in Ethology* folyóirat 50 oldalas nagy tanulmányt fogadott el tőlem a paradicsomhalról, amelyben a környezethatással kapcsolatos kísérletek és a tanuláshoz szükséges kulcsingert bizonyító szerepeltek. Később a tanulással kapcsolatos kísérletek tankönyvekbe is bekerültek.

A kilencvenes évek vége felé jártunk, és jelentős döntést kellett hoznom a további munkáról. A paradicsomhal témában a kulcsingerek szerepe kiváló téma lett volna, ha megfelelő genetikai módszerekkel képesek vagyunk felderíteni a kulcsingerrel kapcsolatos agyi mechanizmusokat. A gynogenezissel és a rekombináns törzsek technikájával ezek a módszerek rendelkezésre álltak. Ami hiányzott, az a megfelelő erőforrás. Sem elég pénzünk, sem megfelelő laboratóriumok, sem elegendő munkatársunk nem adódott ilyen nagy munkához. Rekombináns törzsek százait kéne előállítani, tesztelni, tenyészteni. Kis tanszék voltunk, kevés lehetőséggel. Hosszas gyötrődés után úgy döntöttem, befejezzük a halas munkákat, és adódott a kutya téma, de erről majd a következő fejezetben.

## 5. A kutyák szőrös gyerekek

Ezt a népszerűvé vált kifejezést nem én találtam ki, hanem külföldi kollégák, akik egy *Science*-interjúban kommentálták egyik kutyás cikkünket, ami a véleményük szerint új ágát indította el az etológiának, a „kognitív etológiát”, amelyet egyszerűen az „elme etológiájának” fordíthatunk. Ez fontos állomása ugyan kutyakíváncsiságom történetének, de nem a kezdete, talán a közepe, sok minden zajlott előtte.

Ha nagyon kutakodom a saját életemben, hogy miért éppen kutyákkal kezdtünk foglalkozni, nem Bukfencnél és Jeromosnál lyukadok ki, bár nagyon jelentősek, és mindenki a környezetemben azt hiszi, hogy ők a felelősek, hanem egy Péter nevű tacsinál, akit (nekem a kutyák akik, ajánlom figyelmedbe, kedves olvasó) ifjúkoromban kaptunk, és öcsémrel együtt voltunk figyelmes gazdái. Észrevettük, hogy ha ismerős látogató jön a családukhöz, azt a tacsit jóval előttünk észleli, egy sajátos hanggal jelzi nekünk, és szalad az ajtóhoz. Öcsémrel elhatároztuk, hogy megtréfáljuk szegény állatot, és amikor nem volt éppen jelen, gyakoroltuk az ő különös nyüszítését. Amikor úgy gondoltuk, már tőrhetően utánozzuk, próbát tartottunk az egyik belső szobában, a tacsit jelenlétében hallattuk a nyüszítést, aki azonnal rohant az ajtóhoz, és fülelt várakozón. Persze nem jött senki. Visszafordult, és olyan megvető tekintettel mért végig bennünket, amit azóta se tudok felejtetni. Ráadásul soha többé nem reagált az utánzásunkra. Messze voltak még az etológiai kutatások az életemben, de én azt a tanulságot szűrtem le a történetekből, hogy ez a kutya megértett minket, azt is, hogy átvertük és kiröhögtük, mert persze kiröhögtük, és ezen megsértődött, mert persze megsértődött. A tacsik ilyenek. Azért voltam képes eme következtetésekre jutni, mert komoly tudósok még nem magyarázták el nekem, hogy az állatok csupán

reflexmasinák, és nem gondolkodnak. Később meg már hiába beszéltek.

Amikor az ELTE Magatartásgenetikai Laboratóriumát vezetem, és kutatási támogatásért meg elismerésért harcoltam, volt egy periódus, amikor esélye látszott annak, hogy az Akadémia átveszi a gödi Biológiai Állomást, ahol helyet kaptunk, és odahelyezi a Pszichológiai Intézet egyik munkatársát, aki kutyákkal foglalkozott, klasszikus reflexkísérletekkel. Úgy gondoltam, hogy a kutyák nem egyszer használatos kísérleti alanyok, talán mi is tudnánk őket vizsgálni etológiai kísérletekben, amelyek nagyon szelídek, csupán megfigyeléseket alkalmaznak. Sajnos végül az egyetemi ármánykodások miatt semmi sem lett az akadémiai átvételből, de ez csak egy év múltán derült ki, közben mi összeszedtünk vagy harminc kutyát, és csapatban tartottuk őket. Az az igazság, hogy csak néhányat akartunk, hogy előre megismerjük őket, de amint elterjedt, hogy kutyákkal akarunk foglalkozni, mindenkinek eszébe jutott egy szegény eb, akitől gazdái meg akarnak szabadulni, vagy csak egyszerűen bedobták őket a kerítésen. Az egyetem műszaki osztálya is azt gondolta, hogy a különböző telephelyeken szaladgáló gazdátlan kutyáknak mi jó gazdái leszünk.

Sok élménnyel gazdagodtunk. A kutyák falkát alkottak, és mindent együtt csináltak. Egyszer én vittem őket le a Duna-partra. Amint eltávolodtunk a gödi Biológiai Állomástól és befordultunk az egyik oda vezető utcába, ők gyorsan tovább rohantak, ismét befordultak, és vérfagyasztó férfisikoltást hallottam. Kétségbeesve rohantam, egy fiatal párt találtam, amelynek a tagjait a kutyák fenyegetően körülvették, és vicsorogtak rájuk. Érkezésemre leálltak, kérdeztem a párt, hogy mit csináltak, mert ezek a kutyák az egyetem kutyái, és nagyon békések. Ők semmit sem tettek, őket megtámadták, és ez borzasztó. Tanúk nincsenek, menjünk tovább. Leértünk a Duna-partra, és a csapat elkezdett rohanni egy távoli, parti vendéglő felé, ahol egy magányos, tíz év körüli kisfiú álldogált. Most már igazán kétségbeestem, ha az a pár az előbb semmit se csinált, és a kutyák megtámadták őket, akkor mi lesz most, ráadásul egy gyerek. Rohantam. Amikor odaértem, a gyerek guggolt, és harminc kutyát simogatott, mindegyik hozzá akart férni.

Sok hasonló történetet mesélhetnék, de az eredmény nagyon fontos tanulság lett. Nem falkakutyákat akarunk vizsgálni, ahhoz sokkal nagyobb hely, tér, berendezés kellene, és egyedi ketrecben tartott kutyákat sem, mert az is nyilvánvaló lett, hogy a kutyák külön-külön sokféle kapcsolatot építettek ki a Biológiai Állomáson dolgozó emberekkel. Volt, aki titokban, mert szigorúan tiltottuk, finom falatokat hozott két, általa kedvelt kutyának, volt, aki félt tőlük, ezért fenyegették, a műhelyfőnök fadarabokat vagdosott hozzájuk, őt kerülték. Aki nem törődött velük, azzal ők se törődtek. El is kezdtünk néhány kísérletet, de azokból csak annyi derült ki, hogy a kutyák minden kutatóval, technikussal valamilyen saját viszonyt ápolnak, és a kísérlet eredményét néha az szabja meg, hogy a kutyáknak mi a véleményük a közreműködő munkatársakról. A halakkal végzett munkánál nem fordult elő, hogy a kísérleti alany is véleményezi a kísérletet. Egy év múlva minden befogadott kutyának tisztességes gazdát találtunk, Boldizsár 14 évre a telep kutyája lett, mert két gazdától is visszaszökött, jutalmul a pénzügyi osztály leltárba vette.

Körülbelül egy évtized telt el ezután.

Pontosan emlékszem arra a megbeszélésre, amikor néhány munkatársamnak elmondtam, hogy be kívánom fejezni a paradicsomhalas kísérleteket, és a továbbiakban kutyákkal szeretnék foglalkozni. Ők választhatnak, átmennek a tanszék nyulas csoportjába, megválnak a tanszéktől, vagy az irányításom alatt kutyáznak. Nagyon fancsali képet vágtak, de némi gondolkodás után úgy döntöttek, velem maradnak, csak mondjam meg, hogy mit s hogyan kell csinálni. Közöltem, hogy fogalmam sincs, azt tudom csak, hogy mit nem szeretnék: falkakutyát, ketrecbe zárt kutyát, és persze a szakmával szemben azt képzelem, hogy a kutyának van természetes környezete, ez az emberi közösség, tehát a kutyákat gazdáik bevonásával fogjuk vizsgálni. Csodálkoztak, és maguk között arról beszéltek, hogy biztosan Bukfenc miatt van mindez. Akkoriban találtuk Bukfencet a Kékes tetején egy szép téli napon, és én valóban sok érdekes történettel traktáltam a tanszéket az ő viselt dolgairól. Azt viszont pontosan tudtam, hogy az egészséget miért érdemes csinálni, és Miklósi Ádámmal, aki a végén a tanszéki utódom is lett, megírtuk egy cikkben.

Az igazi kíváncsiság az ember korai viselkedésevolúciójával volt kapcsolatos. Az előbbieken meséltem a közösségekbeli életről, és azt is hangsúlyoztam, hogy a néhány százezer évvel ezelőtti közösségek viselkedéséről nagyon keveset tudunk, leginkább a maiak életéből következtetünk rá. Viszont adódik egy érdekes analógia, amit elmagyarázok. A kutyák pár tízezer éve emberi közösségekben élnek, ehhez kellett a háziasítás során alkalmazkodniuk, ami azt jelenti, hogy éppen olyan környezeti hatások érik őket, mint amilyenek az ember saját evolúciójában működtek, tehát érdemes analógiákat keresni, így megtudhatunk valamit az emberi viselkedés evolúciójának korai szakaszáról.

Tehát a kutya farkas létéből lépett át egy új ökológiai fülkébe, az emberi közösségbe, ott-tartózkodását pedig azok a genetikai változások tették lehetővé, amelyek éppen az emberrel kapcsolatos szociális megértést célozták. A kutyának ugyanaz a problémája, mint a nyelv előtti embernek: a társai (emberek) viselkedéséből kell megértenie, hogy milyen helyzet van éppen, mi következik a helyzetből, mi lehet a feladata, mikor végzi jól vagy rosszul a dolgát, az milyen következményekkel jár. Tudjuk, hogy a farkasból kifejlődött kutya a háziasítás harminc-ötvenezer éve alatt mintegy huszonnégy génmutációja segítségével ezt a feladatot remekül megtanulta.

Nagyon sokáig az etológusok nem foglalkoztak kutyákkal, mondván, hogy háziállatokkal, amelyek nem természetes környezetükben élnek, nem érdemes. Én viszont a kutya esetét kivételesnek tartottam, és azt gondoltam, hogy a természetes környezete éppen az ember teremtette szociális tér, ehhez alkalmazkodott, és ez elegendő indok is a tanulmányozására. Már csak azért is, mert a kutya mesterséges állat, hiszen az ember teremtette sok tízezer év alatt, talán teremtőjéről, az emberről is sok mindent elárul majd.

A biológusok, amikor két fajt összehasonlítanak, gyakran használják a homológia és az analógia fogalmát. Kutya kutatásaink értelme is ebben a két fogalomban rejtezik. A homológia és az analógia mindig két faj anatómiai felépítése vagy viselkedése közötti viszony eredetére utal. A cápák és a delfinek uszonya nagyon hasonló kívülről nézve. Azt mondjuk, hogy ezek analóg szerkezetek, amelyek a közös élettér, a tengervíz alakító hatására jöttek létre az

evolúció során. A delfinuszony és a kutyaláb, vagy éppen az ember lába kívülről nagyon különbözőnek látszik, de a csontok belső elrendeződése teljesen egyforma, azt mondjuk, hogy ezek homológ szerkezetek, amelyek a közös eredet miatt alakultak így. A cápa hal, uszonyának belső szerkezete nem is hasonlít a delfinére, ami egy emlős. A homológia vagy analógia viszony kimutatása tehát az azonos tulajdonságokról szól, arról, hogy azok közös környezeti tényező hatására vagy pedig a közös evolúciós eredet miatt alakulnak ki. Az eddigiekben az emberi viselkedésevolúció rekonstrukciójához a primáta homológiákat, tehát a közös eredet koncepcióját használták fel. Ha találnánk olyan fajt, amelyben kimutathatók viselkedési analógiák az emberrel, annak vizsgálata sokat segítené a rekonstrukcióban, mert az analógiák sokkal pontosabban tükrözik a környezeti hatások, az evolúciós kényszerek jellegzetességeit, mint a homológiák, különösen, ha távoli fajokról van szó.

Az utóbbi években a kutya viselkedésével kapcsolatosan végzett kísérleti munkám alapja az a hipotézis volt, hogy a kutya jelenlegi környezete, valamint a korai, talán még a nyelv előtti ember környezete számos hasonlóságot mutat. Mindkét környezet szervezett emberi közösségekből áll, amelynek tagjai együttműködnek, kommunikálnak, és igyekeznek egymás mentális állapotát, valamint szociális akcióit megérteni. Feltételezem, hogy ez a környezet befolyásolta a szelekciót mind a korai ember evolúciós kialakulása, mind pedig a kutya háziasításának folyamatai során. Ha ez a hipotézis életképes, akkor a kutya tulajdonságainak vizsgálata modellként szolgálhat a korai emberi evolúció vizsgálatára is. Ha vizsgálataink megerősítik, hogy a kutya és az ember mutat bizonyos viselkedési analógiákat, akkor feltételezhetjük, hogy ennek egyes elemei nem véletlenül kerültek kapcsolatba egymással, hanem mögöttük valamilyen fontos viselkedésevolúciós mechanizmus húzódik. A kutyát figyeljük tehát, és az emberről, az emberi viselkedés kialakulásának korai fázisairól tudhatunk meg fontos dolgokat.

DNS-vizsgálatok alapján valószínűsíthető, hogy a kutya mintegy 30-50 ezer éve él együtt az emberrel, tehát volt ideje az emberi környezethez genetikailag is alkalmazkodni. Az ember–kutya



viselkedési analógiák, tehát a közös környezet miatt kialakult tulajdonságok vizsgálata szempontjából az emberre speciálisan jellemző tulajdonságok halmazából kell kiindulnunk, amelyet az etológusok humánviselkedési komplexnek neveznek.

Ha a kutyában a humánviselkedés-komplexum lényeges komponenseit ki lehet mutatni, akkor, a szerényebb mértékű emlőshomológiák leszámításával (például közös emlőstulajdonság, hogy kölykeiket a mamák emlőikből táplálják), tisztábban láthatjuk azokat a funkcionálisan összetartozó mechanizmusokat, amelyek éppen az emberi életmód miatt alakultak ki az evolúció során.

Az emberi viselkedési komplex legfontosabb elemeit a következő lista tartalmazza: szociális vonzódás és szoros csoportszerkezet, együttműködés, csökkent agresszió, szociális megértés, szociális tanulás, szabálykövetés, rítus, kommunikációs kényszer, jelek, mímelés, nyelv.

Kísérleti munkánk során kutyák, farkasok, 3–12 éves korú gyermekek viselkedésének vizsgálatával a fenti komponensek esetleges ember–kutya analógiáira kerestünk bizonyítékokat, és ezekről számos közleményben számoltunk be. Ezen a helyen csak a leglényegesebb eredményeket említem.

A kutyában több jelentős viselkedésváltozást mutattunk ki. Megnőtt az egyedek idegen fajokhoz (emberhez) való szocializációs hajlama. Az egyedfejlődés érzékeny periódusai kevésbé kifejezetten lettek, és megjelent az egész életen át tartó emberhez való kötődés lehetősége. Vizsgálataink szerint a kutya–gazda kötődés mérhető a szülő–gyerek kapcsolatra kidolgozott humánpszichológiai módszerrel. További vizsgálataink arra engednek következtetni, hogy az emberrel való kötődés a kutyák elemi fontosságú igénye. Amennyiben ugyanis megvonjuk tőlük az emberrel való szociális kontaktus lehetőségét (például menhelyi körülmények között), akkor erre megnövekedett kontaktusigénnyel válaszolnak, amely adott esetben rendkívül gyorsan kialakítható kötődési kapcsolatokban nyilvánul meg. Ugyancsak megerősíti a kutyák különleges kötődésének koncepcióját a szelíd, ember által nevelt farkaskölykök viselkedésének néhány vonása. Egy munkánkban vizsgáltuk az 5-6 hetes, azonos módon nevelt kölyökkutyák és -farkasok viselkedését egy választási helyzetben, amelyben a gazda és egy idegen ember

között választhattak. A kutyáknak a megközelítéshez szükséges idejük szignifikánsan kisebb és tartózkodási idejük a gazda közelében nagyobb, mint ugyanezen értékek a farkasok esetében. Ha a választási helyzetben ismeretlen ember és kutya között választhatnak, a kutyák az embert, a farkasok a kutyát választják.

Az első analógia tehát, amelynek kialakulását kísérleteink nagymértékben valószínűsítik, az emberhez való különleges kötődés.

Fejlett, fajok közötti kooperáció lehetőségét mutató jelenségeket is találtunk. A saját viselkedés szabályozhatósága jelentősen megnőtt (önkontroll, illetve mások általi irányíthatóság, idomíthatóság). Igen tanulságosnak bizonyult az analógiák felderítése szempontjából a kutya–ember közötti együttműködés vizsgálata munkakutyákon. Vakvezető kutyák gazdájukkal való közlekedését vizsgálva kiderült, hogy a vakvezetés bonyolult, mindkét fél aktív részvételét igénylő együttműködési tevékenység. E kooperáció lényeges eleme a döntési dominancia folyamatos váltogatása, amelynek során hol a kutya kezdeményezi az akció következő elemét, hol pedig a gazdára hárul annak eldöntése, hogy mi következzen. A vak ember tudja, hogy hova igyekszik, a kutya viszont észleli a felmerülő akadályokat, például a halkán közeledő autót az átkelésre kiválasztott úton, és ilyenkor átveszi mindkettőjük irányítását, a gazda hiába is ösztökélné a továbbhaladásra, megáll, és vár, amíg a veszélyes autó elhalad. Aki a döntést hozza a párosból, az a domináns fél, hiszen ő határozza meg a bekövetkező tevékenységet. A kutya képes átvenni az irányítást, ha szükséges, de azt azonnal vissza is adja, ha úgy ítéli, hogy a veszély elmúlt. Ez különleges, egyébként csak az emberre jellemző tevékenység. Bár az egyes vizsgált párosok között jelentős különbségek vannak abban a tekintetben, hogy a döntések hány százalékában dönt a kutya, illetve a gazda, a valamennyiükre jellemző dominanciaváltások arra utalnak, hogy kutya és ember az állatvilágban egyedülálló módon képes tevékenységének összehangolására. Az eredmények gyakorlott vak–vakvezető kutya párosok megfigyeléséből származnak, amelyek alapján megfogalmazható a második analógia: a csoporttagokkal kapcsolatos agresszió csökkenése és a dominanciaváltás képessége.

A szociális tanulás különböző formái is megjelentek kutya–ember viszonylatban. Ilyen a szociális elvárás, tehát az a képesség, hogy egy várható esemény bekövetkezésének feltételezése alapján viselkedünk, illetve a megfigyeléses tanulás jelenségei, valamint az emberrel való együttműködés. Az emberi együttműködés összehangoló mechanizmusai között fontosak a különböző szociális tanulási formák. Vizsgálataink szerint a kutya a gazdája mint demonstrátor közreműködésével hatékony megfigyeléses tanulásra is képes lehet. Könnyen megoldja a csináld, amit én típusú feladatokat. Ugyanilyen eredményt kaptunk a viselkedéstudományokban hagyományosan használt detour (elkerülési) feladatnál. Jelentősen csökkent a megoldásra fordított időtartam azoknál a csoportoknál, amelyek a feladat elvégzése előtt egy ember demonstrátor viselkedését figyelhették meg.

A társas viselkedés és a szociális tanulás előbbieken említett esetei mellett további kísérletekben vizsgáltuk azt a jelenséget, amelynek lényege, hogy adott helyzetben a kutya képes viselkedési szabályokat felismerni és a helyzetnek megfelelően alkalmazni klasszikus szociális tanulási helyzetből merőben eltérő viszonyok között is. Feltehető, hogy a kutyában – amelynek egyes készségei, viselkedési formái és a viselkedést kialakító szabályzórendszere egy antropomorf irányú intenzív mesterséges szelekción ment át a háziasítás évtizedei alatt – az emberi viselkedési komplexnek ez az eleme is megjelenhetett. A kutya is képes lehet arra, hogy bonyolult társas szituációkban viselkedési szabályokat ismerjen fel és azokat alkalmazza is annak érdekében, hogy az emberi elvárásoknak megfelelő, konfliktusmentes megoldásokat találjon egy adott helyzetben. Az embernél a szabálykövető viselkedés jól megfigyelhető például a rítusok kialakulásán. Személyes rítusok kialakulhatnak kutyáknál is, ezek primitív kommunikáció eszközei lehetnek éppen úgy, mint az embernél.

Az elmeműködésben lezajlottak olyan változások is, amelyek elsősorban a kutya kommunikációs készségeit és szociális értelmezési képességeit érintették. Mivel a kutya viselkedésevolúciójának fontos tényezője a komplex emberi környezet, feltehető, hogy szelektíven érzékenyvé vált bizonyos emberi kommunikatív gesztusokra, valamint az emberi beszédre,

amelynek következtében a társas helyzetek nagyfokú megértését elősegítő képességek fejlődtek ki benne. A kutyagazdák jól ismerik azt a különös jelenséget, hogy kutyáik mindig előre tudják, ha valahova elmenni készülődnek, és számtalan módon jelzik, hogy ők is szívesen mennének velük.

Nagyon fontos viselkedési mechanizmus az emberek közötti kölcsönhatásokban az információs szolgáltatás, az információ adása és megértése.

Az e téren végzett főemlősvizsgálatok ellentmondó eredményekkel zárultak, ami jórészt az alanyok emberhez való szocializáltságának eltéréseire vezethető vissza, és szembe kell nézniük azzal a kritikával, hogy a mesterséges körülmények között emberhez szocializált főemlősök egyes kommunikatív viselkedései természetes viszonyok között értelmezhetetlen műtermékek. E problémákat elkerülendő, a kutya sokkal alkalmasabb alanyként jöhet számításba, nem utolsósorban azért, mert kommunikatív képességeinek vizsgálatával speciális adaptációs mechanizmusokra derülhet fény.

Kísérleteink során vizsgáltuk a kutyák azon képességét, amelynek révén egy jutalomkeresési feladatban képesek felismerni és felhasználni az ember különböző, a jutalom helyére vonatkozó gesztusait, mutatásait. Úgy találtuk, hogy nemcsak a jutalom rejtekhelye felé való mutatást, meghajlást, illetve fejbólintást képesek szinte azonnal vagy néhány próba után helyesen értelmezni, hanem olyan apró viselkedési gesztusok jelentőségét is felismerik, mint az emberi szem mozgása. E tekintetben sokkal jobb teljesítményre voltak képesek, mint a hasonló emberi gesztusokra tréningezett majmok, és teljesítményük csak az emberszabásúakhoz mérhető, sőt azt is meghaladja. Most folyó vizsgálataink szerint hasonló teljesítményre farkasok sem képesek, tehát ez a képesség a kutyáknál a háziasítás eredménye.

Bonyolultabb kísérleti körülmények között az is kimutatható, hogy a kutyák képesek a velük együttműködő ember lehetséges elmeállapotát is értelmezni, például, hogy tud-e valamiről, vagy nem, és ha a kutya segíteni akar, akkor ezt az ismeretet figyelembe veszi. Az előbbieket és még számos egyéb vizsgálatunk azt támasztja alá, hogy az információcsere ember és kutya között szintén az analóg

viselkedésformák közé sorolható. A szociális megértés legfejlettebb formája az embernél a nyelvi kompetencia révén alakult ki. Bonyolult kísérleteket és még sok munkát igényel annak vizsgálata, hogy a kutyák a vokális nyelvi jelzések megértésének milyen fokára jutottak el. Nyelvi kompetenciájuk nyilvánvalóan nincsen, de valószínű, hogy a szavak, utasítások megértésében fejlett szociális intelligenciájuk segítségével többre jutottak a jelekre történő egyszerű kondicionálhatóságnál.

Legutolsó kísérleteinkben sikerült bizonyítani, hogy a kutyák könnyen rávehetők az emberi viselkedési minták funkcionális imitációjára, másolására, ami valószínűleg szintén a fejlett szociális megértés birtokában jöhet létre. Korábban csimpánzoknál, delfineknél láttuk, hogy hosszas tréninggel meg lehet őket tanítani, hogy egy ismerős ember cselekvéseit-mozdulatait, tárgyakkal történő manipulációit utánozzák, akkor is, ha az adott mozgulatot akkor látták életükben először. Kiderült, hogy a kutyák imádják ezt a feladatot, bármelyikük megtanulja néhány nap alatt, persze a feladatokat funkcionálisan értelmezik, mert nincs kezük. Ha, mondjuk, egy tárgyat, egy rongyot bedobunk egy vödörbe, a kutya ezt a feladatot a szájával hajtja végre. És talán a legfontosabb, amit egy 1999-ben, a *Science* folyóiratban megjelent, méltató írás úgy nevezett, hogy „a kutyák szőrös gyerekek”: sikerült kimutatni, hogy a kutyákban, éppen úgy, mint a gyerekekben, létezik az a képesség, hogy a velük beszélgető felnőtt viselkedését pedagógiai helyzetnek, valamiféle iránymutatásnak tekintsék, és különböző helyzetekben feltétlenül kövessék, még ha ez esetleg a pillanatnyi helyzet logikájának ellentmond is. Farkasok ilyen tulajdonsággal nem rendelkeznek. Ez az alapja a gyerekek és a kutyák könnyű taníthatóságának.

Sokéves munkánk eredményei megerősítik a kiindulási hipotézist: kimutathatók bizonyos viselkedési analógiák az ember és a kutya között, ezek a következők: különleges kötődés az emberhez, kiegészítő kooperáció dominanciaváltogatással, szociális tanulás, szabálykövetés, rítusok kialakulása, információcsere, a rítus mint a kommunikáció protoformája, fejlett szociális megértés, funkcionális imitációs képesség, a pedagógiai helyzet felismerése.

A viselkedési analógiák kialakulásának alapján az emberi viselkedés evolúciójának korai, nyelv előtti szakasza is modellezhető a kutyaviselkedés segítségével. A modellben nem egyetlen kiválasztott tulajdonságra, mint a nyelvi kompetencia vagy a szerszámhasználat, alapítjuk az emberré válás viselkedésevolúciós változásait, hanem több, látszólag kevésbé fontos tulajdonságra, mint a kötődés, dominanciaváltás, szociális tanulás, szabálykövetés, imitáció és persze elsősorban a szociális megértés. A szociális megértés, amely az előbbi komponenseket mintegy magában foglalja, kerete, szelekciós komplexe lehetett az emberi viselkedésevolúciónak, és elvezethetett a komplexebb tulajdonságok, mint például a nyelv és a kultúra megjelenéséhez is. Ha ez az új felismerés valós, akkor a kutyákon végzett megfigyeléseink fontos támpontokat szolgáltattak a kialakításához. Ezek az eredmények a szakma érdeklődését is felkeltették, és már különböző országokban, számos jelentős kutatóhelyen folynak az általunk kifejlesztett módszerekkel kísérletek a kutyaelme tanulmányozására.

Félek, azt hiszik, hogy ennyire egyszerű volt. Sajnos nem. A tudományról írott fejezetben említettem, hogy a már elfogadott elméletek nemcsak arra jók, hogy új ötleteket adjanak, hanem idővel arra szolgálnak, hogy gátolják az új koncepciók kialakulását, Thomas Kuhn tökéletesen vázolta ezt. Mi többszörös hátránnyal indítottunk. Kutyákkal foglalkoztunk, és az emberről akartunk valamit kideríteni. Azt gondoltuk, hogy a kutyát lehet etológiai módszerekkel vizsgálni, és van természetes környezete, amikor a szakma úgy gondolja, egyszerű háziállat, nem érdekes a viselkedése, mert az csak kondicionáláson alapszik. A legnagyobb bűnünk, hogy ráadásul a kutyát gondolkodó, értelmes állatnak tartottuk, pedig akkor még messze volt a cambridge-i nyilatkozat.

Első cikkeink közül sokat visszaküldtek a szerkesztők azzal, hogy nem hiszik el az eredményeket. Ez tulajdonképpen mulatságos, mert a szerkesztőnek semmit sem kell elhinnie, az a kollégák feladata, ha valami gyanús nekik, megismétlik a kísérleteket, és ha nem sikerül, felháborodottan felhívják rá a szakma figyelmét. Csak egyetlen példa: az egyik kísérletnél egy teremben négy műanyag lapot állítottunk fel, ami mögé a kísérletvezető egy-két pillanatra

elrejtőzhet. A kutyát hozta a gazdája, a kísérletvezető mutatott neki egy teniszlabdát és egy műanyag virágcserepet. A labdát látványosan a cserépbe helyezte, és elment egy sétára a teremben. A műanyag lapok mellett megállt, majd amikor ellépett, távolról megmutatta a kutyának, hogy a labda még benne van-e a cserépben, az egyik lap mögött kitette, és akkor az üres cserepet láthatta a kutya. Amikor végigjárt minden lapot, visszatért a kutyához meg a gazdájához, és azt mondta, keresd! Az értelmes kutyák jó része ilyenkor elszaladt a műanyag lapok mögé, pontosabban ahhoz, amelyiknél a labda kikerült a cserépből, ott megtalálta a labdát, felkapta, és hozta. Egyszerű kísérlet, vagy ötven éve pszichológusok találták ki gyerekeknek, az a gyerek tudja megoldani, akinek van már tárgyállandósági fogalma, mondták. Később néhány kutya is megoldotta; biztos nekik is van, állították, persze egy reflexmasinának hogyan lehetnének fogalmai, a kutyás kísérletet gyorsan elfelejtették. Én egyszerűbb változatban, négy, kendővel letakart kosárba dugdostam a labdát, és ha az egyikben benne hagytam, azt üres kezemmel jeleztem. A kísérleti alany pedig Bukfenc volt. Ő is sikeresen teljesített, de miközben csinálta a feladatot, nekem az jutott eszembe, hogy szó sincs itten fogalmakról, a kutya játszik! Megtanul egy játékszabályt, én dugdosok a labdával, neki pedig meg kell keresnie. Nem kell ehhez fogalmi gondolkodás. Nos, az előbb leírt nagy teremben a kutyakísérletet vagy 20 kutyával végeztük, és mindegyik ötször ismételte ugyanazt a feladatot. Ha valamelyik hibázott, javíthatott. Mindenesetre jól megtanulták, hogy mi a teendőjük. Ezután jött a csavar. A hatodik kísérletben a kísérletvezető a kutyák orra előtt zsebre dugta a labdát, majd az üres cseréppel sorra járta a műanyag lapokat, és mindegyiknél megmutatta, hogy a cserép üres. Amikor visszaért, elhangzott a Keresd! felszólítás, és egy kivételével minden kutya elrohant végiglátogatni a műanyag lapokat, majd visszajöttek, és a kísérletvezető zsebére mutattak, ott a labda. Az az egy, aki különbözött, nem ment sehova, azonnal a zsebre bökött. Ezt a logikusan gondolkodó kutyát leszámítva mindegyik futott, keresett, majd megmutatta a rejtekhelyet. Miért indultak el, amikor láthatták, hogy a kísérletvezető üres vödörrel szaladgál, a labda meg a zsebében van? Miért? Sajnos hiába kérdezzük őket. Viszont hasonló

helyzetbe kerülő 4–6 éves gyerekeket meg egyetemi hallgatókat meg lehet kérdezni, ha netán ugyanúgy viselkednének. Tizenöt gyerek, tizenöt hallgató, megmondjuk nekik, hogy csak annyi utasítást kapnak, mint a kutyák egy kísérletben, és úgy tesznek, ahogyan jónak látják. Ők is ötször ismételték az első fázist, megtanulták ugyanúgy, mint a kutyák. A második fázisban a gyerekek 80 százaléka az előzőhöz hasonlóan elment a lapok mögött, de húsz százaléka, mint az okos kutya, nem indult el, hanem rámutatott a kísérletvezető zsebére. Ott van. Az egyetemi hallgatóknál ez az arány nagyjából ötven százalék volt. A gyerekeket meg a hallgatókat meg lehet kérdezni, hogy mit miért csináltak. Persze külön-külön. Gyakorlatilag mindegyikük azt mondta, hogy szerinte ez a kísérlet egy játék volt, azzal a szabállyal, hogy a lapok mögött kell keresni a labdát. Úgy gondolták, a szabály akkor is érvényes, ha az orruk előtt zsebre vágják. Mi úgy gondoltuk, hogy bár a kutyákat nem kérdeztük meg, de minden bizonnyal ők is játéknak tekintették a kísérletet, és egyet kivéve ragaszkodtak a kialakult szabályhoz. Tisztességes statisztikai értékeléssel, részletes leírással megfogalmaztunk egy cikket, és elküldtük egy neves élettani-pszichológiai folyóirathoz. Hamar visszajött. Az elutasítást indokló szerkesztői vélemény az volt, hogy a statisztikai módszerek, a kísérleti leírás rendben lenne, de valami nagy baj van az emberkísérleti résszel. Mert a leírás szerint a hallgatók fele, a gyerekek nyolcvan százaléka akkor is elindul a labdát keresni, ha azt az orra előtt zsebre vágják. A szerkesztőség szerint ilyen normális ember nem tesz. Ez csak valami durva hiba lehet, hogy mi, az már nem az ő dolguk.

Így működik a tudományban az uralkodó teória. Reménytelennek tűnt a helyzet, csak egy amerikai pszichológus és gyerekpszichológus kollégáink kapcsolata segítségével lehetett a cikknek kicsit átfogalmazott változatát megjelentetni, aminek az első szerzője természetesen az amerikai lett, ez volt a segítség feltétele. Zárójelben jegyzem meg, hogy az én vezetésem alatt végzett összes kutyás cikkben én mindig az utolsó szerző voltam.

Több mint tíz év kemény munkáját fektettük a kutyákba, és eleinte a szakma azt gondolta, idioták vagyunk. Szépen, lassan, először kevésbé fontos folyóiratokban megjelentek azért a közlemények, és



konferenciákon lehetett érzékelni, kezd kisebb elfogadottságunk alakulni. Kiderült, hogy azok hiszik el a kísérleteinket, akiknek van kutyájuk, akiknek nincs és nem is volt, azok nagyon tartózkodók voltak.

Képzeld el, hogy egy kis csapat az egyetemen keményen dolgozik, és mindenki hülyének nézi őket! Csak én mondtam nekik, hogy egészen biztosan igazunk van és lesz. Megbízta bennem. Kitarítottak.

Ma sem értem, miért.

Azután 1999-ben jött az áttörés, már említettem, de az is érdekes történet. A kutyák, kisgyerekek, farkasok pedagógiai érzékenységéről csinált kísérleteket Topál József kollégám vezetésével egy gyerekpszichológusokat is tartalmazó csoport, és a fiúk a *Science* folyóirathoz akarták küldeni az adatokból készült cikket, ami a *Nature* mellett a legkiemelkedőbb természettudományos folyóirat a világon. Én nem akartam, úgysem fogadják el, ülnek rajta majd hónapokig, küldjük jó helyre, de ne a legjobb helyre. A fiúk ragaszkodtak, próbáljuk meg. Próbáljuk. Legnagyobb meglepetésünkre kaptunk egy udvarias levelet, elfogadják a cikket, ha lehetőséget adunk egyik magatartáskutatásban jártas munkatársunknak, hogy egy hétig figyelje a munkánkat Budapesten. Elképedtünk, ilyesmiről még nem is hallottunk, nyilván valami kelet-európai sötét bulitól tartottak. Természetesen beleegyeztünk, és hamarosan megjött egy idősebb, a szakmában járatos hölgy, Virginia Morell, és egy hét alatt minden munkatársunk beszélgetett vele, sok kísérletet végignézhetett. Nagyon elégedett volt, később írt egy állatviselkedés-könyvet, amiben én egy egész fejezetet kaptam. De kiderült, hogy nemcsak elfogadták a cikket, hanem hozzátettek egy négyoldalas interjút is, ami a tanszék munkatársaival és szakmánk vezető kutatóival készült. Ebben jelent meg a szőrös gyerekek kifejezés és az is, hogy elindítottuk a kognitív etológiát. Bombasiker volt. Azóta nem probléma a publikáció, nemrégiben olvastuk két olasz kutató érdekes cikkét arról, hogy 2005 óta rendkívül megugrott a kutyakutatási cikkek száma, és ebben az ELTE Etológiai Tanszékének van vezető szerepe. Ezek után itthon is elismerték, hogy nem csak játszunk a kutyákkal, ahogyan ezt korábban az

egyetemen gondolták. Utódom, Miklósi Ádám professzor pedig elismert akadémikus lett. Nem kívánok itt elismerő névsorolvasást tartani, de két hölgyet meg kell említenem. Az egyik Gácsi Márta, aki nélkül biztosan nem ott tartanánk, ahol most vagyunk. Nagyon fontos személy a tanszéken. A másik Kubinyi Enikő tanítványom, aki már az ifjabb generációhoz tartozik, neki is sokat köszönhetünk, most éppen jelentős uniós támogatással folytatja az öregedő kutyák viselkedésének vizsgálatát, ami az emberi viselkedés hasonló szakaszára szintén használható analógiákat ad, és a szakma máris elismerte.

Azok, akiket nem csak a száraz szakmai leírás érdekel, sok történetet találnak kutyás könyveimben; a *Bukfenc és Jeromos* magyar, amerikai, angol, német, olasz, orosz és szlovák kiadásában. Valamint *A kutyák szőrös gyerekek*, *Bukfenc mindent tud*, *Jeromos a barátom* és a legutolsó, néhány éves *Édes Janka* című kötetekben. A tanszék munkatársai is írtak egy általános célokra szolgáló kutyáskönyvet, *A kutya, az ember legjobb barátja története*, magyarul, angolul, ebben az írók a kutyát már értelmes lénynek tekintik.

Tudományos pályám a kutyákkal véget ért. A következő fejezetekben azt szeretném bizonyítani, hogy a kíváncsiságom még nem.

## 6. A pszichológusok tévedése

Amióta etológiával foglalkozom, gyakran kérdezik tőlem, szeretem-e az állatokat. Természetesen szeretem, nehezen képzelhető el valamilyen kutató, akit nem fűz valamiféle vonzalom kutatása tárgyához. Ha nincs állat vagy növény, akkor lehet szeretni a laboratóriumot, a rádióhullámokat, az elektronokat, mindent, mert az emberi természet vonzódik a kutatásra váró ismeretlen dolgokhoz. Ha ráadásul az ismeretlen dolgok néha a vizszonszeretet jeleit mutató puha, szőrös, érzékenyen reagáló valamik, a vonzalom könnyen kialakul. Gyerekkoromban sokféle állatom volt, egér, galamb, papagáj, héja, békák, nyulak, csirkék, cicák, kutyák, és a nagy szerelem, a különféle akváriumi halak. A halakat általában nem lehet ugyan simogatni, de zárt világuk áttekinthető, kis terükben a szabadság illúziójával úszkálnak. Az ember igyekszik számukra otthonossá tenni ezt a környezetet. Tájékozódni kell, hol élnek, milyen körülmények között, mit esznek, hogyan szaporodnak. A halak kutatásra készítetik az embert, és a sikeres halélet sikeres szaporodással jutalmazza az akvaristát.

Engem nem csak az érdekelt, hogy a halaim megfelelő környezetben éljenek, valahogy az is mindig felötlött bennem, vajon mit gondolnak. Gyerek számára az állatok gondolkodása magától értetődő, hiszen megszelídülnek, megismernek, kérik az ennivalót, vagy éppen menekülnek, félnek. A modern világ előtt is természetes volt az embereknek, hogy az állatok nem beszélnek ugyan, de nyilván gondolkodnak, persze a maguk sajátos módján. A tudomány sok vargabetű után érkezett el ugyanehhez a felismeréshez.

Bizonyítja ezt egy, a múlt században élt angol állatviselkedés-kutató, George J. Romanes esete, akit maga Darwin biztatott, hogy publikálja az állatok értelmi képességeire vonatkozó kutatásait. Ma már nehéz kideríteni, hogy Darwin mennyire volt tisztában ezeknek a „kutatásoknak” az eredményeivel, sok tudománytörténész azon a

véleményen van, hogy valószínűleg kevéssé, mert Romanes Darwin halála után, 1892-ben megjelent könyve hírhedt botrányköve lett a magatartás-tudományoknak. Romanes egy anekdotagyűjteményt adott közre, amelyben a legkülönbözőbb állatok, kutyák, macskák, lovak csodálatos, sokszor az emberhez hasonló értelmi képességekről tesznek tanúbizonyságot. A történetek hitelességét az azokat elbeszélő „magas állású személyiségek” szavahihetősége biztosította. Az egyik történet például arról szól, hogy a londoni török nagykövet feleségének macskája egy napon besétált a szobába, ahol a nagykövetné éppen tartózkodott, és hangos nyávogással hívta fel magára a figyelmet, még gazdasszonya szoknyáját is kaparászta, láthatóan hívogatva őt. A hölgy követte a macskát a konyhába, ahol éppen kezdett a tej kifutni a tűzhelyen lévő fazékból. Következtetés: milyen intelligens a kis cica, figyelmeztette gazdasszonyát a konyhában várható kellemetlenségre! Romanes történeteiben a különböző állatok éppen úgy gondolkodtak, következtettek, spekuláltak, mint a gazdáik.

A könyv óriási felháborodást váltott ki a tudományos világban, évekig szidták, és példaként áll még ma is, hogyan nem szabad naiv megfigyelők elbeszéléseiből tudományos következtetéseket levonni. Hiszen a bemutatott kis történetre, anélkül hogy a nagykövetné asszony szavahihetőségét a legcsekélyebb mértékben is kétségbe vonnánk, sokféle egyéb magyarázat is elképzelhető. Például hogy a macska megérezte a tej szagát, éhes volt, futott asszonyához, akitől rendszeresen enni kért és kapott. Vagyis a bonyolult szándékhipotézis helyett a szaglás, az éhség és a közönséges asszociációs tanulás mechanizmusa, ha nem is igaz, de elegendő magyarázatnak tetszik.

Következtetéseiben Romanes ennél jóval messzebb ment, könyvének mégis sokat köszönhet a tudomány, mert ez a mű indította el az állatviselkedés tudományos igényű vizsgálatát. A kísérleti pszichológusok éppen felháborodásuk miatt kezdtek azzal foglalkozni, hogy miként kell olyan bonyolult jelenséget, mint az állati viselkedés, tudományosan alapon vizsgálni.

Romanes elméletei nagyrészt anekdotákon és következtetéseken alapultak, ezzel ellentétben a kor vezető angol pszichológusának, Conwy Lloyd Morgannek a véleménye szerint csak gondosan

ellenőrzött és dokumentált megfigyelésekre, valamint megismételhető kísérletek adataira támaszkodva szabad tudományos elméleteket alkotni.

Morgan a nézeteit egy egyszerű szabályban is megfogalmazta, amelyet az állatokkal foglalkozó magatartás-tudományokban egészen a legutóbbi időig megtámadhatatlan dogmaként használtak. A törvény, amit „Morgan kánonja” néven is emlegetnek, így szól: nem szabad bármely állati akciót magasabb rendű mentális kapacitással magyarázni, ha az megmagyarázható egy alsóbbrendűvel is. Vagyis az állati viselkedés jelenségeinek vizsgálatánál keressük mindig a lehető legegyszerűbb magyarázatokat. Bonyolult gondolkodási folyamatok helyett az egyszerűbb reflexeket, asszociációs tanuláson alapuló válaszreakciókat stb.

A Morgan-kánon alapján dolgozó pszichológusok sorra cáfolták az állatok Romanes által feltételezett értelmi képességeit, és kimutatták, hogy a tudatos cselekvés helyett az állat magatartását a véletlen próbálgatás, egyszerű reflexek, elemi tanulási folyamatok vezérik. Edward L. Thorndike angol pszichológus nevéhez fűződik a különböző „problémadobozok” bevezetése az állati viselkedés tanulmányozásába. A problémadoboz rendszerint egy ketrec, amit valamilyen egyszerű, belülről nyitható szerkezettel zártak be. A ketrecbe helyezett állat csak akkor jöhetett ki, ha megtalálta a „probléma” megoldását, azaz a belső zár nyitját. Thorndike megfigyelései szerint a kísérleti állatok, macskák, kutyák stb., nem mutatnak megfontoltnak vagy célszerűnek nevezhető viselkedést, hanem összevissza ugrálnak, csapkodnak, szaladgálnak, erővel próbálnak a ketrecből kijutni. Ha véletlenül mégis működésbe hozták az ajtót nyitó szerkezetet, majd később újra a ketrecbe kerültek, már gyorsabban, hatékonyabban találták meg a szabadulás útját, mert próbálkozásaikat arra a helyre koncentrálták, ahol akkor tartózkodtak, amikor az ajtó kinyílt, vagyis tanultak a tapasztalataikból. De ekkor sem lehetett arra következtetni, hogy a zár kinyitása bármiféle tudatos tevékenység eredménye lett volna. A kezdeti spontán, véletlenszerű mozgások alapján „próba szerencse tanulás”-nak nevezték el a jelenséget.

Az állatpszichológusokat azonban annyira lekötötte a metodikai igényesség problémája, hogy nem fordítottak kellő gondot a megfelelő elméleti munkára, nem ágyazták be vizsgálataikat a biológiai tudományok szövedékébe sem. Kialakult egy laboratóriumi viselkedéstudomány, amelynek legfőbb gondja az volt, hogy egy végtelenül leegyszerűsített elmélet alapján alkotott kísérlet mindig pontosan reprodukálható legyen. Fel sem merült például az a kérdés, hogy mire is használja az állat az intelligenciáját – ha van neki – a természetes környezetében, mindennapi tevékenysége során. Miközben a biológusoknak sikerült bebizonyítaniuk, hogy valamennyi biológiai jelenség csak egy általános evolúciós keretben értelmezhető, a pszichológusok tevékenysége nyomán egy lényegében antidarwinista magatartás-tudomány, a „behaviorizmus” alakult ki. Érvényesült Kuhn hipotézise, miszerint egy-egy részterület „paradigmája” megszabja, hogy mit kell kutatni és hogyan, de új kérdések feltevését kizárja. Még a kutatások kezdetén az állatokkal foglalkozó pszichológusok úgy gondolták, természetesen az állatok is gondolkodnak, egy magasabban szervezett szintje van a viselkedésnek az agyban, de ez túlságosan bonyolult, még nem tudunk vele foglalkozni, tegyük félre, és nézzük, hogy a megfigyelhető viselkedés hogyan szabályozódik. A gondolkodás, az érzelmek közvetlenül nem figyelhetők meg. Ezt a kezdeti logikus elképzelést azután az utánuk jövő generációk elfelejtették, és a viselkedéstanulmányozás koncepciója a reflexekre korlátozódott. Egy tudományos cikkben nem volt szabad olyat írni, hogy az állat azt érezte, azt gondolta. Ezekre nincs közvetlen bizonyíték. Érdekes, hogy vezető állatpszichológiai laboratóriumokból közöltek olyan cikkeket, amelyekben az állati gondolkodás nyilvánvaló bizonyítékai szerepeltek, de a szakma egyszerűen nem vett tudomást a kísérletekről, agyonhallgatták az eredményeket.

Ez történt az *állati hipotézisek* felfedezéséről szóló cikkel is. Az orosz–amerikai Isadore Krechevsky olyan labirintusokban tanulmányozta a patkányok problémamegoldó viselkedését, amelyben négy választási pont volt. Az állatnak minden választási ponton döntenie kellett, hogy a bal vagy a jobb ajtón menjen-e keresztül. Nagyobb számú egyed vizsgálatából kitűnt, hogy tíz-tizenöt próba után az állatok nagy többsége megtanulja a feladatot,

egy-egy út alkalmával egyre inkább a helyes (jutalmazott) ajtókat választják, és a csoport teljesítményének átlaga fokozatosan javul. Az egyedek egyéni teljesítményének vizsgálata viszont egészen más képet mutatott. Úgy tűnt, hogy az állatok meghatározott „szisztémákat”, hipotéziseket próbálnak ki. Kezdetben például minden választási pontnál a bal oldali ajtót választották, vagy mindig a jobb oldalt, és ha a hipotézis nem vált be, akkor váltottak, és a másik oldalon próbálkoztak. Majd hirtelen megtalálták a helyes megoldást, és ettől kezdve ahhoz ragaszkodtak. Sokszor előfordult, hogy véletlenül elsőre a jót választották, de ekkor is kipróbálták a többit, és csak azt követően tértek vissza a jóhoz; ebből is látszik, hogy nem kizárólag a jutalom befolyásolja az állat viselkedését a tanulás során.

Valójában az etológia megjelenése hozott változást. Az etológia a pszichológiától teljesen függetlenül fejlődött ki, és kezdetben nem is igen törődött az állati elmével. A gondolkodás kérdése fel sem merült. A korai etológusok inkább az egyes megfigyelhető viselkedésformák evolúciós eredetével, a viselkedés és a környezet kapcsolatával foglalkoztak. Amikor azután az összes lényeges kérdés így vagy úgy megválaszolódott, kiderült, hogy az alapkérdést nem lehet tovább kerülgetni, az etológiának is ki kell alakítania valamiféle egységes tudományos álláspontot az állati elme kérdésében.

Sokat foglalkoztak azzal, hogy egy-egy állati akció miért is indul el, mi készíti az állatot a cselekvésre. Az etológiában ezt nevezték az „intenció”, a szándék problémájának. Daniel Dennett filozófus megfogalmazta a szándék fokozatait. A zérusrendű szándék mögött semmiféle mentális mechanizmus, cél, terv nincsen. Vannak olyan molylepkék, amelyeket ha megriasztanak, akkor kivillantják alsó szárnyukat, amin két állatszempire emlékeztető folt látható. A szerencsétlen madár, ami éppen egy finom falatra vágyott és a lepkét megpiszkálta, hirtelen két vészjósló szemmel találkozik, meg is riad egy olyan hosszú pillanatra, amely elég a molynak a menekülésre. Ez tipikus esete a zérusrendű szándéknak. A lepke olyan, amilyen, és ha megriasztják, mozgatja a szárnyait. Semmi okunk feltételezni, hogy a ragadozóiban félelmet akar kelteni, és jókat kuncog magában, amikor megmenekült. Szárnyának

mintázatát az evolúció vak és tudat nélküli erői formálták fennmaradása érdekében olyanra, amilyen.

A lakásban élő macskák gyakran kiválasztanak valamilyen kényelmes pihenőhelyet a szobában, ami meleg, nyugalmas, és esetleg a tévét is jó szögben lehet látni onnan. Ha egy ilyen szokás kialakul, előfordul, hogy egyszer-egyszer a gazda terpeszkedik el a kellemes helyen. Sokszor elmesélték már, hogy ilyen esetben az okosabb macskák valami olyat tesznek, ami a gazdát a hely elhagyására készíti, mondjuk, az ajtóhoz mennek és nyávogva kikéredzkednek, s ha azután a gyanútlan gazda feláll, a macska gyorsan visszarohan, és elfoglalja a kívánatos helyet. Vajon mire gondol ilyenkor?

Ezt az esetet az elsőrendű szándék példájának tekintjük, itt megjelenik valamiféle cél, amely befolyásolja az állat viselkedését. A macska esete valószínűleg idesorolható, bár ez is vitatható. Persze a macska az elképzelhető legegyszerűbb esetben is a kényelmes fotelre gondol, és ezért nyávog az ajtónál. A bonyolultabb feltételezés viszont az a macskagondolat, hogy nyávogok egyet, mert akkor a pali, mint rendesen, feláll, idejön, és akkor, zsupsz, elfoglalom a helyet, nos, ennek bizonyítása további megfigyeléseket és kísérleteket igényel!

Másodrendű szándéknak azt tekinti Dennett, amikor az állat valamit azért tesz, hogy valaki azt higgye, hogy... Vagyis ebben az esetben az állat a viselkedésével egy másik egyed hiedelmét igyekszik megváltoztatni. Egy etológus páviánokat tanulmányozott természetes körülmények között, és megfigyelte, hogy az egyik kölyök rendszeresen alkalmaz egy speciális megtévesztési taktikát. Ez esetben egy felnőtt nőstény valamilyen, a páviánok által kedvelt gyökeret ásott ki a földből, amit a kölyök maga még nem tudott volna megszerezni. Amikor a gyökér már majdnem kinn volt a földből, a kölyök hirtelen éktelen sivalkodásba fogott. Meghallotta ezt a távolabb lévő anyja, azonnal odarohant, és természetesen üldözőbe vette az éppen ott talált felnőtt nőstényt, ami nála alacsonyabb rangú volt, feltehetően azt gondolván, hogy az bántotta a kölykét. Üldöző és üldözött elrohant, a kölyök pedig szépen odaballagott a gyökérhez, kiemelte, és jóízűen elfogyasztotta. Sok ehhez hasonló esetet figyeltek meg.



Jane Goodall, a csimpánzok híres etológusa egyszer egy olyan megfigyeléssorozatot végzett, amelynek során arra volt kíváncsi, hogyan viselkednek a csimpánzok, ha egy, az erdőben elhelyezett szerkezetből időnként banánhoz juthatnak, de olyan módon, hogy az ott lakó csimpánzbanda minden egyede csak maga nyithatja ki a szerkezetet, méghozzá minden egyed külön-külön, a nap egy meghatározott időpontjában. A csimpánzok hamar megtanulták ezt a rendet, és mindegyik a maga időpontjában pontosan megjelent, kinyitotta a szerkezet ajtaját, és kivette a banánadagját. Az egyik alkalommal egy fiatal hím volt éppen a soros, de vele jött egy idősebb, domináns társa is. Nagyjából előre ki lehetne számítani a bekövetkező eseményeket. Ha a fiatal kinyitja a szerkezetet és kiveszi a banánt, akkor azt az erősebb, idősebb elveszi tőle, mert csimpánzoknál ez így szokás. Ha viszont gondolkodik, kell, hogy legyen annyi esze, hogy ezt ő is előre lássa. Ekkor az lenne a helyes taktika, ha húzná az időt, és csak akkor nyitná ki a szerkezetet, ha már sikerült az idősebbet valahogyan leráznia. Nos, pontosan ez történt. A fiatal csimpánz úgy tett, mintha éppen csak arra járt volna, véletlenül ott ballagott, trallala, és még csak nem is pillantott a szerkezet felé. Az idősebb rövid idő múlva visszavonult. Intelligens fiatal hímünk a szerkezethez ugrott, és boldogan szedte elő a gyümölcsöt, bizonyára azzal a belső megelégedéssel is kellemesen eltelve, hogy milyen rafináltan sikerült az öreg szivart átvernie. Ekkor következett be a váratlan esemény: az idős hím hirtelen előrontott egy bokor mögül, és elvette a zsákmányt. A megfigyelők jól látták, hogy néhány perccel azelőtt, amikor otthagya fiatal társát, egy kerülővel visszajött, és a bokor mögül sűrűn kitekingetett, figyelte, mit csinál a fiatal. Számítása bejött, amikor a gyanútlan hím megszerezte a banánt, lecsapott rá, és elragadta. Az ilyen viselkedés mögé képzelünk másodrendű szándékot.

Miután az ember legközelebbi rokona éppen a csimpánz, génjeink 98 százalékban azonosak, minden alapunk megvan arra a következtetésre, hogy a majmoknak is van „szándékelméletük”, vagyis képesek feltételezni, hogy egy fajtársuknak valamilyen célja, szándéka, terve, elképzelése van, ami rövidesen valamilyen akcióban nyilvánul meg, és képesek ezt kispekulálni. A szándékelmélet persze nem jelenti azt, hogy az állat feltétlenül meg

is fogalmazza a feltevést, a lényeg, hogy valamiképpen használja. Noha soha nem próbálták, mégis bizonyosak lehetünk abban, hogy ez a kísérlet svábbogarakkal nem megy, valószínűleg patkánnyal sem, de egészen biztos, hogy kutyával igen. Akinek kutyája van, vagy valaha is volt, az tudja, hogy a kutyák igen csavaros eszűek, és egészen apró jelekből kikövetkeztetik a számukra kedvező vagy kedvezőtlen gazdai intenciókat.

Az egész kérdéskörben az okozza a legtöbb problémát, hogy az emberek általában hajlamosak másoknak jó vagy gonosz terveket, szándékot tulajdonítani. Szociális életünk során folyamatosan használjuk a szándékhypotézist a legkülönbözőbb fokozatokban és komplexitásban („Gyanítom, hogy ön fontolgatja, vajon felfogtam-e én, hogy milyen nehéz önnek megbizonyosodnia arról, valóban megértette-e, hogy én igazán úgy gondolom, hogy ön képes felismerni azt a hitemet, hogy ön el akarja nekem magyarázni, hogy a legtöbbünk a szándékot legfeljebb csak az ötödik-hatodik szintig képes nyomon követni”<sup>{1}</sup>). Nemcsak állatoknak, hanem gépeknek, egyszerű szerkezeteknek, sőt tárgyaknak is hajlandók vagyunk szándékot tulajdonítani. Az a nyomorult kulcs is direkt akkor marad benn az autóban, amikor nincs közelben a pótkulcs, és nagyon sietnem kell. Sőt, szándékot tulajdonítunk absztrakcióknak, elvont fogalmaknak is. Jellegzetes példája ennek az istenfogalom. Ha már ez a fogalom megszületett, akkor *valaki* lesz, és azonnal felruházzuk a hozzánk hasonló gondolkodás és az érzelmek, szándékok tulajdonságaival.

Minden tudományra jellemző, hogy fejlődésének bizonyos szakaszaiban egyes kérdések vizsgálata különösen fontossá válik számára, olyannyira, hogy e kérdések vizsgálatára külön tudományág szerveződik. Így van ez az etológiában is. A legutóbbi években az állati elme titkait vizsgáló etológusok munkája került a figyelem középpontjába, az új tudományterületet „kognitív etológiának” nevezik, ez foglalkozik hasonló kérdésekkel. Ehhez a területhez a mi kutya kutatásaink is hozzájárultak. Vagy tíz évig sok kéziratunk jött vissza különböző viselkedésbiológiai folyóiratoktól, azzal a megjegyzéssel, hogy olyan fogalmakat használunk a kutyaviselkedés magyarázatára, amelyekre a szerkesztőség szerint nincs bizonyítékunk. Nem adtuk fel, és sokévnnyi küzdelem után egy,

a *Science*-ben megjelent cikkünk megtörte a jeget, a szakma elismerte az elmeológia létjogosultságát. Erről még részletesebben egy következő fejezetben is lesz szó.

Az elmeológia alapvető kérdése, hogy vizsgálatunk tárgyai, az állatok, valójában tárgyak csupán, ahogyan régen az állatpszichológusok feltételezték, vagy kimondottan „alanyok”, azaz tudattal rendelkező lények. Ezt a problémát tömören megfogalmazva, az alapkérdés, hogy „lakik-e ott valaki?”. Vagyis van-e abban az adott testben egy önmagáról tudó, egyben s másban hozzánk hasonlító elme? Közülünk mindenki tudja, hogy ő *valaki*, és ezt gyakran el is mondjuk egymásnak, egész életünkben szinte kényszeresen ezt bizonygatjuk. Úgy tűnik, számunkra ez a legfontosabb. Testünk fizikai vagy kémiai valóságáról könnyű bárkit meggyőzni, de arról, hogy mi magunk vagyunk, nem olyan egyszerű.

Mi lenne az elfogadható bizonyíték? Az, hogy állítjuk? Könnyű belátni, hogy ezzel nem megyünk sokra, egészen kezdő programozó képes például olyan komputerprogramot készíteni, amely ezt az állítást tetszés szerinti alkalmakkor megteszi. Természetesen minden program, amely azt állítja, hogy ő *van*, részben igazat mond, hiszen mint program valóban létezik, de állítása alapján nem különböztethető meg azoktól a programoktól, amelyek erről nem szólnak. A kérdés jóval körmönfontabb, hiszen nemcsak azt kérdezzük, hogy ő *van-e*, hanem hogy ő, aki láthatóan fizikailag létezik, *valaki-e*. Eldöntendő, hogy a kérdésre mely válaszokat tekinthetjük igaznak.

Megközelíthető a probléma a kategorizáció oldaláról. Az *én* *vagyok* kijelentés alapvető kategóriameghatározás is, és amikor e körül vizsgálódunk, tulajdonképpen mindig azt kérdezzük, hogy rajtunk kívül van-e még ide tartozó tagja ennek a különös kategóriának. Tudományosan megfogalmazva: milyen kritériumok alapján dönthetjük el egy létezőről, hogy éppen ebbe a kategóriába kell sorolnunk. A „cogito ergo sum” descartes-i meghatározás pusztán tautológia, és a probléma lényegét csak áthelyezi, de nem oldja meg, mert a „gondolkodom” állítás bizonyítása semmivel sem könnyebb feladat, mint a *vagyoké*.

Ne gondoljuk, hogy itt csak valami elvont filozófiai problémáról van szó, arról is persze, de annak eldöntése, hogy *van-e ott valaki*, még

az állatok életében is mindennapi, fontos feladat.

A tudományos tevékenység szocializációja során a legfontosabb azt megtanulni, hogy hogyan hárítsuk el mások magyarázatait, vagyis a tudós kifejezetten nonintencionális hipotézist alkalmaz a mindennapok gyakorlatában, legalábbis a többi tudóst illetően. Ezért azután százféle módja is akad annak, hogy a fenti magyarázatokat vagy legalább azok egyik részét, elutasítsuk.

A macska esetében nem kell feltételezni, hogy szépen kispekulálta a bekövetkező, sőt a bekövetkező eseményeket. Egyszerűen arról van szó, hogy közönséges asszociációs tanulás segítségével megtanulta, hogy ha az ajtónál miákol, akkor szabad lesz a kényelmes fotel, és kész.

A majmok bonyolult viselkedésének folyamatából nem lehet a szándék hipotézisét kihagyni. Ha viszont a majomnak lehet szándéka, vagyis célja, terve, akkor ez nem kötődik a nyelvhez, akkor nem csak az ember sajátja, tehát valószínű, hogy fokozatai vannak, evolúciós előzményei. Vegyük elő újra a példákat!

Megkerülve a tudománytörténeti elemzést, azt állíthatjuk, hogy az etológia jelen álláspontja két alapvető gondolaton nyugszik. Az egyik az intelligencia rendszerelméleti definíciója, ami úgy szól, hogy „intelligens egy rendszer, ha viselkedése elősegíti megszakítatlan létezésének folyamatát”, vagyis értelmes vagy, ha *lenni igyekszel*, mint ezt már a költő is régen megállapította. Ez a definíció, bár az etológián kívül született, azért fontos, mert az etológusok számára nyilvánvaló, hogy az állatok különböző környezetekben élnek, és a különböző környezetben különféle viselkedés tekinthető értelmesnek. A közös bennük éppen az, és csak az, hogy elősegítik az aktor létezésének folyamatát. Az amerikai narancssapkás poszáta legfőbb tápláléka nyüvekből áll, amelyek egy-egy talajrészén nagy számban fordulnak elő, tehát a poszáta, amikor talál egy példányt, azonnal a közvetlen közelben keresgél, rendszerint sikeresen. Ezt a keresési stílust hívják *ha nyersz, maradj* stratégiának. Ellenkezője, a *ha nyersz, válts* stratégia olyan állatok számára értelmes, amelyek tápláléka nagy területen szétszórva található, vagy egyéb okból egy helyen keveset fogyasztanak, mint például a patkányok. Mindkét viselkedésforma *intelligens* akkor, ha megfelelő aktor megfelelő környezetben alkalmazza. Könnyen

belátható, hogy ha ezt az elvet elfogadjuk, akkor gyakorlatilag lehetetlenné válik az egyes fajok viselkedésformáinak összehasonlítása abból a célból, hogy a viselkedő intelligenciáját rangsoroljuk. Hiszen ami az egyik faj számára szuperintelligens viselkedés, az nagyon buta dolog lehet egy másik számára. Be kell látnunk, hogy az intelligencia igen relatív tulajdonság. Elképzelhető egy nagyon értelmes giliszta és egy kifejezetten buta elefánt, pedig az utóbbinak óriási méretű agya van, ami a gilisztának nincs is. Azonos fajhoz tartozó egyedek képességei persze minden gond nélkül összehasonlíthatók. Az állatpszichológusok intelligenciatesztjeiről sok év után világosan kiderült, hogy nem valamiféle általános állati intelligenciát mérnek, ilyen valószínűleg nincsen, hanem az emberhez való hasonlóságot. Az embernek gyakran van dolga bezárt ajtókkal, kilincsekkel, lakattal, az állatok életében ezek semmiféle szerepet nem játszanak, érthető, ha csak véletlenszerű viselkedéssel próbálják a problémáikat megoldani.

Komplikáló tényező, hogy az ember mint faj és mint individuum is rendkívül szubjektív, bár valószínűleg mindenki, aki *valaki*, nagyon szubjektív, sőt valószínű, hogy a valakinek levés feltétele éppen ez a felfokozott szubjektivitás. Az ember általában hajlamos azt a viselkedést intelligensnek tekinteni, amelyik az ő saját környezetében lenne alkalmas a lét fenntartásához. Ennek a naiv elképzelésnek alapján nyomorgatták patkányok, galambok és majmok tízezreit a különböző állatpszichológiai laboratóriumokban, hogy valamiképpen mérjék és összehasonlítsák az intelligenciájukat. A cinke például képes egy ok és okozati összefüggés felismerésére, ha az magokkal és a magokra kötött zsinegekkel kapcsolatos. Pusztán vizsgálódás alapján meg tudja állapítani, hogy egy átlátszó cső végén kilógó zsineghalmazból melyiket kell meghúznia, hogy a csőben látható, de közvetlenül nem hozzáférhető maghoz hozzájusson. Ugyanakkor egy egyszerű labirintusteszten el sem indul, nemhogy odatalálna a céldobozhoz. A különbség oka nyilvánvaló: természetes körülmények között sohasem kell egy cinegének labirintusfeladatot megoldania, de magokat keresgélni és különböző rejtekhelyekről kipiszkálni rendszeresen szükséges. Tehát az evolúció során az egyik készség nem fejlődött ki, a másik pedig a génekbe íródva a faj fontos tulajdonsága.

Az intelligencia másik jellemzője, hogy az intelligens elme képes a környezete viselkedését megjósolni, modellezni. Több mint ötven éve fogalmazta meg Fergus M. Craik nagyon pontosan ezt az állítást, és majdnem annyi idő kellett ahhoz is, hogy a magatartáskutatók, legalábbis azok értelmesebb része, elfogadják. Érthető ez a vonakodás, ha az állítás következményeit alaposabban megvizsgáljuk. Arról lesz ugyanis szó, hogy az ember és az állatok között csak fokozati különbségek vannak. Ezt állította Darwin is, és az evolúciós elméletet csekély száz év alatt fogadta el teljesen a biológia, szóval a változások igazán felgyorsultak.

Donald MacKay angol neurobiológus dolgozta ki az állat *mint kibernetikai gép* elgondolást, és megadta a célszerűség és az alkalmazkodás kibernetikai meghatározásait is. Mivel a tanulási jelenségek magyarázatánál mindig felmerül a célszerűség problémája, érdemes MacKay gondolatmenetét röviden áttekinteni, mert ez ma a leginkább elfogadott természettudományos elmélet a célszerű viselkedés magyarázatára.

MacKay az állati szervezetet egy visszacsatoló mechanizmusokkal rendelkező, saját belső paramétereit is változtatni képes kibernetikai rendszerként fogja fel. Gondolatmenete a következő: jelöljük az állatot A-val, az a folyamat, hogy A X célt követ, a következőképpen írható le: legyen A és szűkebb környezete a jelen állapotban Y. Tekintsük X-et A-nak és környezetének olyan állapotaként, amelyet A céljának tekintünk. Tehát például van egy éhes állatunk, amely egy számára nehezen megközelíthető helyen táplálékot lát, ezt a helyzetet jelöli tehát Y. Azt a későbbi állapotot, amelyben az állat elérte, megtalálta, majd elfogyasztotta a kívánatos táplálékot, jelöljük X-szel. Ennek az állapotnak a létrehozása tehát meghatározásunk szerint az állat célja. MacKay szerint az állat akkor tanúsít célszerű viselkedést, ha olyan mozgást végez, amely minimalizálni igyekszik az X és az Y közötti különbséget. Vagyis valamilyen módon megközelíti a megpillantott táplálékot, megragadja és elfogyasztja. Ennek konkrét módja persze attól is függ, hogy az adott faj milyen gyakran szembesül a problémával élete során. Tegyük fel, hogy a táplálék csak egy megkerülési feladat megoldásával szerezhető meg. Az állat akkor juthat a táplálékhoz, ha előzőleg eltávolodik tőle, vagyis

ebben az esetben a célszerű viselkedés azt kívánja, hogy a belátható legrövidebb út helyett egy hosszabbat, kerülőt válasszon, ami ráadásul az elején még el is távolítja a kívánatos falattól. Nos, vannak olyan állatok, amelyek ezt a feladatot nem tudják megoldani. Egy tyúk például órákig rángatná a lábára kötött madzagot, de semmiképpen sem lenne hajlandó a megkerüléssel próbálkozni. Egy mókus vagy egy mosómedve pillanatok alatt felismeri a helyzetet, és célszerűen viselkedik, megszerzi a táplálékot, mert természetes környezetükben, a fák ágain történő mozgás során, folyamatosan ilyen feladatokat kell megoldaniuk.

A célszerűség előbbi meghatározása nemcsak élőlényekre, hanem mesterséges kibernetikai szerkezetekre, egyszerűbb vagy bonyolultabb gépekre is alkalmazható. A meghatározásból MacKay levezette, hogy milyen alapvető belső mechanizmusokkal kell rendelkeznie egy célszerűen viselkedő gépnek vagy élőlénynek. Legelőször is szükséges, hogy meg tudja különböztetni az X és az Y állapotot, tehát valamiféle felismerő alrendszernek kell működnie benne. Szükséges továbbá, hogy a felismerés alapján képes legyen belső állapotát (vagy a közvetlen környezetét) megváltoztatni. Végül legyen valamiféle belső reprezentációja a lehetséges célokról, mert különben a megfelelő változtatást nem lesz képes létrehozni a végrehajtó alrendszer segítségével. Nagyon egyszerű kibernetikai szerkezetekben is megtalálható ez a három mechanizmus. Vegyünk egy egyszerű hőszabályozó termosztátot! Ebben található egy hőmérő (érzékelő), valamiféle egyszerű berendezés, amely megszabja azokat a hőmérsékletkorlátokat, amelyek között a hőmérsékletet szabályozni kell, ez a cél, valamint egy visszacsatoló berendezés, amely fűtő-, vagy ha szükséges, hűtőberendezést kapcsol ki és be (változtató mechanizmus). Ez a rendszer, mint tapasztalatból is tudjuk, célszerűen működik. Hidegben fűt, melegben hűt.

Vizsgáljuk meg e három alapvető mechanizmust az állati szervezetben! A felismerőrendszerek jelenléte nyilvánvaló, az állati érzékelés vizsgálata bizonyítja, hogy az idegrendszerük a legkülönbözőbb modalitásokban működő felismerőrendszerekkel rendelkezik. Ezek a felismerőrendszerek természetesen nem

korlátozódnak az érzékszervekre, hanem a központi idegrendszer is részt vesz bennük.

Világos az is, hogy az állat képes belső állapotát vagy bizonyos mértékig környezetének állapotát a kívánt cél érdekében megváltoztatni, mindenfajta állati tevékenység során tulajdonképpen ez történik. Arról is meggyőződhattünk már a neurobiológia segítségével, hogy az állat rendelkezik a lehetséges célok belső reprezentációjával. Közvetlen elektrofiziológiai bizonyítékaink vannak arra, hogy például egy éhes macska agyában megjelenik az egér képe. Nem feltétlenül valamiféle fényképről van itt szó, hanem valamiféle reprezentációról. A belső reprezentációt a leghelyesebb egy idegsejtekből álló szerkezetnek felfogni, ami lényegét tekintve egy modell, méghozzá a környezet dinamikus modellje. Az állati agy biológiai funkciója a környezet dinamikus modelljének elkészítése és állandó működtetése a minél tökéletesebb alkalmazkodás érdekében.

Az állati agy a környezet megfigyelése során környezeti reprezentációkat készít, ezekben a reprezentált környezeti komponens viselkedése, esetleg más komponensekkel kapcsolatos relációi is helyet kapnak, vagyis elkészül „agyból”, idegsejtekből a környezet működő modellje, és ezután még arra is képes, hogy a modell belső működésének tapasztalatait a saját érdekében hasznosítsa. Ez lényegében azt jelenti, hogy az említett történetben szereplő csimpánzok agya képes a másikat valamiképpen reprezentálni, képes emlékezni arra, hogy a másik esetenként mit csinált, hogyan tevékenykedik, képes tehát kiszámítani a bekövetkező eseményeket.

Ha például az imént említett csimpánz működteti a modellt, azaz elgondolja, hogy, mondjuk, az agresszívabb hím közeledtekor mi fog történni, a modell pontos előrejelzésekkel szolgál, és így idejében felkészülhet a jövőbeli eseményekre. Az agyban lévő reprezentációk közötti kapcsolat, kölcsönhatás analóg azzal a kölcsönhatással, ami a valóságban, a külső környezetben lévő objektumok között létezik. Teljesen világos tehát, hogy a majomagyban lévő reprezentációs rendszer nem csupán passzív lenyomata, hanem a szó teljes értelmében modellje a külső környezetnek.



Az ilyen fejlett állat, mint a majom, már nagymértékben képes arra, hogy az agyában kiépült modellt a környezet előrelátható eseményeinek ismeretében többféleképpen „futtassa”, vagyis elképzel jövőbeni eseményeket, és ezek lehetséges kimenetelét összehasonlítva képes kiválasztani a maga számára legkedvezőbbet, azt, amelyet a saját viselkedésével azután előidézhet.

Ha ismerjük egy adott faj agyának modellezési lehetőségeit, ki tudjuk számítani, hogy bizonyos ismeretek birtokában milyen következtetésekre lesz képes az állat, megmondhatjuk, mire gondol, egyáltalán miről gondolkodhat. A modellkoncepció tehát nemcsak szellemes hasonlat, hanem lényegi felismerése az etológiának.

Az agyban kialakult modell rendkívül dinamikus szerkezet, az állat saját akcióinak és a környezet változásainak hatására szinte pillanatról pillanatra változik. A felnőtt állatban az egymással funkcionális kapcsolatban álló belső reprezentációk egységes rendszert, valóságos *világképet* alkotnak, amely döntően befolyásolja az állat viselkedését, nemcsak elemeiben, hanem stílusában, magasabb stratégiáiban is. Az állat nemcsak ingerekre válaszol, hanem valamilyen helyzetben van, *ítél, dönt, választ és szeret*. E tevékenységének, amely a szó legteljesebb értelmében tudatos tevékenység, az állati agy modellépítő képessége az alapja. A korábbi descartes-i elképzelést, amely szerint az agy csupán reagál az ingerekre, ma már nem tekintjük érvényesnek.

Nincs mit csodálkoznunk tehát azon a felfedezésen sem, hogy a fejlettebb állatoknál megjelent az éntudat, az állatnak magának, mint *valakinek*, a saját belső világában történő reprezentációja. Számos viselkedési akciója vált ki azonnali választ a környezetből az információkezelés egy bizonyos fejlettségénél, tehát gyűjtenie kell a saját viselkedésére vonatkozó információkat is. Vagyis figyelnie kell saját magát és képesnek kell lennie a szerzett adatok megfelelő hasznosítására. A gerinces állatok agyának e képességéről közvetlen bizonyítékaink vannak, és nem kell az ember vagy akár a főemlősök viselkedéséből kiindulnunk.

Galambokkal foglalkozó kutató, Charles P. Shimp vizsgálta azt a kérdést, hogy kimutatható-e a galamb saját viselkedéséről szerzett tudása, vagyis képes-e saját viselkedését megfigyelni és az

információt valamilyen módon felhasználni. A meglehetősen bonyolult kísérletsorozat lényege az volt, hogy egy galamb először két, fehér fényel megvilágított koronggal találja magát szembe, az egyiket elkezdi kopogtatni tetszése szerinti ideig, majd átvált a másikra. Rövid idő után a berendezés elsötétedik, és néhány másodperc múlva két másik, egy piros és egy zöld korong jelenik meg. A galambnak a piros korongot kell megkoppintania, ha előzőleg az utoljára kopogtatott fehér korongot kevesebbszer kopogtatta, mint az először választottat. A zöldet, ha a másodsorra választott fehér korongon kopogott többször. A galambok kiválóan megtanulják ezt a fajta feladatot, képesek néhány másodpercig memóriájukban megőrizni a saját spontán viselkedésük eredményét, és az adatot, ha szükséges, táplálékszerzésre felhasználják.

Csimpánzok tükör előtti viselkedésének megfigyeléséből egyértelmű következtetésként adódott, hogy a csimpánz felismeri saját magát a tükörben, tehát felismeri az ott lakót, vagyis valóban *van ott valaki*.

Ezeket a bizonyító adatokat természetesen úgy érdemes felfognunk, mint a nyelv nélküli gondolkodás tényeit. Az emberi nyelv segítségével történő gondolkodás egészen eltérő természetű. Próbálja meg az olvasó, hogyan képes saját magáról gondolkodni vagy valamilyen problémát megoldani anélkül, hogy közben megnevezné magát vagy bármiféle nyelvi eszközt használna. Nagyon nehéz, de nem lehetetlen. Ilyenkor az ember képeket villant fel az elméjében, a problémamegoldások sem logikai egyenletek végiggondolásával „szövegesen”, hanem a helyes megoldások képi megjelenítésével születhetnek. Ehhez lehet hasonló az állati gondolkodás.

Az összehasonlító pszichológia sokféle módon vizsgálta az állati agy problémamegoldó képességét. Kiderült, hogy az állatok olyan problémákat is képesek megoldani, amely az embernél a fogalmi gondolkodáshoz kötött. Majmok például képesek különböző tagszámú páratlan sorozatokból a középső tagot kiválasztani, és megfelelő kísérletekben értelemszerűen használják a középső fogalmát, meg tudnak különböztetni egy páratlan és egy páros sorozatot stb. Galambok nagyon gyorsan megtanulnak bizonyos

osztályokat felismerni, így különböző fényképek közül kiválasztani, amelyeken halat, rovar, embert lehet látni.

Érdekesek a delfinekkal végzett kísérletek. Bebizonyosodott, hogy a delfinek képesek olyan összetett feladat megoldására, amelyhez két delfin együttműködése és kommunikációja szükséges. Két elkülönített medencében elhelyeztek egy-egy delfint, tehát nem láthatták egymást, de hangok segítségével kommunikálhattak, mert megfelelő mikrofonokkal és hangszórókkal szerelték fel a medencéket. Az egyikük medencéjébe két egymás mellett elhelyezett lámpát tettek, a másik medencéjébe két, szintén egymás mellett elhelyezett, a delfin által működtethető *gomb* került. A feladat, hogy amikor az első medencéjében a jobb oldali lámpa gyullad ki, akkor a második delfin nyomja meg a saját medencéjében lévő jobb oldali gombot, ha az elsőnél a bal oldali lámpa működik, akkor a bal oldali gombot. Jutalmat akkor kaptak, ha a feladatot sikeresen megoldották. Kiderült, hogy a delfinek pillanatok alatt különösebb tréning nélkül rájönnek a megoldásra, és csak akkor sikertelenek, ha a mikrofonokat kikapcsolják. Tehát az első medence egyede képes hangok révén közölni a másikkal a lámpák helyzetét.

Az ilyesfajta problémamegoldó viselkedés kísérleti tanulmányozásának óriási irodalma van. A húszas évek táján Wolfgang Köhler kezdte híres vizsgálatait csimpánzokkal. Egy banánt kötött a csimpánzok szobájának mennyezetére úgy, hogy azt ugrálva sem tudták elérni. A szobában egy nagyobb, felfordított faláda is volt, a csimpánzok előbb-utóbb rájöttek, hogy a ládát a banán alá kell tolni, és akkor a tetejére felmászva könnyen elérik a gyümölcsöt. Köhler nevezte el ezt a viselkedést *belátásos tanulásnak*, és úgy gondolta, hogy a hiábavaló próbálkozások után az állat pusztán gondolkodás segítségével egyik pillanatról a másikra jön rá a megoldásra.

A kísérletek eredményei nagy vitákat váltottak ki. Köhler és mások úgy gondolták, hogy a csimpánzok *belátásos tanulása* során valami eredendően új gondolat születik az állat agyában, és ezeket a megfigyeléseket a legmagasabb rendű gondolkodás példáinak tartották. Későbbi vizsgálatok inkább egy másik magyarázatot erősítettek meg, amely szerint a csimpánzok csak olyan feladatot képesek *egyik pillanatról a másikra* megoldani, amelynek egyes

részeit előzőleg alkalmuk volt hosszasan gyakorolni. Schiller Pál, Amerikában dolgozó magyar kutató például kimutatta, hogy számos genetikai tényező is közreműködik ezekben a problémamegoldó magatartásformákban. Köhler egyik kísérletében a csimpánzok több megfelelően elkészített botot illesztettek egymásba, hogy elérjenek egy ketrecükön kívüli tárgyat. Schiller szerint a botok egymásba illesztésére veleszületett hajlamuk van ezeknek az állatoknak, ha alkalmuk adódik, minta nélkül is gyakorolják, függetlenül attól, hogy az összeillesztett bot segítségével megoldható-e éppen egy probléma, vagy sem. Az eredeti Köhler-kísérletet számos esetben megismételték, és egyértelműen kiderült, az eredmény attól függ, hogy előzőleg mennyi lehetőségük van a csimpánzoknak dobozokkal és botokkal megismerkedni, játszani.

Időközben persze a csimpánzok elméjének vizsgálata is sokat fejlődött, David Premack és Guy Woodruff, két amerikai pszichológus, azt a kérdést vetette fel, hogy szokott-e a csimpánz mások elmeállapotáról gondolkodni. Vagy ahogyan ők megfogalmazták: vannak-e a csimpánznak hipotézisei mások elmeállapotáról?

Ezen a meglepő kérdésen a következőt értik: mi, emberek használunk olyan kifejezéseket, mint elvárja, hiszi, gondolja, összekapcsolja, tervezi stb. Ezek a kifejezések tulajdonképpen valamennyien egy másik ember adott elmeállapotára vonatkozó elméletek. Elméletek, mert hiszen csak következtethetünk az igazságukat illetően, közvetlenül nem tudunk meggyőződni róla. Kérdés, hogy a csimpánz használ-e ilyen, természetesen nem nyelvileg elgondolt elméleteket a saját agytevékenységében.

A kérdésre a következő kísérletekkel keresték a választ. Csimpánzoknak különböző rövid jeleneteket mutattak videón. A jelenetek mindegyike egy embert mutatott, akinek valamilyen megoldatlan *problémája* volt, például fázott, reszketett, és világosan lehetett látni, hogy a közelében lévő elektromos fűtőtest vezetéke nincsen bedugva a konnektorba. Egy másik videóban egy ember nem tud kijönni egy bezárt ketrecből, pedig ott hever a földön a kulcs. A következőben valaki megpróbál elérni egy banánt, de rövid a karja, és mégsem használja az ott heverő botot stb. A videófilm megtekintése után a csimpánzoknak több fénykép közül kellett

választaniuk, amelyek között egy a helyes *megoldást* mutatta, tehát kulcsot használó embert a ketrecbe zárt ember esetében, botot alkalmazót, amikor a banánt nem érte el, és konnektorba dugott villanyzsínórt a fázó ember esetében. A választás mindig a kísérletező távollétében történt, és a helyes választásokért az állat apró jutalmat kapott. Természetesen a csimpánzok előzőleg már nagyon sokféle tanulási tesztben vettek részt, néztek televíziót is, és alaposan ismerték azokat a tárgyakat, amelyekkel a képek és a videófilmek foglalkoztak.

A helyes választások aránya 80 százalék körül mozgott, ami messze meghaladja a véletlen kiválasztással elérhető eredményt. Ez azt jelenti, hogy a csimpánz képes *beleélni* magát a látott helyzetbe, felismeri, mit csinál rosszul az ember, vagy mire lenne szüksége, mi a célja, és magában felidézi a helyes megoldást, vagy legalábbis képes ezt kiválasztani egyéb, alkalmatlanok közül. A kutatók nem állítják, hogy egyértelműen megválaszolták a feltett kérdést, de mindenképpen teljesen új és nem sejtett képességeit fedezték fel az állati agynak.

Ha van ott valaki, akkor az néha-néha bizonyosan hazudik is, gondolja mindenki, ezért különösen nagy jelentőséget tulajdonítanak a magasabb rendű állatoknál (és legfőképpen az embernél) esetenként megfigyelhető szándékos megtévesztésnek. Majmoknál sokféle megtévesztő magatartást lehet megfigyelni természetes és laboratóriumi körülmények között is, a kis pávián és a csimpánzok esetét már említettem. Premack laboratóriumában egy csimpánzt a következőkre tanítottak: elhelyeztek három dobozt, és az egyikbe az állat szeme láttára kívánatos táplálékot tettek. A dobozokat ő maga nem érthette el. Ezután bejött a helyiségbe egy személy, aki nem tudta, melyik dobozban van a táplálék, és „várta” az állat táplálékkal kapcsolatos kommunikációját. Ez elég gyorsan és spontán kialakult. A csimpánz mutogatni kezdett a táplálékot rejtő doboz irányába, s ha a kísérletben részt vevő ember a mutogatás alapján megtalálta a táplálékot, akkor azt az állattal megosztotta. Így nagyon hamar teljesen eredményes mutogató viselkedés alakult ki.

Ezután időnként egy másik ember érkezett, aki ha megtalálta, nem osztotta meg a táplálékot az állattal, hanem maga megette. Érvényesült egy szabály is, miszerint minden embernek csak egy

dobozt volt szabad kinyitnia, ha tehát az „önző” ember az első kinyitott dobozban nem talált semmit, akkor távozott, persze ugyanígy a *barátságos* is. A csimpánz viselkedése az első önző eset után megváltozott. A *barátságos* kísérletezőnek továbbra is megmutatta a táplálékot, míg annak, aki azt nem osztotta meg vele, vonakodott mutogatni, illetve mivel ilyenkor az valamelyik dobozt mégis kinyitotta és időnként megtalálta az elrejtett banánt vagy egyebet, a csimpánz már néhány próba után csak az üres dobozokra mutatott, vagyis a megtévesztés szándéka teljesen nyilvánvaló.

Amióta ezek a kérdések felmerültek, egyre több állatról derül ki, hogy még természetes környezetükben is élnek a megtévesztő viselkedés előnyeivel. Anders P. Møller például megfigyelte, hogy egy-egy széncinke időnként vészkiáltással távolítja el a verebeket vagy saját fajtársait egy bőséges táplálékforrás közeléből. Az ilyen ravasz cinke mindig a gyengébbek közül került ki, domináns egyedek ezt a módszert nem használták, az alárendelt egyedeket egyszerűen elzavarták.

Azért tekintik ezeket a kísérleteket nagyon fontosnak, mert a megtévesztés során az állat valami olyan dologról kommunikál, ami nem létezik, és az agyában képes a létező valóság helyett egy nem létező dolog reprezentációját kialakítani. Ez mindenképpen az állati elme rendkívüli rugalmasságáról tanúskodik.

A sokféle kísérleti bizonyíték és az idő múlása végül 2012-ben hozta meg az áttörést. Egy cambridge-i neurobiológiai konferencián a vezető neurobiológusok elfogadtak egy közös nyilatkozatot. A *cambridge-i nyilatkozat* szerint elegendő bizonyítékunk van ahhoz az állításhoz, hogy a gerinces állatok gondolkodnak. A gerincesek idegrendszere nagyon hasonló felépítésű, és a benne zajló viselkedést szabályozó folyamatokat gondolkodásnak nevezhetjük.

Ha a nyájas olvasó megemésztette az eddigieket, akkor talán felismerte, hogy a magasabb rendű állatok esetében az etológus számára nem a *van ott valaki?* a kérdés, mert ebben már bizonyosak vagyunk, hanem az, hogy a valaki tulajdonképpen kicsoda, hogyan gondolkodik, milyen szándékai vannak, és miféleket tervez, vagyis hozzánk képest, akik ugyanezen dolgokat tesszük, mekkora valaki az illető. Azt is hangsúlyozni szeretném, hogy

valakinek nagyon sokféleképpen lehet lenni; ha az illető egy egészen egyszerű szerzet, akkor az a pirinyó elme éppen csak pislákol, vannak ugyan céljai, néha még emlékszik is rájuk, de a világ dolgairól elgondolkodni nemigen tud. Hogy ebből gyorsan valamit vissza is vonjak, mivel célszerű az olvasót időnként kétségek között hagyni, elmesélem, hogy az alig egy milligramm aggyal bíró méhek időnként elképesztően okosak. A felderítő méhek viselkedésének manipulálásával egy méhcsalád tagjainak mesterségesen megváltoztatott információkat szolgáltatnak bőséges táplálékforrásokról. Egy esetben a felderítők azt jelezték, hogy a kaptárhoz közeli tó partján van a táplálék, és egy csónakban oda is raktak egy tányér mézet. A kaptár lakói az üzenet vétele után szépen elindultak a jelzett hely felé, és szorgalmasan szállították haza a mézet. Minden rendben van, tehát a manipulált felderítők valóban képesek pontos jelzéseket adni a táplálék helyéről. A következő kísérletben viszont úgy manipulálták a felderítőket, hogy azok egy a tó közepén lévő mézforrásról adtak hírt, és a hitelesség kedvéért a mézes tányért a csónakkal a tó közepére vontatták. A kutatók legnagyobb megdöbbenésére az információt átvevő méhek el sem indultak a jelzett hely felé. Tehát képesek felfogni, hogy a tó közepén nem lehet virág, képesek az egy milligrammos agyukban ezt kispekulálni, megérteni és a viselkedésüket ennek megfelelően irányítani.

Tessenek most ennek a felismerésnek a következményeit végiggondolni! Nem vagyunk egyedül! A bioszféra számtalan hozzánk hasonló, csak más, esetenként kisebb (bár a delfinekről még alig ejtettünk szót) *valakiket* hozott létre, ezek itt nyüzsögnek körülöttünk, ezeket öljük halomra a sportos vadászaton, ezeket mészároljuk le a vágóhidakon, ilyenbe rúgunk, ha megharagszunk a kutyára stb. Hozzá kell szoknunk a gondolathoz, hogy a *van ott valaki?* kérdésre nem lehet igennel vagy nemmel válaszolni. Egészen széles tartománya van ennek az állapotnak, mi magunk valószínűleg a tartomány felső részén állunk, de nincs szakadék közöttünk és a hozzánk legközelebb állók között, fokozatok vannak, mértékek, de nem biztos, hogy ezek egyben kategóriák is.

Ha az ember figyel, sokféle érdekes esetet láthat, ami a véleményét befolyásolja. Egyszer Tanzániában jártam, és ott elvittek

egy elefántárvaházba, a Nairobi Nemzeti Parkban. A közeli Serengetiben orvvadászok gyakran ölnek meg elefántokat, és előfordul, hogy néhány hetes-hónapos kölykeik egyedül tengődnek a vadonban, amíg valamilyen ragadozó el nem kapja őket. Ha a park őrei ilyen kiselefántot találtak, behozták az árvaházba, és ott több évig nevelték őket, addig, amíg alkalmasak lettek a vadonba történő visszatérésre. A nevelés a következőképpen történt: a kiselefánt kapott egy gondozót, fiatal, egyetemest végzett fekete fiút, aki vállalta, hogy négy-öt évig együtt él vele... Mindketten a közös elefántistállóban alszanak, a kiselefánt a földön, szalmán, a gondozó pedig egy a falhoz rögzített állítható magasságú polcon. Ez azért szükséges, mert a kicsi éjjel időnként felnyúl, és az ormányával megtapogatja, hogy ott van-e a gondozó. Ha hiányzik, pánikba esik, és annak komoly következményei lehetnek. A lényeg az, hogy a kiselefánt néhány évre „pótanyát” kap, aki törődik vele, eteti, sétáltatja, takargatja, simogatja, de arra is vigyáz, hogy más emberek ne közelítsék meg a gondozottját, mert akkor hozzászokik az emberekhez és nem lehet a vadonba visszaengedni, mert nem félne az orvvadászoktól. Ebben az is benne van, hogy a gondozó évente csak néhány napra hagyja el az árvaházat és kis ápolóját. Nézegettük az árvákat messzebről, és beszéltünk a gondozó fiúkkal. Az egyik, férfias könnyek között elmesélt történet a következő: ötévi gondozás után egy elefántot sikeresen visszatelepítettek a Serengetibe, befogadta egy elefántcsapat. Ezután néhány hónappal, mindenki nagy rémületére, éjjel egy vad elefánt tört be az árvaházba. Az illető heves trombitálások közepette végigszáguldott az istállóhoz vezető úton, és szerencsére megtalálta azt a fiút, aki a korábbi gondozója volt. Ormányával megölelte, simogatta néhány percig, majd visszaszáguldott a vadonba. A történetet mesélő maga volt a főszereplő, és a potyogó könnyei meggyőztek arról, hogy valódi kötődés, emocionális kapcsolat alakult ki közte és az elefánt között.

Megemlítem még, hogy fejlődik a tudomány, egyre többet ismerünk meg a *valakinek* levés titkaiból, és biztos vagyok benne, hogy miután felismerjük a titkot, semmi akadálya, hogy „valakit” teremtsünk (hajaj, az eredendő bűn, ugye), a mesterséges intelligenciák már köztünk vannak, csak kicsinyek még, de napról



napra növekszenek, és pillanatokon belül „valakik” lehetnek, ez csak tervezés kérdése. Ez nemcsak eredmény lesz, hanem újabb problémák forrása is.

A mesterséges intelligencia kérdései ritkán kerülnek a figyelem középpontjába, leginkább csak akkor, ha valami szörnyűséges fenyegetést lehet hozzájuk kötni. Sokan képzelik, hogy jön majd a nap, egy egészen konkrét nap, amikor megjelenik a tökéletes mesterséges intelligencia, és azonnal uralma alá veszi a világot. Az efféle jóslatok mögött semmiféle rendszerelméleti vagy biológiai tapasztalat nincsen. A biológiai azért fontos, mert ismerünk egy biológiai rendszert, magunkat, amelyben már megjelent az intelligencia, persze kicsi hatékonysággal, de mégis lehet fogalmunk arról, hogy a működéséhez milyen feltételek szükségesek. Az emberi elme mögött óriási, nem tudatos szabályozórendszer működik, amely beépített genetikai adottságokat, érzelmeket, legfőképpen tapasztalatot használ arra, hogy gondolatcsomagocskákat állítson elő, és az ember éber állapotában ebből válogat. Ha egy nagyon tehetséges intelligenciaprogramot készít majd valaki, és arra kíváncsi, melyek a képességeinek a határai, azt nem egy ember lehetőségeihez kell mérni, hanem az egész emberi populáció intelligenciájához, amelyben nyolcmilliárd különböző emberi agy működik párhuzamosan hangoltan, érzékszervekkel, közvetlen tapasztalatokkal, emlékekkel, memóriával, valamint ezen egységek mindegyike számtalan tárgyat működtet, műszert, technológiát ural. Lehet, hogy egyetlen embernél sokkal okosabb lesz valaha egy komputert, s minden társasjátékban mindig nyer, de globális mértékben csak akkor működhet, ha az alsó szintek irányítása alatt lesz. Technikai adottságok, a viselkedési egységeket irányító emberi akarat, tehát érzelmek és eszméletlenül komplex szabályozás határozzák meg, hogy éppen mit művelhet. Akik egy adott naptól félnek, a *szingularitástól*, ami a mesterséges intelligencia megszaladását jelenti, azt képzelik, hogy akkor minden kontrollunkat elveszítjük majd. Naiv elképzelés, már most derékig ülünk a globális mesterséges intelligenciában, és mi irányítjuk. Gondoljuk csak el, vajon mi történne, ha egy pillanat alatt eltűnnének a számítógépek, mobiltelefonok, rádiók, televíziók, internet! Nagyon könnyen belátható, hogy a legnagyobb valószínűséggel néhány

héten belül elpusztulna az emberiség. Leállna a legtöbb gyár, megszűnne az áramtermelés, az olajszállítás, visszasüllyednénk a modern kommunikáció előtti zárt, csak lokálisan szabályozható világba, amikor is, ha valahol hatást akartunk elérni, oda kellett menni. Ha a kommunikáció modern formái megszűnnének, megállna az energia, az anyag és az információ szüntelen áramlása a bolygó körül, ami jelenlegi életlehetőségünk alapja. Napok alatt felfalnánk minden ehető dolgot, és vége. Nos, ettől nem kell tartanunk, az internet, a számítógépek „genetikailag meghatározott módon” működnek és végzik a dolgukat. És egyre nagyobb hatékonysággal. Evolúciós folyamatot észlelhetünk, a technológiáinkat szabályozó algoritmusok intenzív szelekciója folyik a nagyobb hatékonyság érdekében. Ez hosszú ideig tartó evolúciós folyamat, a „genetikai alátámasztást” az ember adja, saját természete alapján, ha van veszély, az legfeljebb ebből eredhet. A mesterséges intelligencia megjelenése főleg arra lesz jó, hogy összevessük az emberével, és megkíséreljük kideríteni, miféle intelligenciák lehetnek még.

## 7. Teremtés vagy evolúció?

Gyerekkoromban vallásos nevelést kaptam, és természetes volt számomra, hogy a világot Isten teremtette. Egyszer megkérdeztem a gyóntató atyát, hogy tényleg vannak-e őrzőangyalok, azt válaszolta, persze. Ez a *persze* elbizonytalanított, több bizonyítékot vártam, ha lennének, csak találnának rá módot, hogy valamiféle jelet adjanak, úgy az őrzés is egyszerűbb lenne, de nem adtak. Ma már pontosan tudom, a hiedelmek attól szépek, hogy nem igényelnek efféle jeleket. Miután vegyészképzést kaptam, nem zavartak az evolúcióval. Jóval később, amikor már nem hittem az őrzőangyalokban, kezdett érdekelni az evolúció, szakmai okokból. Az etológia evolúciós elméletre alapozott tudomány. Csak úgy lehet érteni az etológiai elméleteket, ha az ember ismeri az evolúciót. A biológusokkal folytatott szakmai vitáim a rendszertan körül forogtak, abbéli hiányosságaimat vetették időnként szememre, s az evolúcióról nem kérdeztek, később jöttem rá, miért, hát ebben ők is gyengék voltak. Etológusi pályafutásom második-harmadik évében világossá vált, hogy az evolúció szakmai megértése nélkül jó etológus nem lehetek. Igyekeztem ezt az ismerethiányt gyorsan bepótolni, ebből született az evolúció általános elmélete.

Érdekes, hogy egy-egy tudományág alapelméletei konkrétan milyen szerepet játszanak a kutatás mindennapi problémáiban. Az állatok megfigyelése nem igényel evolúciós elméletet, de az eredmények értékelése már igen. Az evolúciós elmélet valamiféle gondolkodási keretet ad, Niko Tinbergen annak idején híres előadásában tért erre ki. Elmagyarázta, hogy a viselkedési folyamatok teljes megértéséhez nem elegendő, ha valamilyen gyakorlati módszerrel leírjuk vagy rögzítjük egy állat viselkedését, szükséges, hogy a viselkedés funkcióját is megtaláljuk, azt a szerepet, amit a megfigyelt viselkedés az állat életfolyamataiban, mindennapi életében, szaporodásában betölt. Végül a teljes

megértéshez hozzátartozik az is, hogy a vizsgált faj evolúciós története során miként szerezte meg a szóban forgó tulajdonságot. Ez utóbbi információ megszerzése a legnehezebb.

A kakukkról mindenki tudja, hogy nincsen saját fészke, tojását éppen költő énekesmadarak fészkébe rakja, ahol az abból kikelő fióka első dolga, hogy az énekesmadár saját fiókáit kilökdösse. Az énekesmadarak elfogadják a kakukkfiókát sajátjuknak, és intenzíven etetik, néha nagyobbra nő, mint a nevelőszülők. Rejtély, hogyan alakul ki a fészkeparazitaság kapcsolata. Ma már tudjuk, hogy a nevelőszülők etetésekor a fiókák torkát ellenőrzik, annak rajzolata olyan kell hogy legyen, mint a saját fiókáiké. Ha az azonosítás megtörtént, a többi eltérő forma, szín nem számít. A kakukknak felnőttkorában olyan énekesmadár fészkébe kell raknia tojását, amellyel a torokmintázat egyezik, ha téved, az énekesmadár kidobja az idegent. Ez így rendben is van, de mikor és hogyan alakult ki ez a viselkedés?

Nos, a kakukk esetében közvetlen bizonyítékaink nincsenek, de van több dél-amerikai fészkeparazita, a gulyajáró madarak, amelyek viselkedéséből megérthetjük, hogyan alakul ki hasonló viszony. A gulyajáró is énekesmadarak fészkébe rejti a tojását, de a kikelő fióka egyáltalán nem bántja énekesmadár fiókatársait, sőt éppen ellenkezőleg, védelmezi őket. A gazdamadarak fiókáinak legnagyobb ellensége egy bögöly, ez a fiókák testére rakja petéit, és amikor abból kikelnek a lárvák, beássák magukat a fiókák bőrébe, és szép lassan elevenen felfalják őket. A szülők csak akkor avatkoznak be, ha a lárvafertőzött fióka már annyira legyengült, hogy nem mozog, akkor kidobják a fészekből. Viszont ha egy gulyajáró-fióka is van a fészekben, az éles csőrével harciasan szembeszáll a bögöllyel, megöli vagy elüldözi. Mérések szerint, ahol kerül gulyajáró a fészekbe, ott a szaporulat jelentősen nagyobb. Ez a kapcsolat tiszta sor, az egyik madár kikölti a másik fiókáját, ami segít megvédeni a gazda fiókáit. Kölcsönös előny, sok hasonló kapcsolatot ismerünk az állatvilágban. Ha most visszatérünk a kakukkhöz, könnyű elfogadható elméletet készíteni az ő esetére is. Valószínűleg a kapcsolat elején a kakukk és az énekesmadarak is kölcsönösen segítették egymást, de valamilyen esemény megszüntette a kakukk által nyújtott előnyt, például kihalt a közös

ellenség, ami ellen a kakukk védekezett, így a kapcsolat a továbbiakban csak az egyik, a kakukk érdekeit szolgálta, de genetikailag már rögzült és fennmaradt.

Hasonló etológiai megfontolások készítették arra, hogy alaposan utánanézzek az evolúció teóriájának, és a kutakodás nagyon megérte. Másképpen látom a világot. Az evolúciótól függetlenül, amióta emberi kultúrák léteznek, erős igény van arra, hogy a kultúrát valamilyen egységes, globális elmélet foglalja össze. A régebbi kultúrákban ez a globális eszme gyakran jelent meg mítosz vagy eredetlegenda formájában. Jellemző a globális mítoszból, hogy elsősorban a társadalom szerkezetét és eredetét kívánja megmagyarázni, honnan jövünk, mik vagyunk és hová megyünk, de mindig kiterjed a magyarázat a társadalmon kívüli világ jelenségeire is.

Az európai kultúra is kifejlesztette a maga globális elméletét a világról. E világkép két alappilléren nyugodott. Az első egy intelligens, racionális teremtő feltételezése. A második, hogy a világ statikus és tökéletes. A két sejtés egymással is összhangban állott. A mindenekfeletti intelligencia csak egy tökéletes világot teremthetett.

Az európai kultúrán belül az elmúlt kétszáz évben kifejlődött természettudományok nem egy globális mítoszból kiindulva és arra alapozva igyekeztek a világot megmagyarázni, hanem közvetlenül észlelhető gyakorlati jelenségek logikus magyarázatát keresték. Olyan magyarázatokat, amelyek a dolgok, jelenségek természetes létéből, tulajdonságaiból vezették le az ismereteket. Végül ez az eljárás is elvezet egy globális, mítoszjellegű teóriához, de alulról felfelé építkezve. A felülről lefelé építkezés a hit nagyszerűségét nyújtja, de a kíváncsi ember zavaró ellentmondásokkal küszködik. A tudományos módszer praktikus eredményekhez vezet, technikához, technológiához az egyetemes igazságokban való hit megnyugtató bizonyossága nélkül. A teremtéslegenda nagyszerű hiedelem, amit az ember saját magáról mintázott. Az a lény, aki mindig csinálni, alkotni, teremteni szeret dolgokat, lehet, hogy csak gondolkodik rajta, de megfogalmazhatja nyelvi eszközökkel is, elmesélheti, anyagba is formázhatja. Erről a tulajdonságról elmélkedve könnyen juthat el a teremtő Isten gondolatáig. Éppen csak azt kell

elképzelnie, hogy teremtésének nincsenek korlátai. Ez a hiedelem nem kíván részletmagyarázatokat, nem kívánja megmutatni a teremtés részmechanizmusait, hipp-hopp, a teremtő gondol egyet, és az létrejön. Mindenesetre a mai időkben nem teremt új fajokat, csak nézi bánatosan, mit csinálunk a teremtményeivel.

A tudományos magyarázatok igénye a társadalommal foglalkozó területeken is megjelent, de érdekes módon az aprólékos, praktikus magyarázatok helyett ez is valamiféle globális teóriában fejeződött ki. Ez a globális teória a fejlődés, tökéletesedés, egyszóval az evolúció metaforája volt.

Amerika felfedezése, a nagy utazók archaikus társadalmakról szóló beszámolóit felvetették azt a kérdést, hogy a jelenlegi civilizált társadalom hogyan fejlődött ki egy korábbi, primitívebb állapotból. 1725-ben jelent meg Giambattista Vico korszakalkotó műve, a *Principi di scienza nuova: intorno alla comune natura delle nazioni*, amelyben az emberi történelem egyes állomásait, egymásra következő szakaszait a szerző egy szakadatlan evolúciós folyamatnak tekinti. Bernard de Fontenelle 1686-ban megjelent művében az emberi világok pluralitásáról írt, feltételezi az életet más bolygókon is. Immanuel Kant egy evolúciós kozmológiai elméletet alkot.

A biológián belül a rendszertan kialakulása után lehetővé vált a fossziliák rendszerezése is, kiderült, hogy vannak kihalt fajok, csökevényes szervek (ez teljesen összeegyeztethetetlen volt az intelligens Teremtő koncepciójával), semmiképpen sem lehet tehát az élővilágot mint egy egyszer megteremtett és tökéletesre készített valamit elképzelni. Jean-Baptiste Lamarck az egyes fajok leszármazási sorai átalakulásának, fokozatos transzformációjának jelzésére használta az evolúció metaforáját. Az evolúciós transzformáció megmagyarázta a jelenlegi fajoktól eltérő fossziliák létezését, mert ezeket a folyamatos transzformáció korábbi állapotainak lehetett tekinteni. Lamarcknak azonban nem sikerült elfogadható természettudományos modellé alakítania az evolúciós metaforát, főképpen azért, mert ragaszkodott ahhoz a feltételezéséhez, hogy a szerzett tulajdonságok a leszármazási sorokban megszilárdulhatnak, lényegében öröklődnek. A későbbiekre nézve igen fontos volt azonban, hogy Lamarck

elképzeléseiben rendkívül nagy szerepet tulajdonított a környezetnek. Feltételezte, hogy a fajok evolúciójának egyik tényezője a környezet folyamatos változása. A másik tényező valamiféle, a teremtőtől eredő belső törekvés a tökéletesedésre, strukturális és organizációs komplexitásra.

Az evolúció metaforája átalakulást, változást, fejlődést, bonyolultabb, magasabb rendű formák megjelenését sugallta a biológiában és a társadalomban egyaránt, anélkül hogy a változások lezajlásának konkrét mechanizmusát magyarázni vagy előre megjósolni képes lett volna. Közelebb volt az istentanhoz, mint a tudományhoz, lényegében a régi, globális teórián belül kívánta a folyamatos változás kérdését megoldani.

A lamarcki evolúciós metaforát Charles Darwin 1859-ben alakította át logikailag koherens, bizonyos mértékig tesztelhető, sőt prediktív tudományos modellé. Ez úgy történt, hogy a metafora feketedobozát konkrét biológiai mechanizmusokkal és azok logikai kapcsolataival töltötte meg. A darwini elméletnek meghatározott logikai szerkezete van. Három megfigyelésből indult ki, amelyekkel már korábban, populációbiológiai esszéjében Thomas R. Malthus angol matematikus is foglalkozott.

1. Minden fajnak óriási a szaporodási kapacitása, és képes a túlszaporodásra. Például egy házilégypár utódainak száma egy év alatt meghaladja a hattrilliót, ha mindegyik életben marad. Egy elefántpár, amely sokkal lassabban szaporodik, mint a házilégypár, 19 millió utódot képes létrehozni, igaz, 750 év alatt. Egyetlen bélbaktérium, amelynek osztódási ideje 20 perc, képes lenne annyi utódot létrehozni 52 óra alatt, hogy tömegük elérné a Föld tömegét.

2. A különböző fajok populációinak egyedszáma hosszabb idő alatt vizsgálva többé-kevésbé állandó. A halálozások száma megközelítőleg azonos a születésekével, és a legtöbb változás átmeneti vagy ciklikus. Például egy kéthektáros területen élő fehérlábú pocok-populáció hosszú éveken keresztül végzett vizsgálata azt mutatta, hogy létszámuk a téli hónapokban 5–20, és a nyári hónapokban, a tavaszi szaporodási periódus után 30–100 között változik.

3. Az erőforrások korlátozottak. A populációk azért nem növekednek egy bizonyos határon túl, mert valamilyen erőforrás:

táplálék, búvóhely, fészkelőhely, territórium stb. hiánya ezt nem teszi lehetővé. Alacsonyabb rendű fajok populációit igen gyakran az időjárás változásai, például a hőmérséklet csökkenése, ritkítják meg nagymértékben.

A három megfigyelésből Darwin levonta az első következtetést.

Első következtetés: Az egyedek között vetélkedés folyik az erőforrásokért. Ez az idea nem volt már új Darwin idejében, de ő hangsúlyozta először, hogy a vetélkedés a hasonlók között, tehát a faj, illetve a populáció egyedei között a legnagyobb, hiszen ezek teljesen azonos erőforrásokat, táplálékot, fészkelőhelyet stb. igényelnek. A későbbi ökológiai kutatások igazolták, hogy a különböző fajok *szakosodnak* a különböző erőforrásokra, így a fajok közötti versengés nem olyan kifejezett, mint a fajon belüli.

A további következtetésekhez Darwin újabb megfigyelésekre támaszkodott.

4. Az egyed különlegessége. Főként az állattenyésztéssel kapcsolatos tapasztalatok bizonyítják, hogy egy állatcsoport minden egyede sok tulajdonságában különbözik a többitől, minden egyed különleges, megismételhetetlen variációját hordozza a fajra jellemző tulajdonságoknak. Egyáltalán nem mindegy, hogy melyik anyát vagy apát választjuk a következő generáció szülőjének. Ezen a felismerésen alapul az állatnemesítés évezredes gyakorlata.

5. Az egyedi különbségek nagy része öröklődik. Noha Darwin nem tudta ezt a megfigyelést a genetika kísérleti bizonyítékaival alátámasztani, mégis feltételezte, és ma már tudjuk, ez a feltételezése tökéletesen helytálló volt, az egyedi különbségek jó része valamilyen módon öröklődik. Ha a tulajdonságokat elemi *egységekre* bontjuk, kimutatható, hogy ezek az *egységek* az utódgenerációkban valamilyen formában újra és újra megjelennek.

Második következtetés: A differenciális szaporodás. A nagy szaporodási kapacitás, valamint az egyedek közötti különbségek képezik a természetes szelekció mechanizmusát. Darwin feltételezte, hogy az egyedi variabilitás következtében mindig keletkeznek olyan egyedek, amelyek szaporodási teljesítményükben társaikat felülműlják, így ezeknek a következő generációban relatíve több utódjuk lesz, mint a társaiknak.



III. következtetés: A generációváltásban jelentkező változások sok generáción keresztül összegződnek, ez az evolúció. Vagyis ha az öröklődő tulajdonságoknak a túlszaporodás és az erőforrásokért való vetélkedés miatti természetes szelekciója sok generáción keresztül folytatódik, akkor ez az egyedek tulajdonságainak fokozatos megváltozásához vezet, amelyet evolúciós folyamatként észlelünk.

A darwini teória a szaporodási kapacitás természetére, a variabilitás, az öröklődés mechanizmusára, a szelekció jelenségére és ezek logikai kapcsolatára épül, és kielégítően magyarázza a leszármazási sorok transzformációját, aminek megnevezésére Lamarck az evolúció metaforáját használta. A részmechanizmusok korrektek, tudományosan ellenőrizhetők. Darwin önéletrajzából tudjuk, hogy elméletének alátámasztásában milyen fontos szerepet tulajdonított a háziállatok tudatos szelekciójával létrejött változatok kialakulásának. A genetika formális tudománya nélkül is felismerte, hogy az evolúciós modellnek legfontosabb része az öröklődési mechanizmus. Az evolúciós koncepciót már maga Darwin is kiterjesztette az emberre, ez logikus következménye volt az elmélet természettudományos építkezésének. Ezzel a kiterjesztéssel az evolúciós elmélet elérte a mítosz kritériumait, választ ad arra, hogy honnan jövünk, mik vagyunk és hová megyünk. Ezen a ponton azonban élesen ütközött a teremtéselmélettel, és a konfliktus azóta is feloldhatatlan.

Az evolúciós elmélet Darwin utáni fejlődése lényegében a modell két fő alkotójának, az öröklődési mechanizmusnak és a populációk szaporodási tulajdonságainak a pontos matematikai megfogalmazásában nyilvánult meg. Az evolúciós modell nyelve a populációgenetika lett, és minden evolúciós problémát a populációgenetika modelljeivel véltek megoldani.

Számomra lenyűgöző, hogy Darwin használható genetikai elmélet nélkül is képes volt az evolúció teóriáját kidolgozni. *A fajok eredete* című könyvét egyik munkatársam, barátom, Kampis György újrafordította, és mindketten azon csodálkoztunk, hogy nem kellett az új fordítást telerakni szerkesztői megjegyzésekkel, hogy ezt vagy azt a leírást már nem tartjuk érvényesnek, megcáfolta a tudomány. Ha ma már valamit jobban tudunk, az Darwin szövegében úgy szerepel: ezt még nem ismerjük eléggé.

A molekuláris biológia előrehaladása befejezte ezt a munkát, mert a matematikai modellek, elméleti elgondolások mögé egy konkrét, izolálható, tanulmányozható anyag, a dezoxiribonukleinsav került, amelynek szerkezete érthetővé tette a mutációkon, szelekción alapuló evolúciós mechanizmust.

A biológia fejlődése 130 éve a darwini modell körül forog, és a legutolsó évtizedekben világossá vált, hogy az evolúciós elmélet a biológia vitathatatlan fundamentuma. Minden biológiai elmélet az evolúciós modellhez csatlakozott, azt támasztja alá, vagy éppen attól nyeri saját bizonyítékát.

A DNS biológiai funkciójának felfedezése, a molekuláris biológia kialakulása nemcsak azért fontos esemény, mert közvetlen gyakorlati haszna van, mert magyarázatot ad az élő szervezetben folyó kémiai reakciók és a szervezet biológiai tulajdonságaira, hanem azért is, mert igazolták Darwin zseniális sejtéseit a tulajdonságok variabilitásáról és a variánsok egy részének öröklődéséről. Nem igaz, hogy az evolúciós elmélet nem képes predikciókra, Darwin valamennyi mechanizmusra vonatkozó feltételezését tökéletesen sikerült igazolni.

Az sem igaz, hogy az evolúciós elmélet nem változik, nem fejlődik maga is. Lamarck is, Darwin is a leszármazási sorok transzformációját tekintette evolúciónak, vagyis számukra az evolúció objektumai a fajok. Az evolúciós modellben ezeken az objektumokon genetikai műveleteket végeznek, és az eredmény az objektumok, a fajok megváltozása.

Tudománytörténeti érdekesség talán, hogy ezt a változást nem kísérte különösebb figyelem a társadalom részéről, még a biológián belül sem. Pedig a bioszféra története már egy tisztességes eredettörténet, méghozzá alulról felfelé építve, és komoly vetélytársa lett az istenfogalomból kiinduló kreációs mítosznak. Láthatóan az ember a nagy elméleteit mindig mitikus formában fogalmazza meg, a döntő különbség azonban, hogy a tudományos mítosz kapcsolatban van a természeti jelenségekkel, alulról felfelé építkezik, míg a kreacionista globális mítosz egy szubjektív feltételezésből, felülről lefelé igyekszik levezetni a természeti jelenségek magyarázatát.

Végezetül, ha összehasonlítjuk a kreációs mítoszt az új evolúciós mítosszal, világosan meg lehet állapítani a következőket. Az

evolúció tudományos mítosza egyértelmű magyarázatokat ad a mechanizmusokra, a jelenségek időbeli elrendeződésére, és bizonyos óvatos jóslásokat is megenged a jövőre vonatkozóan. Adós marad az evolúció mint jelenség létezésének végső magyarázatával. Ma még nem tudjuk az elemi részecskék saját tulajdonságaiból levezetni a szerveződési szintek megjelenését és az evolúcióra képes önorganizáció lehetőségét. Az is lehet, hogy ezek értelmetlen kérdések. Ezzel szemben a kreacionista elmélet már kiindulásában megkívánja egy irracionális létező feltételezését, és a realitást illetően teljesen adós marad az összes részletmagyarázattal, működési mechanizmussal.

A kreacionista teória megtehetné persze, hogy egyszerűen „beemelné” az evolúciós elméletet a saját struktúrájába azt állítván, hogy a kreátor ezen a módon hozta létre az élővilágot. A pápa egy 2014-es kijelentése ismeretében gyanítom, hogy ez lesz a végső megoldás, a végső „nagy szintézis”.

A biológia Darwin utáni fejlődése nemcsak a populációgenetikát és a molekuláris genetikát hozta létre, kialakultak más tudományágak is, az ökológia, az etológia, a biológiai rendszerelmélet, rájöttünk arra, hogy az élővilágban szerveződési szintek vannak, az élőlények egymásra is hatnak, sőt éppen ez a legfontosabb hatás, ami egy organizmust érhet. Kifejlődtek az élet keletkezésével foglalkozó elméletek. Én közben kíváncsi lettem arra, hogy az evolúciós elmélet képes-e választ adni valamennyi szerveződési szinten a fejlődés mechanizmusára, tehát nemcsak a fajok eredete érdekelt, hanem az élet keletkezése, társadalom, a kultúra evolúciója, sőt az egész bioszféra változásának kérdése. Ezekkel a hagyományos evolúciós teória nem foglalkozik, új dolgokra kellett rájönni, ezeket tartalmazza a következő fejezet.

## 8. Mi fejlődik, miért?

Az evolúciós teóriának egyre több kérdésre kellett választ adnia.

Például: van-e iránya az evolúciónak? Ha nincs, mint sokan állítják éppen a populációgenetikai modellek alapján, hogyan alakultak ki a szerveződési szintek? Mi az evolúció kreativitásának forrása? Hogyan képes az állandóan változónak feltételezett környezet létrehozni ilyen komplex, látszólag jól szervezett, organizációs szintekre tagolódó, sokak szerint egységes rendszerként működő entitást, mint a bioszféra? A fajok vagy az egész bioszféra fejlődik? Ha a bioszféra is fejlődik, miféle szelekció történik?

Szóval számos kíváncsi kérdést lehet feltenni. Az evolúciós elmélet darwini, klasszikus értelmezése olyan modellek kidolgozásához vezetett, amelyek minden egyéb sikerük mellett alkalmatlanok a fenti kérdések megválaszolására.

Én úgy éreztem, rendszerelméleti fogalmakra van szükség az evolúciós elmélet megújításához, és elkezdtem ilyen irányba tájékozódni. Kiderült, létezik egy Nemzetközi Alkalmazott Rendszerelméleti Intézet (IIASA) Bécsben, amely évente tart konferenciákat az Alpokban, egy osztrák kisvárosban. Elkezdtem ezeket a konferenciákat látogatni. Evolúcióról nemigen volt szó, de a *rendszer* fogalmat körbe lehetett járni. A rendszerelméletet egy osztrák–magyar biológus, Karl L. Bertalanffy hozta létre számos alapvető cikkével az ötvenes-hatvanas években. Hangsúlyozta a nyílt rendszerek és a termodinamika szerepét a biológiában, informatikában és a kibernetikában. Az általános rendszerelmélet koncepciójában kiemelt szerepük van a komponenseknek, mint például a sejteknek a szervezetben vagy a molekuláknak a sejtekben, valamint annak a különleges *egésznek*, mint sejt vagy szervezet, amely a komponensek kölcsönhatásaiból alakul ki, de teljesen másként viselkedik, mint az őt létrehozó komponensek. Egy komplex valami a természet és a technika világában sok helyen

megjelenik, a galaxis, a komputer, a társadalom, az emberi elme, a sejtek ilyen komplexek, és annak ellenére, hogy az őket alkotó komponensek nagyon különbözők, felismerhetők bizonyos általános szabályok és az ezeket leíró matematikai modellek, amelyek az ilyen rendszereknek a viselkedését befolyásolják. Sokféle tudományban fogadták el és fejlesztették tovább ezeket az elveket. Meglepő módon például adminisztrációs feladatokat ellátó informatikai rendszerekben is alkalmazhatók az általános rendszerelmélet szabályai. Talán ez a magától értetődő alkalmazhatóság, amely nagyon megkönnyítette elfogadását, lett az akadálya annak, hogy a rendszerelmélet valamiféle önálló tudománnyá alakuljon. Az alkalmazás mindig szaktudományi feladat, amely elszakadhatott az általános elveket tárgyaló alaptételektől. Lassan így kiüresedett a rendszerelmélet mint önálló tudományos terület, és csak a szaktudományokban virágzik.

Mindenesetre én is úgy éreztem, szaktudományi alkalmazásra van szükség. Az evolúciós elmélet újrafogalmazása rendszerelméleti koncepciókat is igényel. Vegyünk egy könnyen érthető példát! Az élet keletkezésének modellezésére éppen a kurrens evolúciós paradigma számos, genetikai mechanizmusokra épített modellt nyújt. Modelleket készítettek arról, hogyan jött létre az első sejt, hogyan jelent meg a fehérjeszintézis, hogyan alakult ki a genetikai kód, mikor lett a DNS az öröklődési anyag. Ha már valamiféle genetikai mechanizmussal rendelkező sejt létrejött, az egész jelenlegi élővilág kialakulása magyarázhatónak látszik a leszármazási elmélet és a klasszikus evolúciós modell alkalmazásával. Vagyis ezekben a modellekben is lényegében a leszármazási vonalak, a protosejt *fajok* az evolúció alanyai. Holott semmi okunk feltételezni, hogy az első protosejtek rendelkeztek olyan izolációs mechanizmusokkal, amelyek elegendő identitást biztosítottak számukra ahhoz, hogy a darwini elméletben fontos szerepet játszó, egymástól genetikai tulajdonságaikban különböző individuumok populációját hozzák létre. Sokkal valószínűbb, hogy az individualitás csak későbbi evolúció eredménye, és a sejtalkotó makromolekulák minden különösebb akadály nélkül változtathatták helyüket az egyes protosejtek között. Jogosan felvethető tehát a kérdés: vajon a primitív protosejt helyett nem az *ős/leves* volt-e az

evolúció alanya? Az ősseves valószínűleg a bolygó egész felszínére kiterjedt kémiai rendszer. Képes volt-e fejlődésre, transzformációra, evolúcióra? Ha igen, akkor viselkedése milyen modellekkel írható le? A protosejt-ősseves leginkább a komponens-rendszer fogalompárosnak feleltethető meg. És ez a fogalompáros egy szerveződési szinttel lejjebb a molekula-protosejt kapcsolatra és egy szinttel feljebb, a későbbi fajok-bioszféra viszonyban is értelmezhető. Ha a fajok az evolúció alanyai, akkor a makromolekulák is azok voltak. Ha a makromolekulák evolúciója egy organizált entitás, a sejt megjelenését eredményezte, akkor a fajok evolúciója organizált bioszféra megjelenéséhez kell hogy vezessen. Milyen viszonyban vannak a fajok az egész bioszférával? A bioszféra csupán a fajok halmaza, vagy pedig megismerhetők olyan kritériumok, amelyek alapján a bioszféra mint egységes egész, mint élő komponensekből felépülő rendszer jelenik meg?

A kérdések korrekt megválaszolására visszanyúlhatunk a klasszikus evolúciós elmélethez. Az evolúció motorja a darwini természetes szelekció, azonban a szelekciós erők természetéről, mintázatáról a klasszikus elméletnek nincsen sok mondanivalója. A szelekciós erők a *környezetből* származnak. A környezet az az univerzális külső ágens, amely az evolúciós változásokért végső soron felelős. Az egész klasszikus evolúciós elmélet azonban megoldhatatlan problémákba ütközik, ha a környezetet a mai biológiai ismereteink alapján szemügyre véve azt állítjuk, hogy egy faj környezetének legfontosabb tényezői az egyéb élő fajok. Nehéz lenne ugyan ennek az állításnak az igazát vitatni, ha viszont elfogadjuk, akkor azonnal kiderül, hogy egy különös visszacsatolást iktattunk be az evolúciót magyarázó modellbe. Egy adott faj evolúciója a környezet szelekciós hatásának függvénye, de ez az állítás minden fajra igaz, és akkor kiderül, hogy az evolúció legfontosabb hajtóereje maga az evolúció, hiszen minden faj változik, alkalmazkodik, és ez a folyamat a többi faj számára megváltoztatja a környezetet, a szelekciós feltételeket. Egy önmagára visszacsatolt rendszer viselkedése megmagyarázható-e a populációgenetikai modellekkel, amelyek csak arra a kérdésre tudnak választ adni, hogy ha a szelekciós feltételek megváltoznak, akkor hogyan változnak az allélgyakoróságok, amit evolúciónak

tekintünk. Ez bizonyosan nem elégséges, elvileg új modellekre van szükség, amelyek meghaladják a populációgenetikai mechanizmusokat anélkül, hogy eldobnák őket. Egy önmagára visszacsatolt rendszer viselkedésének időbeli változásáról például jogos feltételezni, hogy meghatározott iránya van, hogy egyensúlyi állapotba kerülhet, hogy nem lesz meglepő, ha szerveződési szinteket mutat stb. Valamint, és ez a legfontosabb, a klasszikus modell külső tényezője, a környezet jórészt belső ágenssé válik, amely maga is alanya ugyanannak az evolúciós folyamatnak. A kérdés többé nemcsak az, hogy a megváltozott környezet hogyan alakította ki az adott fajt, hanem hogy miért és hogyan változott meg a környezet. Ez azonban egy *ördögi kör*. A biológiában ma elfogadott klasszikus evolúciós paradigmán belül ezekre a kérdésekre valóban nincs kielégítő válasz.

Az evolúciós teória még mindig csak a komponensekről beszél, mert csak ezek illeszthetők a klasszikus modellbe, de az evolúció új értelmezése ennél többet kíván. Rendszermodellre van szükség, amelyben az egyes komponensekre ható szelekciós erők többé nem külső ágensek, hanem az adott rendszer felépítésének, belső organizációjának, a rendszer saját evolúciójának levezethető következményei. A klasszikus modellben a komponensek transzformációjának hajtóereje a környezethez történő minél tökéletesebb adaptáció. Ha a környezet fogalmát felváltjuk a teljes rendszer fogalmával, akkor a hajtóerő a *nagy egészhez* történő egyre tökéletesebb illeszkedésnek felel meg. Hogyan modellezhető ez a jelenség, ha a *nagy egész* maga is folyamatosan változik? Mi például az *egész* változásának a hajtóereje?

A genetika, populációgenetika, molekuláris genetika kitűnő modelleket, mechanizmusokat szolgáltatott az élővilág egyes jelenségeinek magyarázatára, de csak elszigetelt rendszerkomponensek változásaival operálnak. Különösen feltűnő a klasszikus modellek használhatatlansága, ha figyelembe vesszük, hogy az evolúciós metaforát a biológián kívül is alkalmazzák. Használják az emberi elme, a technológia, a kultúra, a társadalom időbeli változásainak leírására, sőt az univerzum viselkedésének értelmezésére is. Ezeknél a modelleknél minden esetben komponensek kölcsönhatásaira épülő rendszer változásairól van

szó. Kampis György kollégám, barátom számos cikkben remek áttekintést adott ezekről a kérdésekről, és az evolúció általános elméletének kidolgozásában is sokat segített.

Az előbbieken folyamatosan sorolt kérdésekre csak újabb paradigmaváltással lehet majd megfelelő magyarázatokat kapni. Nekiálltam kidolgozni az evolúció általános elméletét, amely válaszokat adhat az említett kérdésekre. Nincs itt elegendő hely, hogy az egész problémakört áttekintsem, megtettem ezt számos elméleti publikációban, egy monográfiában, szeretnék azonban néhány általam legfontosabbnak tartott kérdést, ha felületesen is, de érinteni.

Nagy vita van az elméleti biológusok között az evolúciós folyamat egységeit illetően. A klasszikus elméletben az organizmus a szelekció és egyben az evolúció egysége. Az organizmust érik a környezet hatásai, az organizmus pusztul el vagy szaporodik, logikus tehát ezt tekinteni az evolúció egységének. Újabban, elsősorban Richard Dawkins szellemes elmefuttatásai nyomán, a gén is komoly jelölt az egység szerepére, hiszen a gének élettartama meghaladja az organizmusokét, az organizmus nem másolódik át az új generációba, de a gén igen stb. Mások felsőbb szerveződési szinteken keresik a szelekció egységét, Így például Stanley szerint a fajok maguk is szelekciós folyamat alatt állnak. Felmerült az a lehetőség, hogy az ökológiai rendszerek is szelekciós folyamat alanyai. A szelekció egységének meghatározásánál a klasszikus elmélet fő szempontja volt, hogy az adott egység individuum legyen, variábilis, és rendelkezzen átörökítő képességgel, egyszerűbben kifejezve: képes legyen a térbeli, fizikai másolódásra, replikációra. Ezek a követelmények szigorú megfogalmazásban bizonyos entitásokat kizárnak az evolúció köréből. Például a bioszféra csupán egyetlen példányban fordul elő, legalábbis a Földön, ezért nincsenek variánsai, tehát a hagyományos teória szerint képtelen az evolúcióra. Az emberi személyiség, mint konkrét individuális entitás, szintén egyetlen példányban létezik, tehát kifejlődésének folyamatát az iménti gondolatmenet alapján nem lehetne evolúciós folyamatnak tekinteni. Ugyanígy a társadalmi rendszerek is megfoszthatók az evolúció lehetőségétől, mert csak egyetlen individuális példányban léteznek. Egészen más kérdés,



hogy sokféle társadalmi rendszer létezhet egymás mellett, és a klasszikus elmélet azok szelektív túlélését esetleg elfogadná mint evolúciós folyamatot, itt azonban konkrét individuális rendszerekről van szó. A társadalomtudományokban ennek ellenére az evolúciós metaforát széles körben használják a személyiség, a társadalom változásainak jellemzésére. Végül is hol az igazság?

Az evolúciós elmélet minden probléma nélkül kiterjeszthető az előbbiekben említett rendszerekre akkor, ha a variabilitást nemcsak a térbeli variabilitásra, számos példány egyidejű jelenlétére korlátozzuk, hanem bevezetjük az időbeli variabilitást is, ahogyan én ezt a replikatív autogenetikus modellben tettem. A koncepció lényege, hogy egy kölcsönható komponensekből álló rendszer, amelyben a komponensek keletkeznek és bomlanak, a komponensek evolúciós folyamaton mehetnek keresztül, anélkül hogy a rendszer identitásának és autonómiájának folyamatosságát elveszítené. Ennek következtében az egész rendszer megváltozik az idő során, és ez nyilvánvalóan transzformációs, evolúciós folyamat egyetlen individuális, autonóm komplex entitásban. Érvényes ez a személyiség és a társadalom fejlődésére éppen úgy, mint magára a bioszférára. Nagyon érdekes, hogy a konzervatív Dawkins bizonyos szempontból elismeri a személyiséget létrehozó egyes komponenseknek, a memórianyomoknak a replikatív evolúcióját, de nem jut el arra a logikus következtetésre, hogy ha a *mémek* evolúcióképesek, akkor a mémek által létrehozott személyiségtől sem lehet az evolúcióképességet elvitatni. Ugyanez a gondolatmenet érvényes a társadalomra és a bioszférára is. Ha a fajok evolúcióra képesek és fejlődnek, akkor vajon minek nevezzük azokat a változásokat, amelyeken az a rendszer megy keresztül, amelynek a fajok csupán komponensei? Ha egy magasabb organizáció evolúcióképes, akkor nyilvánvalóan a magasabb organizációs szint által reprezentált korlátoknak valamiféle szerepet kell kapniuk az evolúciót leíró modellekben. A klasszikus evolúciós modellek ilyen korlátokat nem ismernek. A klasszikus evolúciós modell e hátránya minden valószínűség szerint az individualitásfogalom helytelen értelmezésére vezethető vissza. Az evolúciós elmélet körüli vitákban úgy tűnik, mintha az individualitást egy minden vagy semmi jelenségnek fognák fel. Holott az

individualitás és az autonómia maguk is evolúciós jelenségek, és fokozatosan jelennek meg az evolúciós rendszerek jellemzésében. Gondoljunk vissza a korábban említett protosejt példájára! Ha az élet keletkezése során már kialakultak valamiféle mikrokompartmentek, protosejtek, amelyek képesek a makromolekulák egyes csoportjait magukba foglalni, ez még nem jelenti, hogy ezeket az individualitás ugyanolyan magas foka jellemzi, mint a modern sejteket. A különböző makromolekulák szabadon cserélődhetnek bennük, a keletkezés és a működés helye nem feltétlenül azonos. Csak hosszú evolúciós folyamat során alakulhatnak ki azok az izoláló mechanizmusok, amelyek a makromolekulák egyes csoportjait izolálják, az őket hordozó teret individuális, autonóm sejté teszik. Az individualitás tehát nem előfeltétele az evolúciónak, mint azt Darwin gondolta, hanem magasrendű terméke. Ugyanez a gondolatmenet érvényes az ökológiai rendszerekre is. Óriási vitákat folytatnak az ökológusok arról, hogy az ökológiai entitások vajon *rendszerek-e*, vagy csupán az egymás mellett élő fajok halmazai. Ez a vita megint csak azon alapszik, hogy az individualitást, ebben az esetben az ökológiai entitás individualitását minden vagy semmi alapon képzeljük el. Ha az individualitás maga is evolúciós folyamat eredménye, akkor fokozatai vannak, és a jelenlegi ökológiai entitások ebből a szempontból különböző fokozatokba sorolhatók, de általános evolúciós megfontolások alapján valamennyien a magasabb fokú individualitás felé tartanak, természetesen evolúciós időtartományokban. Ugyanez a gondolatmenet érvényes a bioszférára is. Ezek a megfontolások képezik alapját az evolúció irányáról, egyensúlyi, bizonyos értelemben véve végállapotáról alkotott modelleknek is. Ha általános tendencia az individualitás kifejlődése, amely a sejtekben, organizmusokban a legfelső fokozatot is elérte, és az ökológiai egységek is ezen az úton vannak, akkor az evolúció iránya mindig magasan szervezett individualitású, autonóm rendszer kialakulásának irányába tart, és az evolúció mindaddig folyik, amíg ez a legmagasabb organizációs szinten be nem következik. A személyiséggel, társadalommal, bioszférával kapcsolatos ilyen modellekről számos alkalommal publikáltam.

A klasszikus evolúciós metaforában a környezetből származik a szelekciós erő, a metafora új, általam adott értelmezése szerint ez

magából a rendszerből következik. Itt egyfajta bezáródás történik: mi hozza létre az evolúciós kreativitást?

Az evolúciós rendszerek belső kreativitásának természetével sokat foglalkoztunk Kampis Györggyel. Kimutattuk, hogy az evolúciós rendszerek kreativitása a rendszerkomponensek *rejtett tulajdonságainak* a következménye. A rejtett tulajdonságok azok, amelyek az adott organizációban nem játszanak szerepe és variabilitásukban kimeríthetetlenek, mint azt Mario Bunge a kémiai elemek atomjainak esetében is kimutatta. Új tulajdonságok kialakulása a rendszer adott organizációjának függvénye, mert az éppen adott organizáció csupán bizonyos tulajdonsághalmazra épül. A komponensek egyéb tulajdonságai rejtve maradnak az organizáció szempontjából. Az organizációban bekövetkezett változások, vagy új komponensek megjelenése lehetővé teszi a rejtett tulajdonságok egy részének aktiválódását és az új emergens organizációban való részvételét. A biológiai evolúcióban és az erre épülő egyéb evolúciós folyamatokban megjelenő emergens tulajdonságok végső soron a kémiai elemek atomjai rejtett tulajdonságai megnyilvánulásának a következményei. A rejtett tulajdonságok emergenciája taszítja a rendszert egyre növekvő komplexitás, egyre magasabb szerveződési szintek irányába. A mindenkori organizáció a komponensek tulajdonságain alapszik, és a komponensek megnyilvánuló tulajdonságai az adott organizáció függvényei. A rendszer organizációja és a rendszer komponensei csak egymás kölcsönösségében értelmezhetők, és nem kívánnak az értelmezéshez külső ágenseket. Egy evolúciós rendszer organizációja pedig mindehhez spontán növekedő tendenciát mutat a végső egyensúlyi állapotig, amelynek feltételei egzaktan megadhatók. Ezzel az evolúció iránya és lehetséges végállapota is definiálható.

A külső okokra visszavezetett evolúciós modell nem tudott kielégítő választ adni az evolúció célját és értelmét illetően sem. Hiszen a külső környezet koncepciója, mint a folyamatot kiváltó okozati tényező, erre nem kínált lehetőséget. A kiterjesztett evolúciós modellben az evolúció belső ok miatt jön létre, és mint ezt részletesebben már kifejtettem, ez az ok, cél és értelem egyértelműen maga a pusztá létezés, a létezésre való belső

inherens törekvés. A létezésnek nincsen értelme egy külső ágens szempontjából, célja önmagában van, konkrét mechanizmusai vannak, és a változás ellentéte. A létezésre való törekvéssel irányított evolúció az individualitás, a változatlanóság felé tart. A végső evolúciós metafora a létezés kialakulásának, megszilárdulásának és megváltoztathatatlanóságának modelljévé formálódik, ezzel az evolúciós metafora önmaga ellentétébe fordult.

A nyitott kérdések jó részére választ nyújt az *evolúció általános elmélete*, lényegében az általános rendszerelmélet biológiai alkalmazása, amelynek kidolgozásával több könyvben és számos tudományos cikkben foglalkoztam. Ennek az elméletnek nem a természetes szelekció a központi koncepciója, hanem a biológiai rendszerekre jellemző másolási folyamat, a replikáció. Sejteknél ez a folyamat a szaporodás mechanizmusa. Egyetlen sejtől a belső komponensek másolásával annyi új komponens jön létre, hogy a sejt két majdnem egyforma részre osztódik. Két új sejt jön létre. Ez a replikáció. Szexuális szaporodásnál az ivarsejtek egyesülésével keletkező zigótában ugyanez a folyamat megy végbe, de a keletkező két sejt nem válik el egymástól, tovább osztódnak, és az embrió komplex testét alkotják, ez a folyamat is replikációnak tekinthető. A sejtek, szervezetek másolását, replikációját a replikatív információ teszi lehetővé, ezt nevezzük genetikai információnak. Megfogalmazható a replikatív szelekció folyamata is, ezen azt értjük, ha a másolattal keletkező utódok valamilyen hatás következtében nem azonos mértékben képviselik a kiindulási egységeket, ez lényegében a természetes szelekció fogalma a klasszikus elméletből. Replikációs esemény bármely szerveződési szinten definiálható, lehet térbeli replikáció, amikor az eredeti rendszerből két hasonmás keletkezik, ahogy az előbbieken leírtam, de lehet időbeli replikáció is, amelyben a rendszer meghatározott idő alatt csupán komponenseit regenerálja korábbi állapotával azonos minőségben és szervezettségben, ez új fogalma az evolúciós modellnek. Egy energiafolyamban álló evolúciós rendszerben a replikatív információ mennyisége folyamatosan növekszik, és az egymással funkcionális kapcsolatba kerülő struktúrák replikációja összehangolódik, replikációs fülkék, kompartmentek alakulnak ki, amelyek egy-egy újabb szerveződési szint egységként viselkedő

komponensei lesznek, és belőlük a magasabb szerveződési szinten újabb emergens replikatív ciklusok indulnak el. Ezáltal a replikáció folyamata a szerveződési szintek kialakulására és a komplexitás folyamatos növekedésére is egyértelmű magyarázatot ad. Ugyanezekből a mechanizmusokból az evolúció iránya is következik. Az evolúció az összes szerveződési szintet magában foglaló teljes rendszer egyre pontosabb – végső állapotban identikus – időbeli replikációja irányába mozog, és ez az állapot mindaddig fenntartható, amíg a külső körülmények változatlanok.

A replikatív modellben értelmezhetők az eddigi modellek komponensei, a szerveződési szintek és a teljes rendszer is. Az értelmezés során megjelenik és meghatározható a rendszer identitásának és egységének fogalma is. Ugyancsak egyszerűen, az anyag elemi attribútumaiból levezethető az evolúció hajtóereje, amely így megszabadul a homályos misztifikációtól. További előnye a replikatív elméletnek, hogy nemcsak biológiai rendszereket, hanem bármely más, atomokat tartalmazó, a hozzávetőleges replikáció jelenségét produkáló struktúrát modellezni képes. Így használható a technika, a társadalom és az elme, a kultúra vagy akár olyan részrendszerek, mint a számítógépes programozás modellezésére is.

Az evolúció általános elmélete a hazai biológusok között megütközést váltott ki, de érdemi ellenérvek nem hangzottak el. Egy berlini evolúciós *Dahlen*-konferencián vehettem részt egyszer mint meghívott vitapartner, ami azt jelentette, mindenbe beleszólhatok, de nem írhatok a konferencia kiadványába cikket. Az érdekes eseményen lehetőségem volt John Maynard Smithnek, az akkori vezető evolúciós kutatónak részletesen elmondanom az elméletet. Végighallgatott, gondolkodott, majd azt mondta, nem tud hirtelen ellenvetést tenni, de ne gondoljam, hogy a biológusokat rá lehet arra venni, hogy az egész elméletet elolvassák, végiggondolják, vitatkozzanak. Ez sajnos nem így megy. Bontsam részekre a teóriát, és harcoljak azért, hogy folyóiratokban, konferenciakiadványokban ezek megjelenjenek és majd lassan, tizenöt-húsz év alatt az egész elfogadott legyen. Szép életcél, tette hozzá mosolyogva. Megköszöntem a tanácsot, de nem kívántam egy elmélet rabszolgája lenni, azt elértem, hogy *Az evolúció általános elmélete*

magyarul a Gondolat, angolul Amerikában, a Duke University Press kiadónál megjelenhetett, a további sorsa már csak távolról érdekelt. Mindenesetre John Maynard Smith, aki a konferencia elnöke volt, gálánsan megváltoztatta a státuszomat, bevont a közleménnyel szereplők kis táborába, és a tanulmányom 1989-ben meg is jelent a konferencia kiadványában. Ezt eredménynek értékeltem.

## 9. A megismerés evolúciója

Pályafutásom során számos alkalommal kérdezték, mi a véleményem a tudomány vagy a társadalom jövőjéről. Ezeket megválaszolhatatlan, *naiv* kérdéseknek tartom, de az elkezdett foglalkoztatni, hogy egy ilyen másolásra, tehát evolúcióra hajlamos közegben, mint a társadalom, maga a megismerés folyamata hogyan fejlődik és milyen korlátai vannak. Sok éven át csiszolgattam erre vonatkozó elgondolásaimat, elnézést kérek, ha az olvasó korábban találkozott velük.

Nem kíván különösebb bizonyítást, hogy az ember által használt szerkezetek, legyenek azok tárgyak vagy akár matematikai konstrukciók, ugyanúgy egy történet eredményeképpen jönnek létre, mint bármelyik élőlény. Csak szemléltetésképpen vegyünk egy bizonyítási eljárást! Mondjuk, azt kellene természettudományos eszközökkel bizonyítani, hogy egy karóra – mechanikus, hogy a történet egyszerűbb legyen – emberi készítmény. A legegyszerűbb bizonyítási eljárás az lenne, ha egy lakatlan szigetre kitennénk, mondjuk, száz pucér, véletlenszerűen kiválasztott embertársunkat azzal a feladattal, hogy egy ilyen tárgyat készítsenek. Könnyen belátható, hogy még akkor sem lennének képesek erre belátható időn belül, ha történetesen egy vagy több órásmaster is lenne közöttük. Egyrészt az óra társadalmi termék, tehát elkészítéséhez nemcsak emberek, hanem vaskohók, esztergapadok stb. szükségesek, másrészt a példámban a legfontosabb: az órakészítésnek pontosan meghatározott története van. Tulajdonképpen ezt kellene visszafejteniük a szigetre tett embereknek, egészen addig, amíg a pusztta kézzel is előállítható tárgyakhoz nem érnek, ahonnan azután visszafelé már az óra könnyen elkészíthető, ha a megfelelő segédeszközöket is sorra elkészítik. Ez a példa azt is mutatja, milyen *naiv* az az antievolucionista érvelés, miszerint, ha az élet komplex struktúrái

valóban spontán egy evolúciós folyamatban jöttek volna létre, akkor ma is, most is könnyen meg lehetne ezeket a folyamatokat ismételni.

Az élőlények, éppen úgy, mint a karórák, egy rendszer kreativitásának eredményei, és létüket, struktúrájukat, organizációjukat csak és kizárólag keletkezési történetük eredményezi, és egyben persze magyarázza is. Egyáltalán nem biztos, hogy a történet nagy szakaszai egyszerűen átugorhatók. Ez a válasz arra a kérdésre is, hogy lehet-e nagyon komplex struktúráknak kialakulniuk egyszerű környezetben. A szem az ember egyik fontos, bonyolult szerve, ma még tisztességesen utánozni sem vagyunk képesek. Hogyan jöhetett létre? Az állatok evolúciójában a szem tizenegy alkalommal jelent meg egymástól teljesen függetlenül, különböző molekuláris megoldásokkal. A látás tulajdonsága óriási szelekciós előny, ez a magyarázata a megjelenésének, amihez természetesen hosszú időre volt szükség.

A technika komplex tárgyainak tervezési problémái is sok alapvető kérdést vetnek fel a megismerésével kapcsolatban. Az evolúciós elméletek elfogadható magyarázatokat adnak arra, hogy a tárgyaknál is komplexebb élőlények esetében miért olyan fontos a struktúrához kapcsolódó történet. Az előbbi, karórával kapcsolatos gondolat kísérlet azt is mutatja, hogy a már meglévő, feltalált, előállított tárggyal is ugyanez a helyzet.

Felmerül itt azonban az a kérdés is, hogy hogyan állunk a jövőbeli tárgyakkal. Milyen szerkezeteket lehet egészen biztosan feltalálni majd, és milyeneket nem. A szerkezetet itt is a legszélesebb értelemben, a tárgyaktól a tudományos elméletekig értve. Vagyis a megismerés bizonyos szempontból arról is szólhat, hogy képesek vagyunk-e jövőbeli történeteket megfogalmazni.

Egy példát megint. Már az emberiség hajnalán felmerült a távolbalátás víziója, sokszor elképzelték, hogy varázslók, démonok, istenek valamiképpen rendelkeznek e képességgel vagy ennek valamilyen eszközével. Ha, mondjuk, ötszáz évvel ezelőtti tudományos ismeretek birtokában vizsgálnánk a kérdést, a válasz egészen biztosan az lenne, hogy a távolbalátás a mesék birodalmába tartozik. Hiszen egy távolbalátó szerkezethez az akkori ismeretek szerint nem vezet egy tudományosan és technikailag is igazolható történet. Ma már tudjuk, hogy ez tévedés. Hiszen van



ilyen történet. A világhálón például van egy honlap, amelyhez csatlakozva kamerán keresztül a szavannát lehet megfigyelni, időnként érdekes állatok bukkannak ott fel, és ezt kényelmesen, sok ezer kilométernyi távolságból nézegethetjük. De a mindenki otthonában megtalálható televíziós készülék is majdnem a távolbalátás élményét nyújtja, ha azt a kérdést, hogy érdemes-e, nem tesszük fel. Nos, ha egy mesemotívumhoz némi idő és fáradozás után meg lehet szerkeszteni egy reális történetet, lehetséges, hogy még képtelenebb ötleteknek is van jövőjük.

Mondjuk, egy teleportáló készülék is igen hasznos lehetne. Sokáig a fizikusok még az elvi lehetőségét is kizárták ennek a tudományos fantasztikumnak, de a kvantumteleportáció bizonyítása után igencsak elbizonytalanodtak. Van tehát egy célszerkezet, a távolba szállító gép, amelynek valójában csak a funkcióját ismerjük, és az a kérdés, hogy milyen apró technikai találmányok értelmes sorozata segítségével lehet azt létrehozni, milyen technikatörténetet kell ehhez konstruálni.

Sajnos, ahogyan semmiféle bizonyítékát nem leljük egy esetleges instancionális teremtésnek, ugyanúgy nem képzelhető el az instancionális tervezés sem, amely egy adott pillanatban képes lenne egy nagyon komplex, hibátlanul működő, a lehetőségeket a természeti törvények határáig kihasználó technikai szerkezetet vagy akár absztrakt konstrukciót előállítani. Negyven évvel ezelőtt a tudomány és a technika már igazán fejlett, túl voltunk az atombombán, a televízión, a számítógépen, és éppen piacra került az első tömeges elterjesztésre szánt kisszámítógép, a ZX80. Ha megvizsgálunk egy negyvenéves adattároló merevlemezt, tapasztalhatjuk, hogy nagy, zajos, gyakran elromlik, és a tárolókapacitása néhány száz kilobyte mindössze. Húsz év múltán csodálatos, sok gigabyte-os, mozgás nélkül működő tárolólemezeket lehet kapni. Miért nem lehetett ezeket azonnal, mondjuk, az adattárolási igény felmerülése évében előállítani? A magyarázat a történetben van. A korszerű tárolólemez története lépcsőről lépésre megmutatja, hogy miért tartott ilyen sokáig. Pontosán felismerhető, milyen véletlenek és milyen apró felfedezések formálták az első durva szerkezetekből a korszerű gépet. És biztosak lehetünk benne, hogy újabb negyven év múlva ez a történet újabb, fantasztikus

eseményekkel lesz majd gazdagabb. Vagyis az ember képes a megismerésre, ami egy komplex jelenség, tárgy, élőlény keletkezési történetének lépésenkénti felderítését jelenti, akár egy múltbeli, akár egy lehetséges jövőbeli történetről van szó, de képtelen a felismerésre, arra, hogy egy adott funkcionális igény számára azonnal és elsősre a végső, legjobb megoldást feltalálja. Egyébként ezt a gondolatot sokkal korábban Polányi Mihály is megfogalmazta abban a híres cikkében, amelyben az élő struktúrák keletkezését és a benzinmotorok tervezését hasonlította össze, és bevezette a rejtett, teóriákban nem megfogalmazható tudást. A természeti törvények ismerete alapján nem lehet megtervezni a leghatékonyabb motort, állította, hanem csupán találgatással, változatok készítésével és a próbák szelekciójával lehet eljárni. A motortervezés művészet, és nem tudomány. Nos, a teleportáló készülék elkészítése is csak ilyen módon, egy alapvetően szelekciós mechanizmus segítségével, apró, sokszor véletlenszerű találmányok szelekcióján keresztül, vagyis egy reális történet evolúciós kidolgozásával képzelhető el.

Ugyanez a gondolatmenet érvényes akkor is, ha nem technikai szerkezetet, hanem, mondjuk, egy elméletet, például egy több feltételnek megfelelő tudatelméletet veszünk. A tudományok csak arra képesek, hogy egy elképzelhető történet elemei egymásra következésének lehetséges voltát elemezzük, logikával, kísérletekkel. Az emberi technika ugyanígy csak arra képes, hogy a meglévő konstrukciókat kombinálja, átszervezze, apró, új elemeket kipróbáljon. Mindkét esetben nyilvánvaló, hogy a megismerési folyamat evolúciós természetű.

Nagyon izgalmas kérdés, hogy vajon bármilyen képtelen ötlet megvalósítható-e. Vannak-e lehetőségeink, hogy elképzelt, jövőbeli történetek közül előre válogassunk, és meghatározzuk azokat, amelyek egy adott rendszeren belül nem lehetségesek?

Szeretnék itt utalni a sejtautomaták elméletére, amelyet Neumann János indított el. Képzeljünk el egy igen nagy kockás papírt, ahol néhány négyzetet megjelölünk, aktiválunk, majd egy általunk készített szabályrendszer szerint sorozatosan átalakítunk. A szabályok affélék, hogy például a megjelölt kocka mellett az új generációban nem lehet jelölés, de a sarkaival érintkező kockában igen, vagy a jelölt kocka lapjainál a rákövetkező generációban két-

két négyzet aktív, és hasonlók. Neumann kimutatta, hogy megfelelő szabályokkal önkonstrukciós és önreprodukciós alakzatokat is lehet találni. Kiderült az is, hogy a sejtautomata-mezőn meghatározhatók olyan struktúrák, aktivitásmintázatok, amelyek semmilyen őket megelőző állapotból nem jöhetnek létre. Ezeket nevezik „édeni struktúráknak”, ezek, ha már léteznek, működőképesek, de csak közvetlen beírással hozhatók létre a sejtmezőn. Ha egy adott rendszeren, egy adott mezőn belül vagyunk, akkor állíthatjuk, hogy az „édeni” tartományába tartozó struktúrákhoz nem vezetnek keletkezési történetek. Ilyeneket nem lehet feltalálni, megvalósítani, elkészíteni. Hozzá kell tennem persze, hogy ez a korlát csak szigorúan az adott rendszeren belül érvényes, hiszen a sejtautomata-mező tervezője a rendszeren kívülről ezeket az állapotokat is létrehozhatja, vagyis ha az adott rendszerből kilépünk, és egy magasabb szerveződési szinten, egy magasabb rendszerben vizsgáljuk a kérdést, akkor az előző szint édeni kategóriája megszűnik, és persze bizonyára újabbak alakulnak ki. Remélem, itt mindenkinek Kurt Gödel jut eszébe.

A tudományos megismerés egyik fontos feladata éppen a saját rendszerünkben létező *édeni struktúrák* felismerése.

Ha már az édeni struktúráknál tartunk, rá kell hogy mutassak bizonyos vallási hiedelmek egy érdekes tulajdonságára. A zsidó-keresztény kultúra istenének nincsen keletkezési története. Ez a tény Istent az általunk ismert és vizsgálható világon kívülre helyezi, lényegében édeni struktúrának tekinti. Viszont tudományos ismereteink szerint, aminek ebben a világban nincsen története, az ugye nem jöhet létre. Az evolúciós gondolat nyilvánvalóan istentagadáshoz vezet, mindig is jól sejtették ezt a vallási ideológusok.

Az imént a megismerés alanyait képező struktúrák egyedi történeteit vizsgáltuk, természetesen ugyanúgy, mint a biológiai evolúció esetében, itt sem kerülhetjük el a *teljes rendszer* fogalmát. A megismerési történetek nem önmagukban léteznek, hanem szinte minden pontjukon funkcionálisan csatlakoznak más megismerési folyamatokhoz és más történetekhez. Valójában a megismerési folyamatban működő szelekció legfontosabb szempontja éppen az, hogy egy adott struktúraváltozás – tárgyban vagy elméletben –

illeszkedik-e a rendszer egyéb struktúráihoz. Nyilvánvaló, hogy a már említett merevlemezeket azért sem lehetett volna előre a mai formájukban felismerni és megtervezni, mert mai struktúrájuk ezer szállal kötődik egyéb technikai változásokhoz, más felfedezésekhez. A valódi megismerő tehát valójában az egész rendszer. Pontosabban a megismerés is különböző szerveződési szinteken egyidejűleg zajló folyamat éppen úgy, mint a biológiai evolúció.

A megismerő embert korlátozza és serkenti is a felette elhelyezkedő társadalmi megismerés szintje. És természetesen a társadalmi megismerés a megismerő ember vizsgálódásain alapszik. Hasonló szerveződési kettősség minden evolúciós folyamatra jellemző. Az embernek el kellene fogadnia a saját helyét és lehetőségeit az univerzumban, s ez sem kevés.

Ismereteinket, technikáinkat tehát egy evolúciós rendszer működésének köszönhetjük. Az emberi megismerés evolúciós rendszer. Ez a rendszer teszi, amire képes, de elvileg nem várható, hogy majd valamiféle új szemléletből vagy nagy világegyenletből eredeztetve olyan alapvető felfedezésekre jut, amelyek a világnak vagy akár csak a világ egy kis része működésének abszolút magyarázatát és következményként abszolút manipulálhatóságát adja. Ilyen képességet csak Istennek szoktunk tulajdonítani, de neki, mint említettük, nincsen története, tehát ehhez a képességhez nem vezet történet sem, legalábbis ebben a világban.

## 10. Származásunk

Már jó ideje etológiával foglalkoztam, amikor az evolúciós tanulmányok szükségessége felmerült, amiről az előző fejezetekben beszámoltam. A humánetológiai kíváncsiság magától értetődően adódott. Az etológusok az embert az állatfajok egyikének tartják, és igyekeznek az etológiai megfigyelés és következtetés módszereit az embernél is alkalmazni a viselkedéskutatók kezdeti nagy felháborodására. Maga Konrad Lorenz írta az első humánetológia-könyvet, de az csak elmékedés volt arról, hogy lehetséges ilyen tudomány, és az etológia módszerei alkalmazhatók az embernél is. Nemzetközi Humánetológiai Társaság is alakult, évente rendez konferenciáit különböző országokban. Egy ideig eljártam ezekre, érdekes, hogy olyan résztvevő, aki azt állította magáról, hogy ő humánetológus, sohasem volt, de etológusok, pszichológusok, szociológusok, antropológusok szép számmal akadtak, és mindenki a másiktól várta a megváltást. Végezetül összejött a humánetológia, mert a pszichológiai, élettani, antropológiai és egyéb embertudományok számtalan konkrét adattal, megfigyeléssel rendelkeztek, de ezek értelmezése mindig az adott szaktudomány szokásaihoz igazodott. Mi pedig úgy éreztük, hogy ha az adatok megvannak, az etológiai szemlélet birtokában sokkal értelmesebb magyarázatokat tudunk adni a már meglévőknél. Azután íródott egy tekintélyes humánetológia-könyv is, amit Irenäus Eibl-Eibesfeldt, Lorenz egyik tanítványa, közeli munkatársa írt, aki valójában antropológus, és új-guineai törzseket tanulmányozott. Neki nem voltak Lorenzéihez hasonló szintetizáló ambíciói, a könyv egy remek adatgyűjtemény az emberi viselkedésről. Nagyjából ez volt a kiindulás, amikor elkezdtem humánetológiával foglalkozni. Kedvtelésből. Néhány év múlva szakkollégiumot tartottam az egyetemen a témából, mindig lelkes hallgatóság előtt. Kiderült, hogy azért szeretik ezt a tárgyat, mert saját lelki problémáikra szeretnének

megoldásokat találni. Én döbbenetesen tapasztaltam, hogy a babát váró egyetemi hallgatóknak például fogalmuk sincsen a gyermekápolásról, családjukban, ha volt, nem láttak ilyesmit, hozzám fordultak kérdéseikkel. Szerencsére nem voltam kezdő.

Legfontosabbnak azt gondoltam, hogy a majmokról, leginkább az emberszabású majmokról kell ismereteket szerezni, mert testalkatuk, állandó mozgásuk, örökös kíváncsiságuk és *arcuk* alapján még akkor is hozzánk hasonlóknak tűnnek, ha egészen kis termetű fajok példányait vizsgáljuk. Torzító tükörbe nézünk persze, mert mi csupaszok vagyunk, nem csak alkalmanként járunk két lábon, imádjuk a vizet, a folyókat, a tavakat, a tengert, fákra csak szükségből mászunk, főleg gyerekkorunkban, és még a legfejlettebb majmok sem beszélnek.

A tudomány a maga eszközeivel igazolta ezt a felismerést. Az anatómiai, élettani, biokémiai és genetikai hasonlóságok alapján a zoológusok az embert is a majomfélékhez sorolják rendszertani elméleteikben. Ma kevesebb mint kétszáz majomfaj él, de az evolúció során körülbelül hatezer lehetett a száma a különböző helyeken valameddig élt fajoknak. A majmok roppant változatos életformákat hoztak létre, ez teszi őket a tudomány számára érdekessé. Különböző testalkatú és életmódú állatok tartoznak ide, a mindössze 60 grammos egérmakitől a 160 kilogramm súlyú gorilláig. Többségük élőhelye a sűrű trópusi vagy szubtrópusi erdő, de akadnak szavannán, sőt magas hegyekben élő fajok is. A legtöbb faj egyedei egész napon át a fák ágai között tartózkodnak, ami azzal jár, hogy meglehetősen jól ugranak, másznak, szaladgálnak az ágak között. Táplálékukat is itt találják meg, gyümölcsök, virágok, levelek, rügyek, gombák, magvak, rovarok, néha madártojás található az étlapjukon. A csimpánzok és a páviánok húst is esznek, ha hozzájutnak, dögből vagy alkalmi vadászaton elkapott zsákmányból. Ez a tápláléklista egyben magyarázatot ad arra is, hogy miért olyan kíváncsiak. Minden állat kíváncsi valamennyire, hiszen ellenségeit vagy leendő zsákmányát kell időnként fürkésznie, de ez általában speciális feladat. A legtöbb ragadozó, ha éppen jóllakott, akár egy-két napig is elhever, a növényevők elég kitartóan ropogtatják az ízletesebb növényeket, mert az alacsonyabb tápértékű élelem szinte folyamatos evésre kényszeríti őket. Nem így a majmok, ők minden

gyanús foltban, kiszögellésben, a környezetétől elkülönülő apró tárgyban valami ehetőt gyanítanak, és azonnal vizsgálni kezdik, hogy elképzelésük helyes volt-e. Majmot nem lehet lakásban, házi kedvencként szabadon tartani, mert szisztematikusan felderíti, a legapróbb részletekig, és az eredmény egy romhalmaz. Az ember tárgyszeretetének is ez az eredete. Hároméves koruk körül a gyerekek egyszerre csak elkezdnek kavicsokat gyűjteni, igaz, hogy azok nem ehetőek, de szépek, színesek, formásak, és vonzalmunk az ilyen tárgyakhoz velünk született.

A különböző viselkedésmintázatok nem véletlenszerűen jelennek meg egy-egy faj viselkedési készletében, hanem funkcionálisan kapcsolódnak egymáshoz, a viselkedési mintázatok hasonlóságából lehet a rokonságra is következtetni, és viszont. Két faj közeli rokonsága nagy valószínűséggel hasonló viselkedésmintázatot eredményez, kivált, ha a vizsgált fajok ökológiai környezete jelentősen nem különbözik, ugyanis a környezetváltozásokat a tulajdonsághalmazok változása kíséri.

Érdemes előre tisztázni, hogy bár népszerű dolog az állatok, különösen a majmok viselkedését az emberéhez hasonlítani, de a következtetésekkel óvatosan kell bánni, mert az emberi viselkedés meghatározásában a genetikai felépítés mellett a társadalmi-kulturális környezet is döntő szerepet játszik. Ebben is különbözünk rokonainktól. A főemlősök rendjébe az emberrel együtt kevesebb mint kétszáz faj tartozik, de a szokások alapján jól elkülöníthető emberi kultúrát sok ezret ismerünk. A nagy számok miatt tehát könnyű valamilyen majomviselkedéshez egy hasonló kulturális viselkedést keresni, és azt állítani, hogy íme, itt a hasonlóság. Sokkal gyümölcsözőbb, ha nem érjük be pusztán a hasonlóságok kimutatásával, hanem közös szabályozóelveket keresünk, ha a majmok szociális viselkedését modellként használjuk az embervizsgálatokhoz, ahogyan ezt a humánológusok is teszik.

A majmok a dinoszauruszok kipusztulása után fejlődtek ki, és változatos életmódot, rugalmas csoportszerkezetet alakítottak ki az evolúció során. Távoli elődünk, a félmajmok és a majmok közös őse már 50-60 millió évvel ezelőtt rendelkezett három, számunkra is fontos tulajdonsággal: fogásra alkalmas kézzel, térbeli és színlátással. Az emberszabásúak, beleértve a későbbi embert is,

mintegy 30 millió évvel ezelőtt (lehet, hogy ez az idő még kevesebb volt) váltak el a majmaktól, később leszakadtak tőlük a gibbonok. Körülbelül 18-20 millió éve, a miocén kor elején, Kelet-Afrikában legalább tízféle emberszabású majomfaj élhetett. A legismertebb ezek közül a Proconsul, amely fákon tartózkodott, négy lábon járt, nagy szemfogai voltak, és valószínűleg nem volt farka. Egy vele azonos időszakban élő másik nagyon hasonló faj az Afropithecus. Tizennégymillió éve, a középső miocénben élt a Kenyapithecus, amelyet arckoponyája alapján fejlettebbnek ítélnék. Afrikán kívül is találtak hasonló maradványokat; ilyen Európában a Dryopithecus (valószínűleg ide tartozik a magyarországi Rudapithecus is), valamint a Dél- és Nyugat-Ázsiában talált Sivapithecus. Utóbbi vélhetően az orangután őse, amely 12-14 millió évvel ezelőtt vált el a hominidáktól, az emberhez vezető ágtól. A gorilla körülbelül 7-9 millió, a csimpánz nagyjából 6 millió évvel ezelőtt vált le. A csimpánz és a bonobó szétválása két-két és fél millió évvel ezelőtt történt. A majmok legtöbb faja magasan fejlett szociális viselkedésformákat mutat, amelyek szorosan összefüggnek az adott faj életmódjával, vagyis azzal, ahogyan az egyed a mindennapi táplálékát megszerzi, szaporodik, kölykeit neveli.

A csoportszerkezet kialakulása szempontjából döntő jelentőségű, hogy egy egyed vagy a nőstény esetében a kölyköt is beleszámítva egy páros hogyan juthat hozzá a napi táplálékszükségletéhez. A nőstények közti viszonyt döntően az határozza meg, hogy egyedül kutatnak-e táplálék után, vagy közösen. Az egyedül történő táplálékszerzés csökkenti a felesleges vetélkedéseket, de biztonsági problémákat okoz: valahogyan el kell kerülni a ragadozókat. A csoportos gyűjtögetés biztonságossá teszi ugyan az egyed életét, de ilyen esetben megnő a csoporton belüli versengés a közös erőforrásokért, és kialakulnak a csoportviselkedést, a versengést szabályozó viselkedési mechanizmusok. A másik szempont a hímeké, nekik a táplálékon kívül nőstényekhez is szükséges jutniuk, amit jelentősen befolyásol az előbbi viszony, tehát az, hogy a nőstények kölykeikkel egyedül vagy pedig kisebb-nagyobb csoportokban közösen keresik-e a táplálékukat. A hímek problémája nemcsak a nőstények megtalálása, hanem azok védelmezése is a vetélytársakkal szemben, vagyis a hímek versengése nem pusztán a



táplálékért, hanem a nőstényekért is folyik, ami gyakran a közös hozzáférés szociális szabályozásában oldódik meg. Mindegyik problémára több kielégítő megoldás alakult ki az evolúció során.

Az óvilági majmok, a karcsúmajmok, cercófok, kutyafejű majmok, mangábék, makákók, páviánok képlékeny, összetett csoportszerkezettel rendelkeznek, amelyet fajonként változóan a hím-hím vagy a nőstény-nőstény kapcsolatok dominálnak. Sok átmeneti forma létezik, csak néhány jellemző példát említek.

A makákóknál a csoportstruktúra meghatározója a rokon nőstények közötti *koalíció*. Koalíciónak olyan nőstényalcsoportokat nevezünk, amelyek együtt járnak a táplálékszerzés során. A koalíción belül a versengés mérsékeltebb, és közös ellenséggel szemben együtt lépnek fel. A rokonsági kapcsolatok közül az anyaleány kapcsolat a legfontosabb, a rangsor a születés sorrendjében alakul ki, leginkább az idősebb nőstény a domináns. A hímek csatlakoznak a koalíciókhoz, kialakítják a saját rangsorukat, de a csoport szerkezetét döntően a nőstények közötti rokoni és játszótársi viszonyok határozzák meg. Sőt, a nőstények befolyása a hím kölykökre is kiterjed, mert az anyák hím kölykeik játékaiba védelmezően beavatkoznak, és ezért a hímek rangsora valamennyire az anyák dominanciarendjét is tükrözi.

A hím-nőstény, anya-kölyök, domináns-alárendelt kétszereplős kapcsolatok mellett megjelennek a háromszereplősek is a rokonsági és a játszótársi kapcsolatok formájában. Például a makákó anyák aktívan irányítják kölykeik játszótársi kapcsolatait. Megfigyelték, hogy gyakran kapnak fel egy, a saját kölykühöz hasonló életkorú másik kölyköt, és kettejüket együtt ölelgetik egy darabig. Kimutatható, hogy ennek hatására a két kölyök között egész életre kiható kötődés jöhet létre, továbbá, hogy az anyák az esetek 90 százalékában a dominanciarendben jóval felettük álló nőstények kölykeit választják erre a kettős ölelésre. Más emlősökhöz képest a háromszemélyes kapcsolatok érdekes evolúciós újítást jelentenek, és jellemzően befolyásolják a majmok csoportjainak különös szociális szerkezetét.

A legösszetettebb szociális szerveződést a páviánoknál figyelték meg. A kutyafejű páviánoknál is a nőstények csoportja a táplálékkeresés és a ragadozók elleni védekezés középpontja. A

csoportok pihenéskor a legidősebb, domináns nőstény körül gyülekeznek. Éjjel a rokoni csoportok tagjai sokszor átölelve egymást, egymás közelében alszanak. A nőstények leányaikkal életre szóló kapcsolatot alakítanak ki, és bármely életkorban igyekeznek őket segíteni a rokoni csoportban, amely több generációt és az első unokatestvéreket is magában foglalja. Az anyák mindig dominánsak a leányaik felett. A rokonság mellett itt is fontos szerep jut a játszótársi barátságoknak. A páviánok nősténycsoportjait a primatóológusok klánoknak nevezik, tagjai más csoportok nőstényeivel is kialakítanak kapcsolatokat, noha azok a rokonságnál alacsonyabb értékűek, de a közös játék, az azonos életkorú kölykök összehozzák a nőstényeket, amelyek így egy, a klánok fölé nyúló csoport, a banda tagjai. Több banda alkotja a csapatot, amely többnyire csak éjjelre jön össze.

Jól felismerhető kapcsolat alakul ki a nőstények és hímek között. A nőstényeknek hím *barátaik* vannak, azok is koalíciót alkotnak, de ennek összetartó ereje a nőstények rokoni szövetségénél jóval gyengébb. Az anya kölykét az anya hím *barátai* védik és segítik. Az anya hajlamos a hím koalíció összes tagjával párosodni. Ha egy csoporthoz idegen hím csatlakozik, először idős nőstény „barátnőt” kell szereznie, ennek barátain és nőstény rokonain keresztül kerül be a csoport hierarchijába. A nőstények életük végéig ott maradnak a születési csoportjukban, a fiatal hímek elhagyják azt.

A barna vagy dzseládapávián szintén hasonló csoportokat alkot, szoros a nőstények között a rokonságalapú kapcsolat. A hímek vetélkednek a megtermékenyíthető nőstényekért, a domináns egyedek kísérik őket, és más hímeket távol tartanak tőlük. A még nem szaporodó hímek külön hím csoportokat alkotnak.

A galléros pávián csoportjainak négy megkülönböztethető szintjük van. A család (hárem) 2–10 tagú; a klán 10–30 tagú, több együtt gyűjtögető, táplálkozó családot foglal magában; a klánokból álló banda létszáma 70–100 is lehet, tagjai sokszor láthatók együtt táplálkozás során vagy a vízforrások mellett, de előfordul, hogy napközben a különböző klánok más-más utakra mennek. Végül a legfelső szerveződési szint a több bandát rendszerint csak az alvás idejére egyesítő, igen laza csapat. A hím-nőstény kapcsolat folyamatos, nem korlátozódik a megtermékenyíthetőség idejére. A

hímek szabályosan terelik a háremük nőtényeit, és ha valamelyik kísérletet tesz a szökésre, kemény nyaki harapásokkal büntetik. A galléros páviánoknál a hímek születési csoportjukban maradnak életük végéig, bizonyos mértékig valamennyien rokonok. Apaági kapcsolatok alakulnak ki, a fiatal hímek a saját klánjuk más családjaiból szereznek nőtényeket játékkal, hízélgéssel, az érettebb hímek más bandából, erőszakkal. A különösen erős hímek a saját klánjuk domináns hím egyedeit váltják. Fiatal hímek a saját klánjukat követik, nem az anyjukét. A banda mozgását az idős hímek határozzák meg. A bandához tartozó hímek – különösen a nőtények védelmében – gyakran segítik egymást.

Ezeknél a fajoknál a kisebb testméret nem teszi lehetővé az önálló táplálékkeresést a ragadozók miatt. A védelemhez a csoportok viszonylag nagyobb létszáma szükséges, de a csoportméret felső határát az egy nap alatt megszerezhető élelem szabja meg. A rokonsági kapcsolatokban, szövetségekben megnyilvánuló szociális viselkedés alkalmas a nagy létszámú csoportok életének szabályozására. A csoportokon belül, külön a nőtények és külön a hímek között, mindig kialakul a fajra jellemző rangsor, amelyet a biológiai agresszió tart fenn. Ebben fontos szerepe van a memóriának és az egyedi felismerésnek. Mivel a majmok általában nem túlságosan erőteljes állatok, a ragadozók ellen kizárólag a csoport nyújt védelmet. A majomcsoportok ezért meglehetősen kis területen oszlanak el, hogy a vészjelekre azonnal tömörülhessenek. Ez szükségessé tette az agresszió időnként szükséges, hatékony gátlását: megjelentek tehát különböző engesztelő viselkedésformák.

A kurkászás, vagyis egymás szőrzetének tisztogatása az egyik legfontosabb viselkedésforma, amely a tisztogatás mellett csillapítja a domináns egyed agresszióját, és néha arra is szolgál, hogy csökkentse a megfenyített alárendelt izgalmi állapotát, megnyugtassa őt. Ilyenkor a domináns egyed végzi a kurkászást. Kifejlődtek különböző ceremóniák a domináns és a szubmisszív egyed összetalálkozásakor, amelyek fenyegetést jeleznek a domináns részéről és megadást a szubmisszív részéről. Valószínűleg az a szerepük, hogy megerősítsék az alá-fölé rendeltségi viszonyt, és így a csoport stabilitását növeljék.

Egy-egy fajnál egészen sajátos viselkedésformák jelennek meg. A Gibraltáron élő berber makákó az egyetlen majomfaj, amely Európában is őshonos. Különlegessége, hogy a hímek is gondozzák a kölyköket, és annyira vonzódnak hozzájuk, hogy a kölykök megragadása és felmutatása gátolja a domináns hímek agresszióját.

Az emberszabású majmok az ember legközelebbi rokonai, anatómiai, élettani, biokémiai, genetikai és viselkedésbeli hasonlóságok alapján. Sokan gondolják azt, hogy az ember az élőlények osztályozása során nem is kerülhet az állatokkal egy osztályba, mert az egész élővilágtól elkülönül. A modern tudomány ezt a nézetet semmivel sem tudja alátámasztani. Az élővilág egységes, és az ember is az állatok birodalmának tagja, az emberszabású majmok pedig a legközelebbi rokonaink.

Legtávolabbi emberszabásúmajom-rokonaink leszármazás alapján a gibbon és a sziamang. E fajok kis termetűek, folyamatosan a fák ágai között mozognak, és táplálékukat egy aránylag könnyen védhető területen megtalálják. Ezért rájuk a családi csoport a jellemző, amelyet a monogám pár és fiatal kölykeik alkotnak. Területüket fajtársaik ellen védelmezik, a hím a hímek, a nőstény a nőstények ellenében.

Az orangután Szumátra és Borneó őserdeiben él. Főként gyümölcsökből álló tápláléka nagy területen elszórva található. Folyamatos, aktív keresés szükséges a táplálkozásához. Termete és ereje miatt ragadozóktól kevésbé kell félnie, ez az egyetlen magányosan élő emberszabású faj. Egy-egy domináns hím nagyobb területet védelmez, ahol több nőstény barangol a kölykével.

A gorilla a legnagyobb termetű emberszabású, hatalmas ereje miatt a ragadozók ritkán veszélyeztetik. A nagy termet viszont nagy táplálékigénnyel jár, amit főként levelekkel, hajtásokkal elégít ki, ezek relatíve alacsony tápereje miatt szinte állandóan eszik. Az idős, ezüsthátú hímek körül alakul ki a nőstényekből, fiatal hímekből álló csoport. Miután nincs szükség különösebb versengésre a táplálékforrásokért, a nőstények békésen kijönnek egymással, és meglehetősen gyakran váltanak csoportot. Előfordul, hogy az új csoportjukból is továbbállnak. A hímek egy része, amikor az ivarérettséghez közeledik, szintén eltávozik, és magányosan, vagy kisebb hím csoportokkal járja az őserdőt. Az őszülő hátúak sohasem

osztóznak egy csoporton, de egy öreg hím eltűri a fiatalok nem túlságosan gyakori párosodását. Így gyakori, hogy a hím váltása a csoporton belülről történik. Az ezüsthátú hímek ritkán kerülnek konfliktusba, csoportok találkozása esetében gyorsan elválnak egymástól, összetűzés inkább a magányos idős vagy bandába tömörült hímekkel adódik.

A csimpánz az ember legközelebbi rokona. Rokon hímek csoportja véd egy nagy területet, amelyen a nem rokon nőstények kölykeikkel együtt vándorolva szerzik táplálékukat. A csoporton belül gyakran megfigyelhetők kisebb-nagyobb alkalmi társulások, *partik*, amelyek néhány egyedtől akár a csapat 50 százalékát is elérő létszámúak lehetnek. Ha a hímek egymással, nőstényekkel vagy azok kölykeivel találkoznak, üdvözlik egymást, és hosszabb-rövidebb időt, bár legfeljebb egy-két órát, együtt töltenek, kurkásznak, nézegetik a kölyköket, majd újra szétválnak kisebb csoportokra, vagy egyedül mennek útjukra. Folyamatos, többéves együttlét csak a nőstény és kölykei között figyelhető meg. A csimpánzok szociális életét az alkalmi egyesülés-szétválás jellemzi, de ez mindig az adott csoporton belül történik, amelynek tagjai állandók. A nőstények között különösebb versengés vagy szövetség nem alakul ki. Fogságban tartott állatokon megfigyelték, hogy a nőstények időnként együtt védekeztek a hímek agressziója ellen, valószínű tehát, hogy a csimpánz nőstények természetes körülmények között mutatott kapcsolatszegénysége a táplálék viszonylag ritka előfordulásával kapcsolatos. A hímek viszont gyakran láthatók hármás-négyes csoportokban, és ezek a szövetségek elég stabilak. A terület határait is a hím csoportok járják be, és szükség esetén védelmezik a szomszédos csimpánzcsoport hímjeitől. Ha a szomszédhoz tartozó nőstényekkel találkoznak, azokat betereplik a saját területükre, és addig kísérik őket, amíg a saját nőstényeik ellenségeskedése az idegenekkel szemben meg nem szűnik, ez többnyire néhány nap alatt bekövetkezik. Ha a szomszéd csoport hímjeivel találkoznak, vad agresszióval támadnak egymásra. Magányos hímeket vagy kisebb csoportokat meg is ölnek. Nagyobb csoportok elől igyekeznek kitérni. Jellemző ezekre az összeütközésekre, hogy a támadások során nem a jellegzetes csimpánzagresszió viselkedési mintái jelennek meg, hanem a

prédaöléséi. Mintha a csimpánzok az idegen csoport tagjait nem fajtársnak, hanem vadászni, ölni való zsákmánynak tekintenék. Sokszor megfigyelték, hogy az összeütközések során az elfogott hímeket a legkülönbözőbb módon kínozzák is. Jane Goodall azt is leírta, hogy egy nagyobb csapat jól megfigyelhetően rendszeresen és szándékosan igyekezett a szomszédságában élő gyengébb csapat tagjait kiirtani. Amikor ez sikerült, a területet elfoglalták.

Ezzel a viselkedéssel ellentétben a hímek vetélkedése a csoporton belül nem nagyon erős. A megtermékenyíthető állapotba kerülő nőstényekkel (amit a nőstény fenekén lévő csupasz bőr piros elszíneződése és duzzanata jelez) többen is párosodnak, a rangsor szerinti sorrendben. A különböző hímekkel közvetlenül egymás után történt párosodásnál az apaság valószínűségét a nagyobb mennyiségű befogadott sperma növeli, ez a *spermakompetíció* jelensége. A több spermát termelő hímek nagyobb valószínűséggel lesznek apák. Az etológusok szerint ez a más állatoknál is előforduló különös versengés váltotta ki a fizikai agressziót, és teszi lehetővé, hogy egy nagyobb létszámú csapat viszonylag békésen megtartsa egy területet. Ha agresszívabbak lennének, szét kellene szóródniuk, nem tudnák a területüket közösen megvédeni. Ez persze nem azt jelenti, hogy egyáltalán nincsen agresszió a csoporton belül – sőt, gyakorta előfordul hímek, nőstények között egyaránt. A hímek, kivált a magasabb rangúak, szabályos dührohamot kapnak időnként, akkor mindenkibe belekötnek, erejüket fitogtatják, össze is csapnak, és éppen az ilyen csetepaték segítségével alakul ki a hímek rangsora. A magasabb rangú hímek viszont ritkán túrik az alacsonyabb rangúak egymással történő verekedését, közbeavatkoznak, csendesítenek, valójában a saját rangsorbeli pozíciójukat erősítik.

A csimpánzoknál és közeli rokonaiknál, a bonobóknál bukkan fel először az úgynevezett békítő viselkedés. Ez abban nyilvánul meg, hogy a domináns egyed az agresszív aktus után igyekszik megnyugtatni a megvert alárendeltet és a többieket is. Simogatja, kurkássza őket. A hímek verekedése igen vad; hirtelen dühödnek fel, és tombolnak. Ez az egész csoportot felizgatja, mindenki sivalkodik vagy ordít, a kölykök az anyjukba kapaszkodnak. Amikor az

agresszió abbamarad, a domináns hím békítő viselkedése a csoport megnyugtatót szolgálja.

Michael Chance primatológus szerint a majomfajok alapvető csoportszerkezete agonisztikus. Mindenki mindenkitől fél, a hierarchia magasabb polcain elhelyezkedők időnként csak azért harapják meg az alattuk lévőket, hogy saját pozíciójukat megerősítsék, az alárendeltek pedig néha megkísérlik, nem lehetne-e valamivel feljebb jutni. Ezért állandó a fenyegetettség állapota. A csimpánz- és a bonobócsoportokra viszont a hedonisztikus csoportszerkezet a jellemző, ahol szintén van agresszió és rangsor, de sokkal fontosabbak a szövetségek, a barátságok és a csoport közös békéje.

Chance már nyolcvan feletti öreg bácsi volt, amikor levélben meghívtam egy tanszéki beszélgetésre. Kedvesen válaszolt, elfogadta a meghívást, feleségével együtt jött. Izgalmas napot töltöttünk vele, első kézből szereztünk primatológiai ismereteket.

A békítő viselkedés mellett a bosszúálló viselkedést is megfigyelték csimpánzoknál, míg más majmoknál, a sokat kutatott makákóknál például ezt nem lehetett kimutatni.

A bonobók csoportjai, amelyek Közép-Afrika egy szűk sávjában, a Kongó melletti dús erdőkben élnek, körülbelül két és fél millió éve különültek el a csimpánzoktól. Valamivel kisebb termetűek, de nagyon hasonlítanak rájuk. A bonobókra is jellemző csoportforma az állandóan összeálló-szétváló partik képződése, de ellentétben a csimpánzokkal, a tisztán hímekből álló partik ritkák, és a nőstények sem szoktak egyedül vándorolni. A táplálékhiány, úgy látszik, szükségtelessé teszi, hogy a nőstények egyedül járjanak táplálékyszerző utakra. A partik alapját a nőstények szorosabban összetartozó csoportja alkotja, amely táplálékyszerzés közben is megmarad. Ehhez csatlakoznak a hímek, amik kevésbé agresszívak, mint a csimpánzok, de ők is alkotnak szövetségeket. A nőstények aktív szociális kapcsolatai bizonyos mértékig a hímek féken tartására is kiterjednek, az agresszív hímek ellen közösen lépnek fel.

Egészen különleges a szexuális viselkedésük. Vaginájuk és a megtermékenyíthetőséget jelző csupasz bőrfolt a csimpánzéhoz képest előrehúzódt, ezért a bonobóknál a közösülés során gyakori

a szemtől szembe pozíció. Az ember után a bonobók az állatvilág legszexuálisabb lényei, gyakran végeznek önkielégítést, szívesen maszturbálnak kölcsönösen, hímek és nőstények egyaránt. Általában mindenfajta izgalom szexuális játékokban csillapul le náluk, amelyben a kölykök is részt vesznek. A szaporodástól független szexuális kontaktusok között a leggyakoribb a nőstények *genitális dörzsölése*, amelynek során szemtől szembe pozícióban összedörzsölik a genitáliáikat. Ennek megfelelője a hímek fenék-fenék dörzsölése, amit egymásnak háttal végeznek. Az anyák kétévesnél fiatalabb fiaik genitáliáit is gyakran dörzsölgetik a sajátjukéhoz. A kétévesnél idősebb hímek már igen aktívak az egymással, a fiatal nőstényekkel és a felnőttekkel folytatott szexuális játékokban. Látszathágást is végeznek idősebb nőstényeken, sőt aktív behatolást is gyakran megfigyeltek. A kölykök erősen érdeklődnek a felnőttek szexuális aktivitása iránt, de ellentétben a csimpánzokkal, nem megszakítani akarják azt, hanem harmadikként bekapcsolódni. Érdekes az is, hogy a serdülő hímeknél a nemi érés előtt jó hosszú időre csökken a szexuális játékok gyakorisága, hogy azután felnőttkorban intenzíven megjelenjen újra. A nőstényeknél az ivarérettség közeledtével szintén csökken a szexuális játék gyakorisága, az ilyen egyedek félrehúzódnak a partik periferiájára. Amikor pedig ivarérettek lesznek, elhagyják a közösséget, és az új közösségben viharos szexuális játékkal szereznek kapcsolatokat.

A felnőtt nőstények a megtermékenyíthetőségi időn kívül is hajlandók párosodni (gyakorlatilag az életidejük 70 százalékában), de ilyenkor a hímeknek sokszor kérlelniük kell őket, és „ajándékot”, rendszerint táplálékot kell felajánlaniuk.

A bonobóknál különül el először a szexualitás örömszerző, stresszoldó funkciója az utódok létrehozásának funkciójától.

A főemlősök etológiai vizsgálata néhány évtizede egy teljesen új irányzattal, a különböző főemlős-, legtöbbször csimpánzcsoportokban megfigyelhető, eleinte protokultúrának vagy prekultúrának nevezett viselkedési komplex felderítésével bővült. Újabban már a nevezéktan is megváltozott, és kultúrákról, kulturális tradíciókról, kultúrák átadásáról írnak a szaksajtóban. Úgy kezdődött, hogy Jane Goodall közölte néhány megfigyelését a csimpánzok eszközhasználatáról, és egy addig ismeretlen



jelenségről, a vadászó viselkedésükről. Sokáig csak kuriózumként fogadták ezeket a közleményeket, majd mások is megerősítették a megfigyeléseket, és lassan elkezdődött a rendszeres kutatás; ma már közel ötven megfigyelőhely működik Afrikában.

Miről is van szó? Amióta az emberek tudományosan foglalkoznak az állatokkal, mindig igyekeznek olyan kritériumokat találni, elsősorban ideológiai okok miatt, amelyek alapján az állatok és az ember világa egyértelműen megkülönböztethető. Sokáig úgy gondolták, hogy az embernek lelke van, az állatoknak nincsen, az ember gondolkodik, az állat nem, és hasonló. Darwin óta kialakultak olyan irányzatok, amelyek a kérdést tudományos problémának tekintik, és az osztályozási módszereket természettudományos alapokra igyekeznek helyezni. A darwini evolúciós elmélet is egyfajta megoldást kínált erre, azt állítván, hogy az ember biológiai szempontból csupán az egyik állatfaj a sok közül, bármilyen, általunk különlegesnek vélt tulajdonságai vannak is.

A kérdés tisztázatlanságához hozzájárul az is, hogy az embertudományok kategóriái, definíciói meglehetősen elnagyoltak, és nemigen veszik figyelembe a természettudomány eredményeit. Többször kiderült, hogy a természettudományok beavatkozása az ember és az emberi tulajdonságok meghatározásának területére igen konstruktív lehet. Amikor jelbeszédre kezdtek tanítani csimpánzokat, amire később még visszatérek, hamar rájöttek, hogy a nyelvészek meghatározásai elnagyoltak, pontatlanok, mert néhány egyszerű jel értelemszerű használatának megtanítása után a csimpánzokkal foglalkozó kutatók azt hitték, hogy állataik megfelelnek a nyelvhasználati képesség kritériumainak. Persze nem így volt, a nyelvészek gyorsan korrigáltak, újabb kritériumokat határoztak meg, és valóságos versenyfutás kezdődött az egyre pontosabb, szakszerűbb és egyre szűkebb nyelvhasználati definíciók megalkotása meg a csimpánzokat jelhasználatra tanító módszerek között. Végül a nyelvészek győztek. A csimpánzoknak nincsen nyelvi készségük, noha intenzív munkával megtaníthatók arra, hogy 150-200 jelet értelemszerűen használjanak, de képtelenek a mondatokat alkotó szabályok felismerésére és alkalmazására.

Most hasonló jelenség figyelhető meg a kultúrára vonatkozó társadalomtudományi meghatározások és a csimpánzok viselkedését leíró kutatók vetélkedésénél is. A társadalomtudósok „elvből” olyan kultúradefiníciót igyekeznek adni, ami eleve kizárja az állatokat a kultúrára alkotás-képességből, és a kultúrát az emberre jellemző, fajspecifikus képességnek tekintik. Természettudományi oldalon viszont olyan általános leírási kategóriákat keresnek, amelyeknek valamelyik osztályába az állatok is beleférnek. A problémához az is hozzájárul, hogy a természettudósok sem nagyon ismerik társadalomtudományi kollégáik munkáit, adatait, elképzeléseit. Mindenesetre a két tábor vitája mindig értékes eredményekhez vezet.

A kultúra meghatározását illetően a társadalomtudományi tábor számára még ma is Alfred Kroeber és Clyde Kluckhohn még az ötvenes években végzett analízise az irányadó, amely 168 különböző kultúrameghatározás elemzésén alapszik.

A kultúra meghatározott viselkedési mintázatokat tartalmaz, amelyek szimbólumok segítségével sajátíthatók el és adhatók át, és meghatározott embercsoportokat különböztetnek meg, tartalmazza továbbá a viselkedés tárgyokban megjelenő formáit, valamint a történetileg szelektált ideákat, értékeket. A kultúra egyrészt akciók eredménye, másrészt további akciók meghatározó eleme.

Ebből a meglehetősen összetett meghatározásból világosan kiderül, hogy állatokra nem alkalmazható – szimbólumokat használó állatot ugyanis nem ismerünk. A biológusok igyekeznek olyan meghatározást adni, amelybe más fajok is beleférnek. Paul C. Munding a nyolcvanas években a következőképpen definiálja a kultúrát:<sup>[2]</sup>

*A kultúra kétféle populáció együttese, amelynek egymás utáni nemzedékei tanulás útján replikálódnak. Az egyik a funkcionális kapcsolatban lévő, utánozható, az adott közösséget jellemző viselkedésformák és bármilyen anyagi termék látható, megfigyelhető populációja, a másik az e viselkedésformák mögött rejlő, egyidejűleg létező tanult, neurális kódok (memórianyomok) populációja.*

Mielőtt összehasonlítanánk a két meghatározást, bár láthatóan csak a szimbólumhasználat kritériumában különböznek, lássuk a kultúrát feltételező csimpánzmegfigyeléseket!

A legelső, amit régóta ismernek, de csak újabban sorolják a csimpánzkultúrához, az a csimpánzok, bonobók és melleleg a gorilla meg az orangután fészeképítése. Vagyis a gibbonok kivételével valamennyi emberszabásúnak megvan az a szokása, hogy éjjelre, de esetenként nappali pihenőre is egy összetákolat fészket készít. Ehhez a fák ágait megfelelő formájúra csavarják, kis platót készítenek, és azt letört ágakkal ki is bélelik. A gorillák gyakran a talaj közelében vagy a talajon készítik a fészket, a csimpánzok attól függően, hogy mekkora a ragadozóveszély és milyen magas fák állnak rendelkezésre, általában 10-15 méteres magasságban építik pihenőhelyeiket. Ott pihennek, éjjel abban alszanak, és csak ürítés céljából hagyják el. Minden felnőtt egyed épít egy fészket, azt nem osztják meg egymással, csupán az anya alszik együtt kicsi kölykével. A kölykök egészen korán mutatják a fészeképítési hajlandóságot, de csak a szoptatás megszűnésével, az elválasztás után kezdenek egyedül aludni, saját maguk készített fészkekben. Egymás közelében készítik a fészket az esti parti tagjai, bár ez a fajta közelség inkább a bonobókra jellemző, ők éjjelre nagyobb partikat alakítanak, és néha 20-30 fészek is van egymás közelében. Feltűnő, hogy a csimpánzok megkülönböztetik a fészket elfoglaló tulajdonost. Agresszió során nem követik a fészekbe. Gyakran megfigyelték, hogy amikor valamelyik egyed finom enivalót talál a fészke közelében, abban fogyasztja el, mert a többiek oda már nem követik. Ugyanezt figyelték meg agresszív üldözés esetén is: egy domináns hím kergetett valakit, az pedig, amint elérte saját fészket, biztonságban volt. Állatkertben is megfigyelték már, hogy félénk csimpánzok fészeképítéssel igyekeztek védelmet találni az őket nézegető emberektől. A fészkeket általában naponta újraépítik, de ahol kevés az alkalmas fa, ott előfordul, hogy a régebbieket némi igazítással újra használatba veszik. Ma már eléggé bizonyos, hogy a fészeképítés genetikai adottság, és a konstrukciók különbsége csupán az adott hely ökológiai sajátosságait tükrözi. A fészeképítés tehát a kulturális skála egyik végpontja, konstruktív tevékenység, de nem tanulás révén

kerül a viselkedési repertoárba. Ritkán, öregkori agyi leépülésben lévő embernél is megjelenik a fészeképítés ősi tulajdonsága.

Igen sok szempontból kielégíti a különböző kultúrameghatározásokat a csimpánzok eszközkészítése és eszközhasználata. Egy összesítés szerint tizenkilencféle célra használt eszközöket a csimpánzok kilenc különböző helyen élő populációja, és nem volt két olyan populáció, amelyben az eszközök pontosan azonosak voltak, vagy azonos módon használták volna őket.

Néhányat ezek közül bemutatok. Már Jane Goodall leírta a „termeszhalászat” módját. A csimpánz keres egy természetvárat (csak meghatározott fajok jönnek szóba), és azon vagy talál nyílásokat (ha a természetek éppen nászrepülésre készülnek, előre kinyitnak egyes járatokat), vagy addig kapirgál, amíg a vár fala valahol megsérül. Ott azután előre elkészített szerszámmal, egy alkalmas pálcával behatol, és a rágóikkal a pálcába kapaszkodó természetkatonákat gyorsan kihúzza, majd a szájába söpri. A természet értékes fehérjeforrás a csimpánzok számára.

A szerszám, amit előre elkészítenek, bizonyos csoportoknál egy megfelelően hajlékony, méretre rágott, leveleitől, elágazásaitól megfosztott vékony ág, más csoportoknál egy erős, kemény, ugyancsak megmunkált fűszál. Adott csoporton belül minden egyed ugyanazt a technikát használja.

Egy másik rovar táplálék, mégpedig a nagyon harapós vándorhangyák összeszedése még bonyolultabb technikát igényel. Ezek a hangyák meglehetősen nagyok, és az erdőben vándorolva szerzik táplálékukat, átmeneti fészkekben laknak. A csimpánz első problémája, hogy elérje a hangyákat, de azok lehetőleg ne ériék el őt, mert igen fájdalmas a csípésük. Ezért olyan hangyafészket választ, amely fölé valamilyen vékonyabb növendékfát lehet behajlítani és kis emelvényt készíteni belőle, amelybe kapaszkodva a hangyafészkek fölé lógni fejjel lefelé, és egy kézben tartott fakéreggel vagy alkalmas fadarabbal belekotorhat a fészkekbe. A katonák azonnal ráharapnak a fakéregre. A csimpánz egy ügyes mozdulattal megtisztítja a kérget a hangyáktól, az összeset besöpri a szájába, majd vadul rágni kezd, valószínűleg azért, hogy mielőbb

minden hangyát harcképtelenné tegyen, és így elfogyaszthassa a zsákmányt.

Vannak mézvadász csimpánzok, amelyek ügyes kis botokat készítenek, amivel a méhek fészkébe tudnak nyúlni egészen a mézet rejtő lépekig, és azokat megkotorva a méz a botra ragad, le lehet nyalni róla.

Leveleket többféle célra használnak. Zsebkendőnek, vécépapírnak és mindenféle nemkívánatos szennyeződés, például vér vagy párosodás után a sperma eltávolítására. Szivacsot is készítenek belőlük. Jól összerágnak a leveleket, és felitatják a vizet olyan üregekben, amelyekhez szájukkal nem tudnak hozzáférni, azután a szivaccsal felszívott vizet a szájukba csavarják. Vannak olyan csoportok, amelyek erre a célra mohát használnak, ezt ugye nem kell előre összerágni.

Botokat nemcsak rovar- és mézvadászatra alkalmaznak, hanem a vastagabbját bunkónak, vagy eldobva hajítófának általában a ragadozókkal szemben, vagy az ellenséges közösség tagjaival vívott harc során, de a bunkóval időnként diót is törnek.

Használnak köveket is különböző célokra, legfontosabb a pálmadiótörésre szolgáló kalapács és üllő, valamint az üllőt megtámasztó segédkö. Ez utóbbi különösen jelentős, mert a segédkö nem kerül közvetlen kapcsolatba a megtörendő dióval. Használatához az állatnak egy hosszabb oksági láncot kell felismernie. A pálmadió igen kemény, a fogukkal feltörni nem tudják. Azok a csoportok, amelyekben a diótörés kultúrája megtalálható, a dió érése idején alkalmas köveket keresnek, megfelelően elrendezik őket, az üllőt jól megtámasztják, ha szükséges, segédkövet is alkalmaznak, majd nagyobb mennyiségű diót szednek össze, az üllőhöz viszik, és a kalapáccsal megtörik. A pálmadió igen gazdag fehérjékben és zsírokban, a megfigyelések szerint egy diótörő állat hónapokon keresztül napi négyezer kilokalória energiához jut a diók révén, ami jelentős része a csimpánzok napi energiaigényének. A pálmadió olyan csoportok területén is előfordul, amelyek ezt a technikát nem ismerik, de ott kihasználatlan erőforrás marad. Egy, a diótörő technikát jól alkalmazó nőtényt áttelepítettek egy ilyen csoportba, és kiderült, hogy bizonyos érdeklődést keltett ugyan az új nőtény tevékenysége, de nem talált követőkre. Mindössze annyi

történt, hogy amikor az idősebbek meghallották a diótörés hangját, odaszaladtak a munkálkodó nőstényhez, és elszedték tőle a megtört diókat. Christophe és Hedwige Boesch megfigyelései szerint a diótörés technikáját a csimpánzok csak az anyjuktól képesek eltanulni négy-öt év alatt. A Boesch házaspár szerint megfigyelhető, hogy az anya aktívan segíti a kölyök tanulását. Amíg a kölyök kicsi, csak figyeli a munkát, és természetesen elszedi anyjától a megtört dió egy részét. Később már maga is próbálkozik a kalapáccsal, de tudjuk, a dió kemény, és csak célszerű, erős csapásokkal lehet feltörni. Az anya ilyenkor gyakran hagy néhány feltöretlen darabot az üllő mellett, amíg újabb adagért megy, a kicsi pedig maga próbálkozik. Eleinte teljesen hiába. A kölyök dühöse a sikertelenség miatt, különösen a hímek. Szabályos dührohamot kapnak, ha nem sikerül az akció. Ilyenkor az anya fogja a kezüket, vezeti a művelet közben, saját maga lassabban csinálja, hogy jól megfigyelhető legyen. Ennek ellenére sok évig tart, amíg egy kezdő fiatal a technikát használható mértékűre fejleszti. Az előbb említett áttelepített nősténytől is csak az új helyen született kölykei tanulták el a technikát jóval később.

Bonobóknál nem figyeltek meg hasonló eszközhasználatot természetes körülmények között. Egyetlen kivétel, amikor egy alkalmas ágból „esernyőt” készítenek, és azzal takarják fejüket, ha zuhog a trópusi eső.

Ugyancsak ritka az eszközhasználat a gorilláknál, orangutánoknál és a gibbonoknál, ismét nem számítván a fogságban tartott állatokat.

Más majmoknál viszont előfordul. A páviánok gyakran hajigálnak köveket az őket támadó ragadozókra. Igen érdekes a japán makákók kőhasználata, ami valószínűleg nem kapcsolódik semmiféle hasznos funkcióhoz, csak játszanak, görgetik, egymáshoz dörzsölik, csattogtatják és dobálják a köveket.

Az eszközhasználat és -készítés mellett csimpánzoknál megfigyelték az eszközök hordását is. Ez azért érdekes, mert a megfigyelések alapján feltételezhető, a csimpánz képes elgondolni, hogy az adott eszközt a jövőben is használni fogja. A diótörő kalapácsot, a természetfalászót, különösen jól sikerült botot magával viszi a következő üllőhöz, illetve természetvárhoz. Egy csimpánznőstény egyszer két napig cipelt magával egy

szerszámként használható száraz csontot, eközben hat kilométert tett meg.

Feltűnően hiányzik az edényhasználat, noha állatkertben a csimpánzok könnyen felismerik és használják a víz vagy tárgyak szállítására alkalmas edényeket. Hasonló alkalmatosságokat a természetben is találhatnak, mégsem élnek a lehetőséggel.

A kutatók fontosnak tartják, hogy világosan megkülönböztessék az eszközhasználat természetes körülmények között előforduló eseteit azoktól, amelyek valamiképpen emberi beavatkozás hatására alakultak ki. Így például több megfigyelőhelyen adnak a csimpánzoknak kiegészítő táplálékot, és figyelik, milyen módon reagálnak erre az új erőforrásra. Az itt megfigyelt bármiféle, a megszokottól elütő viselkedést óvatosan értékelik, hiszen jól ismert, hogy fogságban nemcsak a csimpánzok, de a gorillák is megtanulják a legkülönbözőbb eszközök célszerű használatát. Az orangutánok pedig egyenesen zseniálisak ebben a tekintetben. Indonéziában működik a fogságból kiszabadított orangutánokat a természethez visszaszoktató természetvédelmi intézmény, az ottani megfigyelések szerint az orangutánok mindenféle jutalom vagy biztatás nélkül, ami egyébként szigorúan tilos is az állomás személyzete számára, egészen bonyolult eszközhasználati módszereket lesnek el az emberektől és próbálnak ki. Etológiai konferencián láttam videófelvételt egy fiatal nőstény orangutánról, amely megkísérelt tüzet gyújtani. Kinyitotta a petróleumot tartalmazó fémkannát, egy edényt hozott, abba petróleumot öntött, majd szerzett egy doboz gyufát és a szálakat egyenként meggyújtva igyekezett az edényben lévő petróleumot meggyújtani. Persze nem sikerült, mert a petróleum nem gyullad ilyen könnyen. Egy idő után az orangután valószínűleg azt gondolta, hogy rossz az anyag, mert kiöntötte, újabb adagot töltött, és azon folytatta a gyújtási kísérleteket.

Egy antropológus pattintott kövek készítésére is megtanított egy orangután, ugyanazzal a technikával, amit feltehetően emberelődjeink alkalmaztak. Néhány órai emberi demonstráció után az állat megfelelően használt egy kvarcitkalapácsot, amelynek segítségével éles pengét gyártott, amivel el tudott vágni egy kötelet, és ez lehetővé tette, hogy egy táplálékot tartalmazó dobozhoz jusson.

Csimpánzok ugyancsak képesek bonyolult műveletek végrehajtására, ha arra megtanítják őket. Az tehát a vélemény, hogy a nagy termetű emberszabású majmok általános intelligenciája alkalmas arra, hogy tárgyak közötti funkcionális kapcsolatokat felismerjenek, tárgyakat valamilyen cél érdekében használjanak, megmunkáljanak, ha erre különleges körülmények közt (például laboratóriumban vagy állatkertben) készítetik őket. Fontosabb azonban a természetes körülmények között kialakuló eszközhasználat, amelyre néhány példát bemutattam. Még ezekkel kapcsolatban is felvetődnek szkeptikus vélemények. Ismert például, hogy a diótörő csimpánzok élőhelyein előforduló emberi közösségek tagjai is kövekkel törik a diót az erdőben. Meg sem lehet különböztetni az emberi és a csimpánz törőhelyeket. Elképzelhető tehát az is, hogy valamikor a csimpánzok éppen az emberektől lesték el ezt a technikát.

A neves csimpánzkutató, William C. McGrew több különböző emberszabású majom-tulajdonságot vizsgált: agyméretet, táplálkozást, problémamegoldó képességet stb., keresve az eszközhasználattal együtt járó egyéb jegyeket. Egyértelmű összefüggést csak két esetben kapott: minél többféle állati eredetű táplálékot fogyaszt egy faj, annál valószínűbb az eszközhasználat, és azok a fajok használnak jól eszközöket, amelyek magukat képesek tükörben felismerni.

A kultúrát nem csak az eszközök határozzák meg; az embernek számtalan olyan viselkedésformája van, amely nem kapcsolódik tárgyakhoz. Ilyeneket a csimpánzoknál is találtak. McGrew és Carolin Tutin például leírták a kurkászás egy jellegzetes formáját, amelynek során a kurkászó egyed megfogja a kurkászott kézfejét, és egész karját felemelve a hónaljtajékon végzi a műveletet. Ezt kizárólag két, egymástól több száz kilométerre lévő csoportnál figyelték meg, ott is csak a felnőttek között, de minden felnőtt esetében. Feltehetően a kézfogásos kurkászás alapja tradíció, vagyis az egyedek az idősebbektől tanulják és maguk is továbbadják ezt a viselkedésformát fiatalabbaknak, nem csak az anya-kölyök kapcsolatban.

A legizgalmasabb, nem tárgyakhoz kötött, kulturálisnak tekinthető viselkedésforma a csimpánzok vadászó viselkedése.



Fontos megjegyezni, hogy nem csak csimpánzok vadásznak, előfordul ez a viselkedés a páviánoknál is. A vadászó csimpánzok első megfigyelője is Jane Goodall volt, majd Teleki Géza a hetvenes években végzett feltáró vizsgálatokat a különös szokásról, újabban pedig a Boesch házaspár közöl érdekes megfigyeléseket. Összehasonlították a gombei (Tanzánia) és a taï (Elefántcsontpart), egymástól több ezer kilométerre fekvő megfigyelőhelyeken található csimpánzcsoportok vadászó viselkedését. Sokféle emlősre vadásznak, kis termetű antilopokra, fiatal varacskosdisznókra, páviánokra stb. McGrew legalább 11 vadászott emlősfajt számolt össze, de az összehasonlítást a vörös kolobusz majmok vadászatán végezték, mert mindkét helyen ez az állat a fő célpontja a vadászatnak. A megfigyelések elsődleges célja az volt, hogy felmérjék az együttműködés mértékét a csimpánzok között, másrészt felderítsék, vannak-e speciális, egy adott csoporthoz kötődő technikák, szokások, amelyeket esetleg valamiféle primitív vadászati kultúra elemeinek lehet tekinteni.

Először az ökológiai különbségeket kell szemügyre venni. A gombei park nyitott, laza erdő, viszonylag alacsony, 10-15 méteres fákkal, a taï park viszont tipikus zárt esőerdő, amelyben a fák magassága a 40-60 métert is eléri. A taï park erdeiben a csimpánzok és a kolobusz majmok átlagos tartózkodási helye elkülönül, mert a kolobuszok a magas fák koronáiban tanyáznak, legszívesebben 30-40 méter magasságban, míg a csimpánzok az alacsonyabb, 10-15 méteres régiót kedvelik. A kolobuszoknak persze időnként el kell hagyniuk a biztonságos magas régiót táplálékszerzés céljából. A gombei rezervátumban az alacsonyabb fák miatt a két faj nem tud elkülönülni. Valószínűleg ebből következik a kolobuszok viselkedésbeli különbsége is. Mindkét helyen a kolobuszok tartanak a csimpánzoktól, de a gombei csimpánzok is félnek a kolobuszoktól, mert gyakran megfigyelhető, hogy azok magányos csimpánzokat vagy kölyköket megtámadnak, és noha megölni nem tudják, azért kemény védekezésre készítetik őket. A taï csimpánzok viszont kevésbé félnek a kolobuszoktól, és azok rendszerint igyekeznek menekülni, ha csimpánzokat látnak. A gombei kolobuszok sokszor mutatják az etológusok által jól ismert „csúfolódó” viselkedést, amikor nagyobb csoport kolobusz kiabál, fenyeget, valósággal üldöz

magányos csimpánzokat. A támadás során kölyköknek, nőstényeknek sokszor súlyos sérüléseket is okoznak. Valószínűleg ez az oka, hogy a gombei csimpánzok mindig fiatal kolobuszokra vadásznak, és csak nagyon ritkán ejtenek el felnőtt majmot. Még érdekesebb, hogy a ritkán elejtett felnőttek húsát rendszerint nem vagy csak kis részben fogyasztják el. Ezzel teljesen ellentétesen, a taï csimpánzok kizárólag felnőtt kolobuszokra vadásznak, és azokat az utolsó falatig elfogyasztják.

Nagyon nagy a különbség a két csoport vadászótaktikája között. A taï csimpánzok csoportosan vadásznak, és nagyfokú az együttműködés közöttük. Rendszerint a magas pozícióban lévő hímek vezetik a támadást, és igyekeznek a megfelelő fákra terelni a kolobuszokat. A gombei csimpánzok általában a magasban vadásznak, és a közös vadászat ritka. Inkább az történik, hogy a csimpánzok együtt nekirontanak egy csoport kolobusznak, és a kialakuló káoszban mindegyik igyekszik a maga zsákmányát, egy-egy kölyköt elkapni. A kétféle vadászótaktika különbségének a magyarázata, Christophe Boesch megfigyelései szerint az, hogy a taï magányos vadászok – mert a magányos vadászat néha ott is előfordul – sokkal kevésbé sikeresek, mint a gombeiek, mert jóval könnyebb egy kölyköt elkapni, mint egy felnőtt kolobuszt. Az is jól kimutatható, hogy a taï csimpánzok együttműködő taktikája kifizetődőbb a megszerzett zsákmány kilogrammjait számítva, mint a magányos, kockázatosabb módszer. Valószínűleg a gombei csimpánzoknak is megérné a csoportos vadászat a felnőtt kolobuszokra, de ők félnek ezektől, és így ez a hasznosabb viselkedésforma ritkán jelenik meg, ezért vadásznak magányosan kölykökre.

Vizsgálták azt is, hogy van-e a vadászó viselkedésben kimutatható nemi különbség, tehát hogy a csimpánzoknál is „férfiszokás”-e a vadászat. Határozott igennel lehet erre felelni. A nőstények ritkábban kezdenek vadászni és kevésbé sikeresek, mint a hímek. A különbség nagyjából ötszörös az elfogott prédát illetően a hímek javára, a nőstények ezért kevesebb húst is esznek. Igaz viszont, hogy a rovarfogásban, a termeszek, hangyák halászatában viszont a nőstények jeleskednek, türelmesebbek, és hosszabb ideig végzik a műveletet, mint a hímek.

Nagyon fontos aspektusa a vadászatnak és az egyéb táplálékszerző viselkedésformáknak, hogy van-e valamiféle elosztás az egyedek között. Miután az embernél ez uralkodó viselkedésforma, fölöttébb részletes vizsgálatokat végeztek a csimpánzoknál erre vonatkozóan. A táplálékmegosztás mind a növényi, mind az állati táplálék esetében kimutatható. Táplálék átadása az esetek 86 százalékában rokonok között történik, és 92 százalékban az anya adja a kölykének. A nem rokonok közötti táplálékmegosztás szereplői 73 százalékban felnőttek, hímek és nőstények, és a hímek az adakozók.

A kétféle vadásztaktika felfogható kétféle kultúrának is, mint ezt McGrew is gondolja, de a megfigyelt viselkedési különbségek egyértelműen visszavezethetők a két csimpánzpopuláció környezetének különbségére. Nem tudható, hogy ha ez megszűnne, megmaradna-e a viselkedésbeli különbség. Vagyis kialakulna-e valódi tradíció, ami már erős érv lenne a vadászótaktikák kulturális jellege mellett.

A csimpánzviselkedés talán legizgalmasabb új területe a beteg csimpánzok gyógynövényfogyasztása. Megfigyelések szerint, 1994-ig bezárólag, tizenháromféle gyógynövényt fogyasztanak a beteg csimpánzok, és a legtöbb esetben sikeresen meg is gyógyulnak különféle betegségeikből. A csimpánzok közelében élő emberek körében ezek a növények jól ismert népi gyógyszerek. Két növény esetében a keserű, puha belét rágnak, tizenegy növény esetében a levelét egészben, megrágás nélkül lenyelik. Ilyen növény például a *Vernonia amygdalina*, amit malária, hasmenés, különböző bélfertőzések esetében alkalmaznak az emberek, és jól kimutatott antibiotikus, sőt tumorellenes hatása is van, gátolja a bélparaziták és plazmodiumok fejlődését is. A növényt fogyasztó, láthatóan beteg csimpánzoknál megfigyelték, hogy néhány órával a fogyasztás után elpusztult bélparazitákat ürítettek.

A *Commelina diffusa* nevű növényt a kora reggeli órákban fogyasztják, néhány levelet, mint mi egy pirulát, lenyelnek. Ismert, hogy ilyen levelekből készíteneek fejfájás elleni gyógyteát az Egyenlítő mentén lakó népek. Három-négyféle másik növény a fertőző nematodák ellen hasznos. Két fogyasztott *Aspilia* faj esetében erős antibiotikus hatást mutattak ki, valamint egy olyan

vegyületet, amely nagy mennyiségben abortuszhoz vezet, kisebb adagban pedig megkönnyíti a szülést, és segítségével a fertilitás is szabályozható. Hogy a csimpánzok ez utóbbi hatása miatt fogyasztják, az valószínűsíti, hogy a nőstények sokkal nagyobb gyakorisággal eszik, mint a hímek. Az *Aspilia* hatóanyagtartalma valószínűleg elbomlana a gyomorban, ha összerágva kerülne oda. A csimpánz viszont egészen nyeli le, lehetővé téve, hogy a hatását a bélben fejtse ki. Erősíti ezt a hipotézist, hogy megfigyeltek olyan csimpánzokat is, amelyek az összerágott leveleket a szájpadróljukhoz dörzsölték, ami szintén lehetővé teszi, hogy a hatóanyag a gyomor megkerülésével jusson a szervezetbe.

A csimpánzok által keresett és fogyasztott gyógynövényeknek nincsen különösebb tápértékük, a megfigyelések szerint főleg a beteg állatok élnek vele. Néha előfordul, hogy az anyjukat kísérő kölykök is bekapnak egy-két levelet, de azonnal ki is köpik, mert ezek a növények keserűk. Nagy kérdés, hogyan jöttek rá a csimpánzok a gyógynövények hatásaira, hogyan adják át ezt a tudást az egymás után következő nemzedékeknek. A gyógynövényfogyasztást kimutatták a bonobóknál és a gorilláknál is.

Ha a csimpánzok kulturálisnak vélt viselkedéseit, eszközhasználatát áttekintjük, és újra megfontoljuk a kultúra két meghatározását, láthatjuk, hogy sok közöttük a hasonlóság. Hiszen mindkettő megkülönbözteti a látható vagy a tárgyakban megjelenő viselkedésformákat és a mögöttük álló neurális reprezentációkat, mint azt a két *populációt*, amelynek együttes léte és kapcsolata szükséges valamely kultúrához. Kroeber és Kluckhohn meghatározása azonban tartalmazza azt a kitétel is, hogy az egyes csoportokat jellemző viselkedésformák szimbólumok segítségével legyenek átadhatók. Szimbólumokon elsősorban a nyelveket kell érteni, és ilyenek a csimpánzok nincsenek birtokában. Az egyes populációkra jellemző viselkedésformák együttes gyakorlás, esetleg imitáció, tanítás révén adódnak át egyik generációról a másikra, de szimbólumok nélkül. A szimbólumhasználat kritériuma nagyon kemény követelmény. Ha ezt elfogadjuk, akkor a csimpánzokat ki kell zárunk a kultúrahordozók köréből. Azonban, ha a biológus Mundinger meghatározását vesszük alapul, akkor valószínűleg nem. Kérdés, hogy mi a meghatározás célja. Ha az, hogy az ember

egyedülvalóságát demonstrálja, akkor a kroeberi meghatározást kell választani, ha viszont egy olyan általános kategóriát akarunk létrehozni, amelyben az ember mellett egyes állatoknak, esetleg a csimpánzoknak vagy az emberhez vezető fejlődési ág kihalt képviselőinek is jut valamilyen hely és fokozat, akkor jobb a biológus meghatározása.

McGrew a kroeberi meghatározás átalakításával nyolc feltételt határozott meg, amelyek alapján a kulturális tevékenységek más fajok esetében felismerhetők. Ezek a következők: innováció, vagyis valamilyen új viselkedési mintázat feltalálása vagy módosítása; disszemináció, a mintázat más innovátortól legyen elsajátítható; standardizáció, a mintázat a csoportban minden egyednél nagyjából azonos módon nyilvánuljon meg; kitartás, azaz a mintázat a demonstrátor jelenléte nélkül is fennmaradjon; diffúzió, a mintázat csoportok között terjedjen; tradíció, a mintázat jelenjen meg az innovátor utáni generációkban is; ne életfenntartó legyen a mintázat, azaz ne csak élelemszerzés céljaira szolgáljon; végül: természetes legyen, azaz emberi beavatkozás nélkül is megjelenjen. Az első hat követelményt a japán makákók egyes laboratóriumi viselkedésformái is kielégítik, azonban a humán beavatkozás nyilvánvaló. A csimpánzokat illetően McGrew véleménye szerint egyetlen ismert viselkedési mintázat sem felel meg mind a nyolc kritériumnak, ezért ha ezeket szigorúan vesszük, akkor a csimpánzok a kultúra hordozói közül kizárhatók. Enyhébb megítélés alapján protokultúráról beszélhetünk.

A probléma megint az, hogy a kutatók valamilyen előre meghatározott cél érdekében addig igazgatják a követelményeket, amíg a kívánt végeredmény ki nem alakul. Saját véleményem szerint a legszembeesőbb hiba, hogy a kultúra egészét azonosítják az egyes viselkedésmintázatokkal, amelyek pusztán mint komponensek jöhetnek számításba. Szerintem a kultúra evolúciós rendszer, amelyben az egyes viselkedési mintázatok, tárgyak, hordozók között a replikatív organizáció (az a funkcionális elrendeződés, amely egy rendszer komponenseinek kölcsönhatásai révén megvalósítja a teljes rendszer időbeli vagy térbeli replikációját) teremt kapcsolatot és adja a kultúra minőségét, nem pedig az, hogy a kultúra egyes mintázata, komponensei milyen kritériumoknak felelnek meg. Ha

valamilyen viselkedési mintázatot jelölünk meg mint a kultúra egy lehetséges elemi egységét, előfordulhat, hogy bár ez az elem megjelenik, de semmiféle funkciója nincsen. Ilyen például a japán makákók kődobáló viselkedése. Fejlettebb eset az, ha a viselkedési mintázatnak van valamiféle funkciója az állat adaptációs rendszerében, például a táplálékát szerzi meg vele. Ez a viselkedésforma még mindig lehet egy elszigetelt komponens. Végül a harmadik fokozatban az adott viselkedési mintázat beilleszkedik a kultúrát hordozó csoport viselkedésének replikációs organizációjába, a kultúrába mint működő rendszerbe, és maga is replikálódik. A csimpánzok vadászata talán megfelel ennek a fokozatnak.

Nagyon vitathatók azok a megfontolások, amelyek a kulturális viselkedésformák replikációjával kapcsolatosak. Az, hogy ki találta fel, kinek a jelenlétében fordul elő, átadódik-e más csoportoknak, szerintem nem lényegi jellegzetesség. A replikációban is különböző szervezetségi szintek mutathatók ki. A csimpánzok diótörése csak az anya-kölyök kapcsolatban replikálódik, vagyis a tradíció ebben az esetben egyenes leszármazási sorok szerint mutatható ki. Az ilyen kulturális jegy megjelenik, majd néhány, esetleg sok ezer generáción át fennmarad, és eltűnhet, ha az adott leszármazási sorok kihalnak.

A legfelső fokozatban a kulturális mintázat nemcsak függőleges (rokoni) leszármazási sorokban, hanem „oldalági” kapcsolatok szerint is terjed. Vagyis nemcsak rokonok, hanem a csoport egyéb tagjai is megtanulják, megszerzik, és a mintázat szorosan beépül a csoport replikációs rendszerébe. Ha ezeket a fokozatokat elfogadjuk, olyan osztályozási rendszerhez jutottunk, amelynek segítségével az emberi kultúra és az ehhez még csak hasonló, egyben-másban jellegzetes különbségeket mutató állati kulturális formák is jól megkülönböztethetők.

Fontos, hogy egy ilyen osztályozás segítségével a kultúra evolúciós megjelenésének mechanizmusait, például a leszármazási sorok szerinti és az oldalágakkal történő terjedést jól kezelhetővé tesszük.

Végezetül még egy lényeges, evolúcióelméleti kérdést kell felvetnünk: melyek a majomfajok szelekciós egységei? Az egyed kétségtelenül az, a faj is az a legfelsőbb szinten, de nagyon érdekes kérdés, hogy vajon a csoport is szelekciós egység-e. Hiszen olyan

összetett viselkedési struktúrákat találunk a csoportszerveződésben, hogy ilyen feltételezés könnyen adódik. A válasz úgy a legegyszerűbb, ha megvizsgáljuk a majomcsoportok egyediségének mértékét. Hiszen ahhoz, hogy a csoportok szelekciós egységként viselkedjenek az evolúció során, valamennyire már egyedi képződményeknek kell lenniük. A bemutatott csoportszerveződési leírásokból világos lehet, hogy a csoportegyeség még nem jelent meg a majmok életében. A fajok legtöbbször vagy a nőstények, vagy a hímek, esetenként mindkét nem tagjai elhagyják azt a csoportot, ahova születtek. Nem alakulhatnak ki tehát a csoportszelekcióhoz szükséges feltételek, mert egygenerációnyi idő alatt is nagymértékű a csoportok keveredése. Még legjobban a csimpánzok közelítették meg a szükséges kritériumokat, alulról persze, de nem érték el azokat, noha a bemutatott táplálékszerző technikák kulturális kialakulása kétségtelenül ebbe az irányba mutat. Hiányzik azonban a csoport kellő zártsága, amit majd csak egyetlen főemlősnél, az embernél találunk meg.

Nagyjából ezek azok az ismeretek, amelyeket fontosnak tartottam számontartani, és persze a legfontosabbak Jane Goodall munkái. Eredményeinek érdekes tudománytörténeti vonatkozása is van. Fiatalkorában kezdett érdeklődni a majmok, különösen a csimpánzok élete iránt, és Afrikában titkárnője lett Louis Leakey-nek, aki a mai Tanzánia területén végzett fontos archeológiai kutatásokat az ember millió évekkel ezelőtti őseiről. Leakey rábeszélte Goodallt, hogy kezdjen csimpánzmegfigyeléseket végezni anélkül, hogy a kutatáshoz szükséges egyetemi tanulmányokat elvégezte volna, mert azt gondolta, hogy olyan személy, aki nincsen megfertőzve a naprakész tudomány elfogultságaival, szemléleti korlátaival, esetleg sokkal pontosabb munkát tud majd végezni. Goodall a mamájával együtt megkezdte a vizsgálatokat, és néhány év múlva le is doktorált a Cambridge-i Egyetemen. Leakey elképzelése igazolódott, Goodall kutatásai világhírűek lettek talán éppen az elfogultságoktól mentes megfigyeléseknek köszönhetően. A viselkedéstudományokat nyomasztó ideológiai elfogultságokról az előző fejezetekben már beszámoltam. Goodall kitűnő etológus lett, leveleztem vele, egy tanítványomat szerettem volna a gombei kutatócsoportjába ajánlani. Azonnal válaszolt, nagyon kedvesen. Éppen elraborták egyik

munkatársát a kikujuk, ezért pillanatnyilag nem tudja a tanítványomat fogadni.

Leakey még két másik világhírűvé vált hölgyet is támogatott etológiai kutatásaiban. A gorillákat tanulmányozó Dian Fossey-t és az Indonéziában dolgozó orangutánkutató Birut Galdikast. A Leakey által *trimeszterek* nevezett hölgycsoport jelentősen hozzájárult az emberszabású majmokról szóló ismereteinkhez.



## 11. A ember fejlődése

Magától értetődő volt, hogy ha állatokkal foglalkozom, az emberre is vessek néhány pillantást. Az evolúció mindig történetekről szól, és egy-egy történet tanulsággal szolgálhat a többi értékelése szempontjából. Amikor a hatvanas években az ember evolúciójáról olvastam, viselkedésről még szó se volt, és az egy *jávai majomembert* kivéve adatok is alig. Akkor úgy tűnt, hogy ennek a területnek nincsenek elismert szakemberei, más szakmák jeles kutatói érdeklődnek, véleményeznek. Biológiai ismeretek nélkül fogalmaztak meg a nyelvvel, gégefővel, szervekkel, fajokkal kapcsolatos evolúciós kérdéseket. Még ma is emlékszem az egyik elképesztő történetre, pedig minőségi folyóiratban jelent meg: az emberi agy azért lett ilyen nagy, mert futás közben hűti a vért, s így megelőzi a test túlmelegedését. Vagyis a hatvanas évek elején ezt a területet a szakértelem nélküli fantázia dominálta. Ez normális jelenség, és a hatvanas évektől megkezdődött a valódi kutatómunka. Előkerültek meghatározó fosszíliák, kifejlődött a pontos kormeghatározás, és legfőképpen: fiatal, tehetséges kutatók árasztották el a területet.

Ma már egészen megbízhatóan vagyunk képesek az emberi evolúció utolsó 6-7 millió évét rekonstruálni.

Biológiai szempontból az ember az emberszabású majmok egyike, akit csak a saját magunk iránti szentimentális érzelmek miatt szoktunk valamiféle egészen különálló és különleges lénynek tekinteni. A legújabb evolúciós rendszertan, különösen a molekuláris biológia által szolgáltatott hasonlósági adatokra támaszkodva, teljesen egyértelmű ebben a kérdésben.

Legközelebbi élő, állati rokonunk a csimpánz. Közös ősrünk hat és fél millió évvel ezelőtt élt, és minden adat azt tanúsítja, hogy éppen olyan lehetett, mint a mai csimpánz, mert ez azóta is ugyanolyan környezeti viszonyok között él, tehát nem volt semmi oka a

változásra. Az ember és a csimpánz közötti genetikai különbségeket többféle módon lehet számolni, de mindig csak egy-két százalék az eredmény, amit viszont a jelenlegi genetikai ismereteink alapján elég jelentősnek tekintünk. Annak a bonyolult, összetett génhálózatnak, amely a csimpánzzal közös ős szervezetét létrehozta, jó néhány helyen változnia kellett ugyan, hogy az evolúció során az ember megjelenjen, de ezek a változások egyenként valószínűleg nem voltak túlságosan mélyrehatók. Éppen befejezték a csimpánzgenom DNS-ének feltérképezését, és különösen izgalmas lesz majd szemügyre venni a különbségeket. Például lehet tudni, hogy az agyi endorfinok termelésének a szabályozásában jelentős eltérés van ember és csimpánz között. Az endorfinok olyan természetes fájdalomcsillapítók, nyugtatók, amelyek a szociális viselkedést is nagymértékben befolyásolják, erősítik, jutalmazzák. Az eddigi adatok alapján valószínű, hogy az ember megnövekedett szocialitásának, annak, hogy sokkal békésebb, együttérzőbb társai iránt, egyik lényeges tényezője a genetikai változások miatt megnövekedő endorfintermelés. Ez persze csak egy tényező, még nagyon sok egyéb is közreműködhetett a folyamatban, és az is szerfölött izgalmas kérdés, hogy melyik változás volt az első, milyen sorrendben következtek a többiek, legfőképpen pedig, hogy milyen környezeti hatások váltották ki a genetikai változásokat. A legutolsó adatokból arra is lehet következtetni, hogy a szétválás nem egyszer és hirtelen következett be, hanem a korai szétválás után a két faj újra összeolvadt, és a hibridekből fejlődött ki a végleg elváló emberős.

Az emberi evolúciónak legfontosabb nyomait az emberi csontok megkövesedett maradványai, a fossziliák szolgáltatják. A csimpánzoktól történt elválás hatmillió éve számos eseményt foglal magában, minél közelebb vagyunk időben ennek a kornak a végéhez, azaz saját magunkhoz, viszonylag annál többet tudunk. A korai leletek elszórtak, töredékesek, de beható kutatások folynak, sokszor évente változik a paleontológusok véleménye arról, hogy pontosan milyen sorrendben, milyen közbeeső fajokon keresztül jutottunk el a *Homo sapiens*-be, amely *mögött* körülbelül kilenc ismert fosszilis faj és a számítások szerint körülbelül hét még ismeretlen van, tehát összesen mintegy tizenhat faj képezi azt az evolúciós

alapot, amelyből saját fajunk kiemelkedett. Sokféle különleges tulajdonságú, egészen közeli rokon is élt hosszabb-rövidebb ideig az evolúció során. Tehát az átmenet az emberszabású majmoktól az emberig nem szakadékszerű. Tizenhat jól elkülönülő emberfaj köt bennünket hozzájuk.

Az ember paleontológiai vizsgálatáról jó könyveket lehet olvasni, ezért csak egészen röviden foglalkozom ezzel a kérdéssel.

Az első feltételezett faj a csimpánztól történt elválástól számítva, tehát a legrégebbinek tekinthető emberős, az 1994-ben felfedezett *Australopithecus ramidus*, amelynek 17 csontdarabját találták meg egy etiópiai lelőhelyen. Az *A. ramidus* teste valószínűleg a csimpánzéra hasonlított, négy és fél–négy millió évvel ezelőtt élt, de már főleg két lábon járt.

Az *Australopithecus afarensis* négy–két és félmillió évvel ezelőtt élt. *Afarensis* az Etiópiában, Hadar környékén a legteljesebb csontvázalattal megtalált híres Lucy. Ennek a fajnak a testsúlya 30–75 kg lehetett, a nőstényeknek és hímeknek megfelelően, tehát igen nagy a nemek közötti testtömegkülönbség. A hímek kétszer akkorák, mint a nőstények, de szemfoguk már valamivel kisebb volt, mint az emberszabású majmoké. Az agytérfogat kicsivel nagyobb, mint a csimpánzé, 420–500 ml (a csimpánzé 300–480 ml). Nevezetessége ennek is, hogy két lábon járt, de csontjaiból ítélve a fára mászást sem vetette meg. Később a lábnyomait is sikerült megtalálni a tanzániai Laetoliban, ami az ember evolúcióját kutatók legszenzációsabb lelete. 1980-ban hetven, vulkáni hamuban hagyott, megkövesedett lábnyomot találtak, amelyek valószínűleg három egyedtől származnak, a nagyujjak előremutatnak, mint az embernél, és nem oldalra, mint az emberszabású majmoknál. Annak idején ez a lelet teljesen átformálta az emberi evolúcióról szóló elképzeléseket.

Később, három–két és fél millió éve jelenik meg az utolsó közös láncszem, ami minket az *Australopithecusszal* összeköt: az *Australopithecus africanus*, amely aránylag kis termetű volt.

Körülbelül kétmillió évesek azok a fosszíliák, amelyeket a paleoantropológusok már egyértelműen a *Homo* nembe sorolnak. A legfontosabb lelőhelyük a híres Olduvai-szurdok Tanzániában és a Koobi Fora Kenyában. A fosszíliák meglehetősen változatosak, igen

valószínű, hogy több fajtól származnak (*Homo habilis*, *H. rudolfensis* és *H. ergaster*), az *Australopithecus*októl főként a nagyobb agytérfogatban (500–800 ml), az arckoponya formájában és a fogazatukban térnek el.

Aránylag kis termetűek, a hímek körülbelül 50, a nőstények 30 kilogramm súlyúak, a korábbi fajokhoz képest csökkent a nemi kétalakúság mértéke, a hímek és a nőstények testtömege valamivel közelebb került egymáshoz. Ezek a fajok körülbelül 1,6 millió évvel ezelőtt tűntek el.

Miután szinte lehetetlen megállapítani a fajok pontos kapcsolatát, egyszerűbb, ha összefoglalóan *habilinek*nek nevezzük őket. A *habilinek* egyértelműen csak két lábon jártak, a hímek itt is jóval nagyobbak, mint a nőstények, de kőeszközöket készítettek, a lelőhely alapján oldovai terméknek nevezett egyszerű fajtákat. Lehet, hogy a nagyobb termetű *Australopithecus*ok is használtak kőeszközöket, de ezt nehéz egyértelműen bizonyítani.

A pleisztocén elején, 1,8 millió évvel ezelőtt jelenik meg a *Homo erectus* az afrikai Koobi Fora régióban, de megtalálták Ázsiában, Jáva szigetén is.

A *H. erectus* agytérfogata még nagyobb, mint a korai *Homóké*, 750–1250 ml, a testsúly a *habilinek*hez képest növekedett, hímeknél 65, nőstényeknél 45 kilogramm, a szexuális kétalakúság tovább csökkent. Az *erectus*nek mintegy 300 ezer évvel ezelőtt haltak ki.

A *Homo sapiens* úgynevezett archaikus változata Afrikából, Európából, Ázsiából is előkerült. Általában *Homo heidelbergensis* néven említik, feltehetően az *erectus*ból fejlődött ki, megkülönbözteti nagyobb agytérfogata (1100–1400 ml) és magasabb, kerekesebb agykoponyája.

A *Homo neanderthalensis* körülbelül 150 ezer éve jelent meg, és mintegy 30 ezer éve tűnt el. Agymérete a *sapiens*ét meghaladja (1200–1750 ml), feltételezik, hogy a *heidelbergensis*ből fejlődött ki, de szintén oldalág a modern *sapiens*hez vezető vonalban. Bár kimutatható, hogy a mai emberpopuláció génraktárában vannak neandertáli gének éppen úgy, mint az ázsiai gyeniszovai (Denisovan) populációból származók. Maradványaikat Európában és a Közel-Keleten is megtalálták. Sokféle szerszámot, kőcsákányokat, dárdákat, hegyeket, fogazott eszközöket készítettek. Ezek már a mai

emberhez nagymértékben hasonló fejlett elme termékei. A legkorábbi, anatómiailag is modern emberek maradványát a Közel-Keleten, Kafzében (Qafzeh) és Dél-Afrikában találták. A leletek körülbelül 100-130 ezer évesek, a feltételezések szerint az archaikus változathoz Afrikában fejlődtek ki, és onnan terjedtek el az egész világon. Az agyméret 1200–1600 ml, a koponya kerekesebb, a fogak kisebbek, mint a Neander-völgyi emberé, a férfiak testsúlya megmaradt az erectinekre jellemző 65 kilogrammos átlagon, míg a nők testsúlya 55 kilogrammra növekedett. Tehát a nemi kétalakúság tovább csökkent. Úgy szokták ezt értékelni, hogy a különböző fajokban a nemeket megkülönböztető testi jegyeket egy értékskálára vetítik, amelynek kezdőpontján a két nem teljesen hasonló, a százas értéknél pedig a különbségek a legnagyobbak. A nemi különbségek (testtömeg, állkapocsméret, csontok tömege, fizikai erő és hasonló) emberre jellemző értéke ezen a skálán 12-15-re tehető ma is, szemben az emberszabású majmokra jellemző 80-100-as értékkel.

Az utóbbi évtizedekben sokat vitatkoztak az egyes fajok pontos elkülönítésén, rokonságán, azon, hogy az egymástól távol eső helyeken talált leletek valóban önálló fajokat reprezentálnak-e, vagy csak fajon belüli variabilitást, esetleg rendellenességet. Az, ami egészen biztos, hogy a ma élő ember egyetlen fajt képez: a *Homo sapiens*.

A paleontológusok dolgát megkönnyíti valamelyest, hogy időnként találnak fossziliákat, és különböző elméleteik az ezekhez kapcsolódó adatokból indulnak ki. A hozzánk közelebb eső korokat illetően, amelyekből már különböző eszközmaradványok is megjelennek, az antropológusok lépnek előtérbe, őket segítik a megtalált régi tárgyak. Az etológus a viselkedés evolúcióját kísérli meg rekonstruálni, ehhez a munkához nagyjából készen veszi át a paleontológiai és antropológiai elméleteket. Ezeket azután kiegészíti az összehasonlító viselkedési vizsgálatokkal, amelyeket ma élő emberszabású majmokon és magán az emberen végeznek. Ugyancsak alkalmasak evolúciós következtetésekre az ELTE Etológiai Tanszékén a kutyákkal végzett kísérleteink, ezekről egy külön fejezetben számolok be.

A fossziliákból a viselkedésbeli változásokra is lehet következtetni. Mint hangsúlyoztam, a *Homo* ág képviselőinél fokozatosan csökken

a hímek szemfogainak mérete, valamint a hímek és nőstények testtömege közötti különbség. Ebből nagyon fontos következtetéseket lehet levonni a társas viselkedéssel kapcsolatban. A majmok különböző fajainál a hímek nagy méretű szemfoga és nagyobb testtömege mindig erős agressziós tendenciával párosul. Az egyre kisebb szemfogak és a hímek relatív testsúlycsökkenése viszont azt jelenti, hogy a *Homo* fajoknál nagyon erősen csökkent a csoporton belüli agresszió és a hímek szexuális vetélkedése. Csimpánzoknál a csoport összetartása az erős hím-hím kapcsolatokon, hímek szövetségén nyugszik. A szexuális versengés csökkenését általában azzal magyarázzák, hogy megkezdődött a hím-nőstény kapcsolatok erősödése, és ez a változás megjelent a csoportszerkezetben is. Mindezek együttevén azt sugallják, hogy valamiért erősödött a *Homo* csoportok összetartozása, csökkent a csoporton belüli agresszió szerepe, és megnőtt az a terület, amelyet e fajok egyedeinek csoportjai életfenntartásuk érdekében elfoglaltak. A talajon történő mozgás szükségességét persze az is indokolhatta, hogy a *Homók* időnként vagy hosszabb időszakokra elhagyták az erdőt, és inkább a nyitott, szavannás vidékekre települtek. A két lábon járás szükségességét azzal is szokták indokolni, hogy őseinknek a szavannás területen gyakran kellett felegyenesedniük, hogy a biztonságukat fenyegető ragadozókat idejében felfedezzék.

Akármi volt is a felegyenesedés oka, bizonyos, hogy felszabadult a kéz, és még alkalmasabb lett a szerszámhasználatra, mint az emberszabású rokonoké. Mint a csimpánznál láttuk, a szerszámhasználat elemi fokon még nem kíván különleges teljesítményeket és nem hagy maga után évmilliókig fennmaradó nyomokat. Az emberősök szerszámhasználatára e téren azonban jelentősen különbözött a ma élő emberszabású majmok alkalmi szerszámhasználatától.

A legelső mesterségesen elhasított kavicsok darabjai csaknem hárommillió évesek, és etiópiai lelőhelyeken találták. Kelet- és Észak-Afrikában két–másfél millió évvel ezelőtt keletkezett az eszközök egy újabb csoportja. Egy kavicsról szilánkokat pattintottak le, és valószínűleg mind a szilánkokat, mind pedig a *magkövet* használták. Az előbbieket vágásra, kaparásra, az utóbbit zúzásra, ütésre. A legfontosabb lelőhelyek a már említett Olduvai-szurdok és

a Koobi Fora terület Kenyában. A kavicshasítás az előbbiről kapta az *olduvai ipar* jelölést.

Már említettem, hogy fogságban élő bonobóval, orangutánal is készítették hasonló szilánkokat, de a majmok csak egyetlen szilánkot hajlandók lehasítani, míg az olduvai ipar termékeiről megállapítható, hogy gondos ütésekkel sok szilánkot hasítottak le. Ehhez nyilvánvalóan fejlettebb idegrendszer szükséges, mint amilyennel az emberszabású majmok rendelkeznek. Idővel megjelennek a nyesett szilánkok is, amikor egy alkalmas szilánkról még sok apró darabot pattintanak le, hogy célszerűen használható formáját elnyerje. Ilyen teljesítményhez feltétlenül szükséges, hogy a készítő előre elképzelje a végterméket és legyen elegendő türelme és motivációja a cél eléréséhez szükséges kitartó és pontos munkához. Állatok is mutatnak türelmet és kitartást zsákmányszerzés közben, de a szerszámkészítés esetében a zsákmány elfogyasztása, esetleg lehasítható bőrének felhasználása az aktuális tevékenységtől még nagyon távoli dolog. Először az eszközt kell elkészíteni, és arra kell koncentrálni. Ilyen közvetett célok érdekében az állatok általában nem hajlandók nagyobb erőfeszítést tenni. A tartós motiváció szerepét többnyire nem ismerik fel az emberi tevékenységek szerveződésében, pedig ez legalább annyira jelentős, mint maga a képesség, amelynek segítségével az adott tevékenység elvégezhető. A csimpánz is megtanítható arra, hogy befűzzön egy cipőt, hiszen képes azokra a finom ujjmozgásokra, amelyek ehhez szükségesek, de senkinek sem sikerült még rávennie egy csimpánzt, hogy magától, minden rábeszélés nélkül naponta vegye fel és fűzze be a cipőjét. A technikai készség tehát csak egyik eleme a szerszámhasználatnak vagy más hasonló tevékenységnek.

A különböző tárgyakat persze valamire használták, és ennek kispékelálása már sokkal nagyobb probléma. Először is, a kőeszközök nyilvánvalóan azok a tárgyak, amelyeknek a legnagyobb esélyük van a megmaradásra, mellettük azonban létezhetek fából, csontból, növényi rostokból készült eszközök is, hiszen ilyeneket még a csimpánzok is használják. Az ütőkövek sokféle célra alkalmazhatók, például kemény magok feltörésére, de vastagabb csontok szétzúzására is, hogy a tápláló velőhöz hozzájussanak. A

szilánkok segítségével fel lehetett hasítani az állattetemek bőrét, le lehetett fejteni a húst a nagyobb csontokról, de lehetett velük további eszközöket is készíteni, például botokat kihegyezni. A habilinek eszközhasználata körüli vita összekapcsolódik a vadászat–dögevés változat vitájával. Amikor a kőeszközlelőhelyeket megtalálták, a nagyszámú kőeszköz mellett sokféle, különböző növényevőhöz tartozó apró csont is volt. Könnyen jött az a következtetés, hogy a csontok, kőeszközök elegye tulajdonképpen a habilinek egykori táborhelyének, a csontok pedig a vadászzsákmány feldolgozásának a maradványai. Ha a habilinek vadásztak, akkor valószínűleg kifejlődött már a nemek közötti munkamegosztás, és kialakult a táplálékmegosztás is. Később a csontok gondos újravizsgálataival az a nézet terjedt el, hogy azok nem vadászzsákmány maradványai, mert erős ragadozófogak nyomai láthatók rajtuk. Sokkal valószínűbb az a hipotézis, hogy a habilinek valójában dögevők voltak. A nagyragadozók zsákmányát vagy annak maradványait szerezték meg és szállították egy feldolgozóhelyre, amely voltaképpen nem a táborhelyük volt. Ezt az is alátámasztja, hogy a lelőhelyek eredetileg valamilyen vízforrás közelében voltak, márpedig az éjjel igen veszélyes hely az oroszlánok miatt, amelyek az inni jövő növényevőket rendszeresen megtámadják. Azt gondolják tehát, hogy ezek a kő- és csonthalmok semmiképpen sem lehetnek a valódi táborhelyek, ha egyáltalán voltak olyanok.

Ilyen tevékenység már jelentős tervezést, előrelátást, célszerűségi számításokat igényel. Azt, hogy a készítő előre képes legyen az összes munkafázist – a keresést és szállítást is beleértve – elméjében végiggondolni, a részfeladatok legcélszerűbb elrendezését megtervezni és az egész feladatot végrehajtani úgy, hogy annak érzékelhető jutalma csak jóval később, az elkészült szerszám használata során jelentkezik majd.

Egyszer találtam egy roppant érdekes cikket, ami aztán a feledés homályába merült, és később nem hivatkoztak rá, pedig némi genetikai ismerettel sokat lehetett volna kezdeni vele. Egy antropológus összeszedett rengeteg marokkővet valamelyik múzeumban, és minden darabnak pontosan lemérte három tengelyét, az adatokat grafikonon ábrázolta. Az izgalmas megfigyelés az volt, hogy a legkorábbi, két–másfélmillió éves leletek



adatai egyetlen csúcsot mutattak a grafikonon, némi szóródással. Ahogyan haladt a mi korunk felé, megjelent egy második, majd harmadik csúcs is, azután összefolyt minden. A szerző arra következtetett, szerintem igen helyesen, hogy az egyetlen mérettel jellemezhető köveket csak egyféleképpen használták, és amikor néhány százezer év múlva a méreteloszlásban megjelent egy második, majd harmadik csúcs, ez azt jelentette, hogy a lelet két-, majd háromféle célra készített követ tartalmazott. Vagyis módszerével a kövek funkcióját lehet elkülöníteni. Ez rendben is van, de az adatok genetikáért kiáltanak, mert nem az a valószínű, hogy egy-egy alkalmazás felismeréséhez százezer évek szükségesek, hanem hogy a hosszú idő alatt valamilyen apró genetikai változás tette lehetővé az új használati funkciót. Tehát a viselkedés genetikai változásait követhetjük ezen a módon. Sajnos nem tudom, mi lett a megfigyelés és mérés további sorsa.

Mivel a habilinek anatómiájuk miatt nem voltak valódi ragadozók, a dögevés és az esetenkénti vadászat mindenképpen a kooperáció kifejlődését és a csoportméret növekedését tette szükségessé. Több modellkísérlet is mutatja, hogy a magányos dögevők vagy alkalmi vadászok jóval kevesebb erőforráshoz jutnak, mint azok, amelyek képesek valamiféle együttműködésre. A csoportméret növekedése viszont együtt jár a hím-hím és a hím-nőstény kapcsolatok változásával, amire már utaltam. Így talán az is látszik, hogy a különféle elméletek csak akkor tarthatók, ha beleillenek egy közös rendszer kereteibe, ahol egymást erősítik. Alátámasztják ezeket az elképzeléseket az ökológiai adatok is. A késő miocén korban az időjárás szárazabb lett, és kifejezettebbek voltak a szezonális változások. A táplálékforrások szétszórtabbakká váltak, és nehezebben lehetett megjósolni, hogy éppen hol lehet valamit találni. Nyitott, szezonális, szavannaszerű környezet a nagyobb méretű csoportoknak előnyös, tehát az ökológiai adatok alapján a korai habilinek valószínűleg a csimpánzokéhoz hasonló, de talán zártabb csoportokban éltek, amelyekben a hímek közötti kapcsolat még a csimpánzokénál is erősebb volt. Robert Foley szerint a legkorábbi hominidák, például az *A. afarensis* húsz-egynéhány egyedet tartalmazó csoportokban élhetett, ezekben a hímeket

rokonsági kapcsolatok tartották össze, és az egyes hímeknek szorosabb volt a kapcsolatuk a nőstényekkel.

A habilineknél a csoportméret tovább növekedett, 60-70 körüli lehetett. Ez már önmagában olyan szelekciós hatásokat teremtett, hogy a hímek bizonyos mértékig védelmezni, ellátni kezdték saját utódaikat, mert a nőstények még közelebb kerültek hozzájuk, ami a csimpánzok esetében nem jöhet szóba, náluk a hím apasága kideríthetetlen. A nőstények, hímek és a hosszabb védelemre szoruló kölykök kapcsolata így hozza létre a későbbi családi csoportos elrendeződést. Ezt a modellt megerősítheti a húsevés növekvő szerepe, mert a nagyobb méretű dögből vagy elejtett vadból könnyebb megfelelő porciókat juttatni a saját nősténynek, kölyköknek. Tisztán gyűjtögető életmód mellett ez a fajta apai gondoskodás nem alakulhatott volna ki. A változások természetesen azt is igényelték, hogy a habilinek szociális intelligenciája megbirkózzon a nagyobb létszámú, szorosabb kötelékekben élő csoportok belső problémáival.

Bizonyos tehát, hogy a habilinek elméje, viselkedése, eszközhasználata jóval felülmúlta a csimpánzokét, és jelentős lépés volt a mai emberhez vezető úton. De az is bizonyos, hogy az egyes csoportok között nagy változatosság nem alakulhatott ki valamiféle valódi kultúra eredményeképpen. A habilinek nem hagyták el Afrikát, egész korszakuk alatt azokat az ökológiai környezeteket használták ki, amelyeket ezekkel az eredendően genetikai adottságokkal hasznosítani lehetett.

A habilinek után következő erectineknél az elterjedési terület hirtelen megnövekedett, a csoportok valószínűleg jóval változatosabbak, alkalmazkodóképesebbek lettek. A csoportszerkezeteket illetően a habilin tendenciák tovább erősödhettek, a laza csoporton belüli hím-nőstény kapcsolatból a kétoldalú, párosodáson kívül is megmaradó, tartós kapcsolat és a kölykökről történő együttes gondoskodás irányába. Fokozatosan csökkent a csoporton belül az egyedek, elsősorban a hímek versengése. Az állati csoportokban kíméletlen verseny folyik, de ritkán fordul elő, hogy egy bizonyos erőforrás kiiktatódik a versengésből. Az afrikai hiénakutyák például a táplálékszerzésben

nem versengenek, megosztják a zsákmányt egymással, de az élet minden más területén továbbra is megmarad az éles verseny.

Az emberi evolúcióban éppen az a különös, hogy az együttműködés fokozatosan az élet minden oldalára kiterjed. Ez tette lehetővé, hogy megnövekedjék a csoportok mérete, elérte a százas átlaglétszámot, és ennek megfelelően tovább nőtt a szociális intelligencia komplexitása. Az életmód még változatosabbá vált azáltal, hogy újabb és újabb területekre vándoroltak. Bizonyosan folytatódott a gyűjtögetés, a dögevés, és a vadászat is egyre eredményesebb lett. Az antropológusok egyik része úgy gondolja, hogy az erectinek nem voltak képesek nagyvadakra vadászni, mások viszont azt fejtetik, hogy a nagyvadak között is akadnak sérült, beteg állatok, amelyeket a nagyobb létszámú, együttműködő erectuscsoport sikerrel ejthetett el. A *Homók* vadászata, a habilineken és az erectineken keresztül a nagyvadakra sikerrel vadászó sapiensig, valószínűleg folyamatosan és lassan változott. Eleinte kisebb állatokra, elsősorban majmokra vadászhattak, mint a csimpánzok, majd intenzívebb lett a törekvés a nagyobb mennyiségű húst adó dögök megszerzésére, amihez persze szoros kooperáció volt szükséges. Mindezek mellett persze mindig megpróbálták mindent elkapni, amire csak alkalmuk nyílt.

Az is nagyon valószínű, hogy az erectinek már használtak valamiféle többé-kevésbé állandó telephelyet. Erre abból lehet következtetni, hogy az emberszabású majmoknak nincsenek bolháik, mert a bolha nem a gazdaállaton, hanem annak fekhelyén helyezi el a petéit. A körülbelül két hét alatt kikelő új bolhanemzedék azután visszatelepszik az ott alvó táplálékforrásra. Az emberszabású majmok, mint láttuk, gyakorlatilag naponta váltogatják éjjeli szállásukat, ezért a bolhák sem telepednek meg rajtuk. Az embernek viszont van saját, emberspecifikus bolhája, mert az állandó telephelyei miatt alkalmas a gazdaszerepre. Valamikor a *Homo* evolúciója során tehát meg kellett hogy változzanak a szokások, és ki kellett hogy alakuljon az időleges letelepedés vagy táborozás, ahonnan kiindulva megszerezhető a szükséges táplálék, de nem kellett mindenkinek mindig a csoporttal tartania, vagyis kialakult valamiféle kezdetleges munkamegosztás. A megnövekedett

kölyökgondozási igény alkalmasint szintén elősegítette a táborozást, ez már az erectineknél megjelenhetett.

Fokozatosan megváltoztak az eszközkészítő technikák is. Különböző adatok szerint az erectinek nagyobb távolságból szállítottak nyersanyagot a megmunkálóhelyre. Eleinte csak néhány kilométerre, később jóval messzebbre is.

Az antropológusok furcsának találják, hogy az erectinek által készített kőeszközök sok százezer év során formailag vagy funkcionálisan lassan fejlődnek, már említettem egy érdekes megfigyelést. Ez a különböző területekre, Európára, Ázsiára is igaz. Csupán arról lehet szó, hogy ugyanúgy, mint a habilinek esetében, az eszközkészítés módja és komplexitásának mértéke teljesen a genetikai adottságok függvénye volt. Az erectin genetikai architektúra ezeknek az eszközöknek az elkészítését tette lehetővé, nem kevesebbet és nem többet, függetlenül attól, hogy melyik élőhelyre kerültek. A *H. sapienst* éppen az fogja az erectinektől megkülönböztetni, hogy genetikai adottságai több különböző területen egyszerre léptek át egy bűvös határt, és elindították a biológiától független kulturális-technikai evolúciót is.

A kérdés tulajdonképpen az, hogy a fokozatos genetikai változások mikor és hogyan érték el azt a határt, amikor a különböző viselkedési komponensek – és az eszközkészítés ebben csak egy a sok közül – funkcionálisan is egy összefüggő, saját evolúcióra képes rendszert, kultúrát hoztak létre. Az egyik lehetőség szerint a kultúra primitív formában korán, az erectineknél megjelent, de genetikai okok miatt a saját fejlődése korlátozott volt. A további lassú genetikai változások a kultúra lehetőségeit egyre magasabb szintre emelték, és később, amikor a két rendszer, a genetikai és a kulturális, nagyobb mértékben függetlenné válik, azt úgy érzékeljük, mint *kulturális robbanást*.

A másik lehetőség szerint a kultúra csak akkor kezdett működni, amikor az ilyen rendszer kialakulásának *minden* genetikai feltétele létrejött. Amíg ez nem következett be, protokultúrákról beszélhetünk, amelyeknek sokféle genetikai alapú viselkedési komponense lehet, több-kevesebb tanulással, esetleg tradícióval kombinálva, de még hiányoznak azok az összetevők, amelyek a tanult, kulturális elemek egymásra hatását is serkentik. Amikor egy saját evolúcióra képes

kultúrát megalapozó genetikai rendszer utolsó hiányzó láncszeme megfelelő mutáció révén kialakul, akkor az adott mutánsokat magában foglaló csoportban hirtelen megindul a kulturális evolúció.

A habilinek végig azonos ökológiai fülkét foglaltak el a genetikai korlátaik miatt, az erectinek viszont kialakulásuk után rövidesen nagy vándorlásba kezdtek, és kevesebb mint százezer év alatt eljutottak Európába, Ázsiába is eredeti afrikai szülőhelyükről. Adatok szólnak arról, hogy már edényeket használtak, és főztek. Bizonyos, hogy a korábbinál jóval magasabb szintre emelkedett a természetrajzi intelligenciájuk is. Új tájak addig ismeretlen állatainak, növényeinek viselkedését is képesek megfigyelni, megtanulni, és ezt a tudásukat életfenntartásukban hasznosítani. Technikai intelligenciájuk is emelkedett valamelyest, de még nem érte el egy technikai kultúra küszöbértékét. A csimpánzkultúráknál tárgyaltuk, hogy egy-két technikai fogás ismerete vagy megtanulása önmagában nem hoz létre kulturális rendszert.

A négyszázezer–százezer évvel ezelőtti periódusban jelennek meg az erectinekből kifejlődött tűzhasználó, vadászó, az erectineknél anatómiailag is fejlettebb *Homo* fajok. Maradványaik Afrikában, Kelet-Ázsiában, Európában is fellelhetők. Az európai leletek Németország, Anglia és Spanyolország területéről származnak, és a *Homo heidelbergensis* nevet kapták. Az archaikus *Homo sapiens* különböző formái már egészen közel jutottak az igazi kultúra kifejlesztéséhez. A modern *Homo sapiens* a már említett archaikus fajokon keresztül alakult ki.

A modern *Homo sapiens sapiens* 100 ezer éves maradványait először Dél-Afrikában, majd a Közel-Keleten találták meg. Ez az új faj, amely technikai, szociális és természetrajzi intelligenciájával valamennyi elődjét felülmúlta, éppen úgy vándorútra kelt, mint erectin elődjei. Néhány tízezer év alatt eljutott minden kontinensre, Európában ez volt a cro-magnoni ember. Gyakorlatilag az egész bolygót benépesítette rövid idő alatt.

Az első szimbolikusnak tekinthető tárgyat 40 ezer éve hozták létre, és ezután indult el a *mikrolit forradalom*, amelynek során rendkívül sokféle, finoman csiszolt tárgyat, nyíl- és dárdahegyet, később ékszereket készítettek.

A két lábon járás megjelenése, a testsúly és az agytérfogat változása mellett persze sok más anatómiai jegy is megváltozott a *Homók* evolúciója során. Testük csupasz lett, izzadságmirigyeik fejlődtek ki, bőrük alatt szigetelő zsírréteg van, sós könnyeket sírnak, kiemelkedő orruk fejlődött, orrlyukaik nem előre, hanem lefelé néznek – csupa olyan tulajdonság, ami emberszabású majom rokonainkra nem jellemző, és amelynek a megjelenésére valamiféle értelmes magyarázatot kellene adni. Az anatómiai változások mellett a szerszámkészítő, vadászó viselkedés, a szociális intelligencia hallatlan mértékű növekedése, a nyelv megjelenése, a kultúrák kifejlődése jelzi a különös változásokat.

A következőkben azokról az elméleti munkákról adok egészen rövid áttekintést, amelyek a *miért?* kérdésével foglalkoznak. Miért váltak ki a *Homók* az emberszabású majmokból? Miért növekedett az agytérfogatuk? Miért használtak szerszámokat? Miért kezdtek beszélni? Stb. stb.

A modern *Homo sapiens* 100–130 ezer évvel ezelőtt jelenik meg, de a jelentős, eszközökkel, szokásokkal is mérhető viselkedésváltozásokra csak később, úgy 40 ezer évvel ezelőtről lehet következtetni. Mit csináltak tehetséges elődeink a közben eltelt 60–90 ezer év alatt? Naiv kérdés, mert semmiféle adatunk nincsen arról, hogy voltaképpen milyen változás hozta létre a modern *Homo sapienst* az archaikus formákból. A nyelv hirtelen feltűnése? Az absztrakt gondolkodás megjelenése egy véletlen mutációval? Valamiféle neurális változás, amely lehetővé tette a különböző intelligenciafajták egymásba történő átalakítását? Semmiféle adatunk nincsen, aminek alapján ezekre a kérdésekre biztos választ adhatnánk. Az bizonyos, hogy az erectinek hosszú, látszólagos stagnálása, amelynek során rengeteg, a csontleletekben vagy az általuk készített eszközökben nem tükröződő genetikai változás következhetett be, egy sor új tulajdonságú helyi populáció kialakulásához vezetett. Ezek, viselkedésük miatt, valamiképpen izolálódtak az alapfajtól, versengtek az életben maradásért, ami újabb, most már speciális változásokat eredményezett, és ezek a populációk itt-ott új fajokat, az archaikus *Homókat*, hoztak létre.

A fajok nem keverednek egymással, ez lényeges tulajdonságuk, kivételek persze előfordulnak. Az emberi evolúciót ezért úgy szabad

elképzelné, mint az egymással versengő, egymást folyamatosan kiszorító fajok keletkezésének folyamatát. Valamelyik archaikus faj, valószínűleg Afrikában, még egyet lépett előre, ez a lépés lehetett egy apró változás az idegrendszerben vagy akár a kommunikációban. Olyan változás, amely lehetővé tette, hogy a versengésben ennek a fajnak az utódai behozhatatlan előnyre tegyenek szert. Fontos, hogy ehhez nem szükséges az egész fajnak megváltoznia; az igazi evolúciós változások kis populációkon, esetleg néhány fajalapító egyed változásán alapszanak. Ez nem csak elméleti következtetés, számos humángenetikai jelenség bizonyítékai szerint fajunk történetében sokszor előfordult, hogy mindössze néhány egyedből álló populációk a későbbi történelemben jelentős szerepet játszottak.

Az emberrel foglalkozó evolúciós teóriák sajátos vonása, hogy az ember összetett tulajdonságai közül kiragadnak egyet, például az agyméretet, a szerszám- és nyelvhasználatot vagy az absztrakt gondolkodást, és annak keletkezését igyekeznek megmagyarázni valamilyen tetszetős modellel. Ezeknek a modelleknek az a lényegük, hogy a kiválasztott tulajdonságot mint a szelekció kizárólagos alanyát fogják fel, és igyekeznek rekonstruálni azokat a szelekciós körülményeket, amelyek az adott tulajdonság kifejlődésének kedvezhettek. Az evolúcióban működik a természetes szelekció darwini mechanizmusa, és ha bizonyos tulajdonság valóban előnyöket biztosít tulajdonosának, akkor a szelekció hatékony lehet. A probléma csak az, hogy az életben maradáshoz és a szaporodáshoz nem egyetlen tulajdonság méretik meg a szelekció során, hanem számos tulajdonság együttese, a teljes *fenotípus*. Lehetett valaki kiválóbb vadász, mint bárki más, de ha, mondjuk, túlságosan irigy volt, és nem osztotta meg a zsákmányát másokkal, akkor a kevésbé sikeres, de adakozó vadászok valószínűleg lekörözték az evolúciós versenyben. Az összetett tulajdonságokat, mint például az intelligencia, a nyelvi készség, az absztrakt gondolkodás, sok gén együttes hatása hozza létre, és a génkomplexek evolúciós viselkedéséről keveset tudunk. Különösen nyilvánvaló ez, ha azt is figyelembe vesszük, hogy a szelekció több szerveződési szinten is folyhat egyidejűleg, és ezek a folyamatok esetleg még üthetik is egymást. További probléma, hogy az adott

modell egy bizonyos periódusban talán megfelelően írja le az evolúciós mozgásokat, de más időszakokban egyéb tulajdonságokra helyeződött át az evolúció hajtóereje. Ezeket a teóriákat tehát óvatosan, csak mint egészen durva megközelítéseket szabad felfogni.

Sokan gondolják, hogy az agyméret növekedését a szerszámhasználattal lehet megmagyarázni. Az életmód megkívánta a szerszámok alkalmazását, és az egyre bonyolultabb szerszámok készítéséhez mind nagyobb agyra volt szükség. Ez az összefüggés valószínűleg érvényes, de nem szolgáltat magyarázatot arra, hogy miért indult meg a bonyolultabb szerszámok gyártása. Ha megnézzük, hogy körülbelül hányféle szerszámot használtak a különböző *Homók*, akkor a habilinek olduvai iparában tíz-tizenkétfélet találunk, az erectineknél körülbelül tizenötfélet, az archaikus *Homo*-knál körülbelül hatvanat, majd elszabadult a pokol, és tengernyi eszköz született. Ez nem túlságosan egyezik az agyméret fejlődésének görbéjével, tehát alighanem összetettebb okokat érdemes keresnünk.

Két, ismert teória verseng egymással. A kedveltebb az úgynevezett „szavannateória”. E szerint az emberszabásúaktól történt elválásunk után azonnal, pontosabban azzal egy időben, a szavannára kerültek távoli őseink, és minden, ami azóta velük történt, erre az ökológiai változásra vezethető vissza. Tehát a kellemes hűvös, nedves, biztonságos, zárt erdők helyett a forró, száraz, veszedelmekkel teli, nyílt szavanna. Ha a kiindulás igaz, akkor a következő problémák adódtak: egy, a csimpánzhoz vagy az orangutánhoz hasonló, négy lábon járó állatnak nem sok keresnivalója van a szavannán, mert nem jut messzire a csuklójárása miatt. Kevés a táplálék, és nagy távolságokat kell megtennie, hogy egy-egy lelőhelyet megtaláljon, közben kellemetlenül süt az afrikai nap, és sokféle nagyragadozó fenyegeti az arra járókat. A szavannai adaptációs történet persze mindenre ad logikusnak tűnő magyarázatot.

Tehát két lábra kellett állni, ezt bárki beláthatja, mert így messzebb lehet ellátni, és könnyebb a védekezés a ragadozók ellen, messzebbre lehet eljutni a két talpon való gyaloglással, a felegyenesedett *Homót* kevesebb napsütés éri, a hőháztartása tehát



kedvezően alakul. Felállva felszabadul a keze, dobálhat, cipelhet, amit csak akar. A szavanna veszélyei azonnal megkívánják a csapat nagyobb létszámát és kellő tömörödését, tehát kedvező helyzet alakul ki a kommunikáció evolúciójára, a kölykök gondozására, amelyeket amúgy is cipelni kell, mert a szavanna sokkal veszélyesebb hely, mint az erdő. Ami pedig a táplálkozást illeti, a legokosabb felhagyni az erdei gyümölcsökkel, és inkább vadászni, mert az biztosítja a sok egyedből álló csoport megfelelő ellátását. Az egyes komponensek erősítik egymást, például a kölykök cipelése kifejezetten könnyebb, ha az ember felegyenesedik. A csoportkoncentráció és a nagyobb adagokban található táplálék, dög vagy zsákmány kedvez a táplálékmegosztásnak, a nemek közötti munkamegosztásnak és a kooperáció minden formájának.

A szavannateória egyetlen bökkenője, hogy meg sem kísérel magyarázatot adni arra, miért kellett a kellemes esőerdőket otthagynunk, amikor unokaöcsénk, a csimpánz azóta is nagyon jól megvan ott. További probléma, hogy a szavannán sokféle pávián él, öt-hatmillió évvel ezelőtt óriási termetűek is akadtak közöttük, amelyek valószínűleg komoly versenytársként jelentkeztek volna. Hogyan és miért alakulhattak ki azok a tulajdonságok, mint a két lábon járás, a tömör csoport, a vadászat szokása stb., amelyek nélkül egyetlen napot sem lehet élve eltölteni a szavannán?

Sajnos az ilyen logikus történetek ritkán bizonyulnak helyesnek. Ha egy állatot kiragadnak megszokott környezetéből és teljesen új helyre viszik, az ott rendszerint elpusztul. Megmaradásra akkor van esélye, ha már előzőleg, véletlenül vagy más eredetű szelekciós hatásokra, kialakultak azok a főbb tulajdonságai, amelyek segítségével életben képes maradni. A szavannateória ennek ellenére nagyon népszerű, és talán igaz is lehet. Elképzelhető, hogy, mondjuk, az egészen kicsi emberszabású csoport alól fogyott ki az erdő, és éppen akkor és ott békésebbek voltak a szavannai viszonyok, így jutott idő a szükséges változásokra.

Mindenesetre a sokat vitatott „vízimajom-elmélet” valahogyan ilyesformán keresi a megoldást.

Az eredeti ötlet 1960-ban egy kitűnő tengerbiológus, Sir Alister Hardy agyából pattant ki, akinek a specialitása a tengeri emlősök tanulmányozása volt. Ő maga csak egy-két népszerű cikkben

említette az ötletet, amit azután a bátorításával Elaine Morgan munkált ki. Az egyébként jól kidolgozott elmélet nagy szerencsétlenségére Morgan csupán egy tudomány-népszerűsítéssel foglalkozó író és újságíró volt. A tudós szakma pedig roppant kényes az ilyesmire. Az egyik fő érv az elmélet ellen még ma is, hogy nem megfelelő szakember munkája. No de lássuk magát az elméletet!

Lényege, hogy az ember számos anatómiai jellege erősen elüt a vele rokon főemlősökétől, és sokkal inkább hasonlít tengeri emlősökhöz, amelyek előzetes szárazföldi életmód után alkalmazkodtak a részleges vagy teljes tengeri életmódhoz. A vízimajom-elmélet ezért feltételezi, hogy valamikor a csimpánztól történt elválás után, de még az *Australopithecus* megjelenése előtt az emberszabásúak egy csoportja különböző véletlen események – közöttük geológiai változások – miatt kiszorult hagyományos erdei élőhelyeiről, és egy-kétmillió évet egy tengerrel körülvett szigeten töltött, ahol az egyetlen lehetősége az volt, hogy a tengerparton és a tengerben keresse táplálékát. Ezért kezdett áttérni a tengeriemlős-életmódra. Ennek köszönheti a csupaszságát; a két lábon járást; azt, hogy sós könnyeket sír; hogy erősen izzad; hogy az orra kiemelkedik, és az orrlyukai lefelé néznek; hogy képes a levegővételét a majmoknál elő nem forduló módon szabályozni; hogy magzatainak körülbelül három hónapig merülési reflexük van, tehát, ha orruk a víz alá kerül, automatikusan nem vesznek levegőt; hogy erős szigetelő zsírpárnái vannak; és még több egyéb tulajdonságot is. A vízimajom ekként elindult a tengeri életmód felé, de közben újabb geológiai események miatt élőhelye ismét egyesült a szárazfölddel, és így megnyílt a lehetőség a visszatérésre. A már bekövetkezett változások azonban nem az erdőt tették számára a legalkalmasabb élettérre, hanem a folyók, tavak partját és a szavannát.

Azt mindenki elismeri, hogy a hat- és négyemlő millió év közötti kritikus periódusból, amikor a szavannaelmélet szerint ősünk valamiért kirohant a szavannára és ott ragadt, a vízimajom-elmélet szerint pedig az említett különös események bekövetkeztek, nincsenek fosszíliaik. A miocén nyolcmillió évvel és a korai pliocén négyemlő millió évvel ezelőtti szakaszából sajnos nincsenek emberszabású-

maradványok, így most semmiféle adatunk sincsen arról, hogyan kezdett ősünk két lábra állni. A vízimajom-elmélet pontosan ebbe a homályos periódusba helyezi a bekövetkezett események lényegét. El kell ismerni, hogy briliáns ötlet, és pontosan megfelelne egy kacskaringós evolúciós történet megkívánt fordulatainak: tehát izolálódó, kicsi populáció, nagy szelekciós nyomás, gyors átalakulás, majd kiáramlás a régi vagy új nagyobb élőhely irányába. Klasszikus eset. A probléma nem is az, hogy feltételezhető-e, mert ebben még az ellenzők is megegyeznek, hogy némi jóindulattal igen, a kérdés az, hogy valóban így volt-e.

Kétségtelen, hogy a szavannatörténet sokféle különös állítást tartalmaz, amely nem tűnik magától értetődőnek, azt állítja például, hogy az ember azért vesztette el a szőrzetét, mert nagyon meleg volt a szavannán, noha az oroszlán, a gepárd ugye szőrösen is kibírja. A bőre alatti vastag zsírszövet, amely tényleg nagyon hasonlít a tengeri emlősökéhez, a szavannahipotézis szerint azért jött létre, hogy szigeteljen és megőrizze a meleget, ha esetleg mégis hideg van és hiányzik az elvesztett szigetelő szőrzet. Az izzadságmirigyek típusa és hatalmas száma ellenben, ami majmoknál nem szokásos, de még a többi emlősnél sem, arra szolgál, hogy a felhevült testet segítsen lehűteni. Hát ez bizony csavaros logika, és a szavannaelmélet csak ezen állításának elfogadásához legalább annyi jóindulat kell, mint az egész vízimajom-teória elfogadásához. A szavannahipotézis semmit sem mond arról a különös jelenségről, hogy az ember az izzadással hatalmas mennyiségű vizet képes veszíteni, és izzadsága olyan sós, hogy sóvesztesége is tetemes, ami szintén nem fordul elő sem a majmoknál, sem más szárazföldi emlősnél, és bizonyosan nem a lehűlést szolgálja. A vízimajom-elmélet viszont azt mondja, hogy az izzadás új funkciója éppen a táplálékkal vagy véletlen nyeldekléssel felvett só eltávolítása, ami minden tengeri emlős megoldandó problémája. Ugyancsak sósak a könnyeink is, bár a majmok nem szoktak sírni, de sírnak a tengeri emlősök is, megint csak a sókiválasztás szükségessége miatt.

Egyáltalán, nagyon feltűnő, hogy egy emberszabású majmokkal rokon lény imádja a vizet, és hacsak teheti, vízpartokon érzi igazán jól magát. Állatkertekben a csimpánzokat egy alig egyméteres,

sekély vizesárokkaal is el lehet keríteni a közönségtől, mert annyira utálják a vizet, hogy nem képesek átgázolni rajta. Az emberi populáció 7 százalékának van bőrlebeny az ujjai között, ami az úszást segítheti, de minek ez a szavannán? A víz alatt úszó ember légzése lelassul, szívverése hetvenről harmincra csökken. Csökken az oxigénfogyasztása. Viszonylag mélyre tud merülni, egyes delfineknél is mélyebbre. Az orrlyukak lefelé néznek, és az orrcimpa mozgatható. Az emberi test áramvonalas, az újszülött fennmarad a vízen, és mint említettem, merülési reflexe van. Amióta a vízimajom-teória a szélesebb publikum elé került, megnyíltak a babaúsztatók. Budapesten több is van, ahol az alig néhány hetes babákat úsztatják, akik, ha három hónapos koruk után is van lehetőségük a lubickolásra, előbb tanulnak meg úszni, mint járni. Az ember nem kutyaúszással úszik, mint a többi emlős és a majmok is, ha kénytelenek. A vízimajom-elmélet szerint a két lábon járás éppen annak köszönhető, hogy a hosszú karú, hosszú lábú majom teste alkalmazkodott a sokáig tartó folyamatos úszáshoz. A zsírszövet szükséges a hőveszteség csökkentéséhez, a csupasz bőr áramvonalas, már kevés szőr is valamelyest lassítja az úszást.

Miért nem nyaljuk magunkat tisztára, mint a többi rendes emlős? Miért fürdünk folyton? A *Homók* a szavannán is a tó- és folyópartokat keresték. Ez egyébként nagyon érdekes, a paleontológusok írásaikban mindig megjegyzik mint furcsaságot, mindenféle magyarázat nélkül.

A vízben élő emlősök mind vokálisan kommunikálnak, mert a vízben rosszul láthatók a vizuális jelek, a vokális kommunikáció használata viszont tudatos és jelentős légzésszabályozást kíván. A vízi életmód tehát előre létrehozta azt a vokális apparátust és a légzés tudatos szabályozását, ami később lehetővé tette az éneket és a beszédet.

Leon P. Lumiere szerint nyolc–négy millió évvel ezelőtt Északkelet-Afrikát hosszú időre, másfél–három millió évre elárastotta a tenger, a hegyekből szigetek keletkeztek (a mai Danakil-mélyföld az egyik ilyen hely), ahol maradhettek főemlősök, amelyek így kényszerültek rá a vízi életmódra, mert másképpen nem találtak volna táplálékot, a tenger gyümölcsei viszont ott kínálóztak, később pedig, amikor a szigetek újra egyesültek a kontinenssel, visszatérhettek a

szárazföldre. A Danakil-mélyföldről nincsen messze Kenya, amely fontos helye a további történéseknek. Ez a geológiai történet valószínűleg igaz, csak az a kérdés, ott voltak-e a főszereplők, mert arra eddig nincs semmiféle bizonyíték.

A tudósok nagyon konzervatív természetű népek, mint ezt Thomas Kuhn, a tudományos forradalmak kutatója is megállapította, így az idősebb paleontológus-, antropológusgeneráció kitart a szavannaelmélet mellett, noha egyre többen látják, hogy annak is számos hibája van, és a vízimajom-elmélet éppen a kritikus kérdéseket oldaná meg. Mindenesetre a teória már fel-feltűnik normális tankönyvekben mint a lehetséges elméletek egyike. Ha sikerülne valamilyen megfogható újabb bizonyítékkal, lelettel alátámasztani, könnyen felválthatná a szavannahipotézist.

A vízimajom-elmélet keletkezése előtt született egy nagyon érdekes antropológusbeszámoló a „kacsalábú agaiumbuk” Új-Guineában egykor élt népéről, amely teljesen váratlan oldalról nyújt komoly támogatást az elmélethez. Az agaiumbuk cölöpfalvakban éltek egy-másfél kilométerre a parttól, a Musa folyót a tengerrel összekötő lagúnában.

Valószínűleg néhány ezer éve éltek ezen a helyen, meglehetősen zárt társadalomban. Mindennapi életüket a cölöpházban és a tengerben úszkálva töltötték, csak ritkán jöttek ki a szárazföldre, ahol nagyon nehézkesen mozogtak. Mellkasuk átmérője hét és fél centiméterrel nagyobb a szomszédos szárazföldi törzsek hasonló adatához viszonyítva, és belégzéskor legalább ennyivel ki is tágul. Orrcimpáik legalább kétszer akkorák, mint bármilyen más emberfajtáéi, és a segítségével a víz alatt le tudták zárni az orrukat. Talpuk széles, teljesen lapos, erről is kapták a kacsalábú nevet. A combjuk rövidebb és jóval vastagabb, izmos, míg a lábszáruk egészen vékony.

Sajnos nagy részüket a szomszéd törzsek később kiirtották, az életben maradokat pedig egy járvány pusztította el. Így nem tudhatjuk, hogy az antropológusok által leírt változások csupán a vízi életmód miatti élettani alkalmazkodás során alakultak-e ki, vagy megjelenésükben a csak erre a populációra jellemző genetikai tényezők is közreműködtek.

A két elmélet valószínűleg még birkózik egymással valamennyi ideig, de akármelyik győz majd, a sapiensszel kialakult egy zárt csapatokban élő emberfaj, amelynek egyedei együttműködésre, a csoporton belüli agresszió tetemes csökkentésére voltak képesek. Szoros csoportszerkezet és az ehhez szükséges erős szociális vonzódás csak olyan fajban alakulhat ki, amely nem túlságosan agresszív a csoporttársaival. Ha a zárt csoportszerkezet már kialakult, akkor az egyed számára nagyon fontos lehet a szociális megértés, tehát hogy felfogja, társai mire gondolnak, mit terveznek. Egy nagyobb létszámú, együtt tartózkodó csoport csak akkor maradhat fenn, ha képes közös élelemszerzésre, vagyis valamiféle kooperációra, és a megszerzett ételmet el tudja osztani különösebb agresszió nélkül. Ugyancsak fontos az ilyen csoport számára, hogy tagjainak motivációi, érzelmi állapotai egymással összhangban legyenek; ezt szolgálja az állatoknál ismeretlen empátia és szabálykövető viselkedés, valamint ezt szolgálják a különböző rítusok is. Az emberi nyelv valószínűleg relatíve későn kerül a komplexbe, mert számos olyan, kommunikációt szolgáló, de jóval egyszerűbb mechanizmus ismert, amely állatoknál nem található, mint például az arcjáték és a mímelés. Az archeológiai leletek alapján ezeket a viselkedésevolúciós jelenségeket tekinthetjük elfogadottnak, magától értetődőnek.

Ha viszont a mai emberi kultúrák természetéből indulunk ki, a nyelv és a kultúra megjelenésével teljesen új viselkedési mechanizmusokkal kell számolnunk. Ezekkel a következő fejezetekben foglalkozom.

## 12. A közösségek konstrukciója

Amikor nagyjából megértettem az emberi evolúció archeológiai adatokra épülő teóriáit, azon kezdtem elmélkedni, hogyan lehet egy egyenes ágú következtetésekkel operáló viselkedési teóriát összeállítani az emberi közösségekről, ami azokkal is összhangban áll. Az első megfontolás, hogy egyenes vonalú következtetésekkel semmire se megyek, mert a különböző viselkedési tulajdonságok egymást befolyásolva fejlődtek, és a mai ember viselkedése a végeredmény. Nagy irodalma található a még fellelhető archaikus társadalmi formákban élő közösségeknek, amelyekben az absztrakciós képesség, a kreativitás, a hiedelmek, a nyelv, a szociális vonzódás a legfontosabb elemek, de ezek egyike sem következik egyszerűen a másikkól. Megkísérlem most ezt a komplexet felbontani, és a részt vevő komponenseket egyenként bemutatni.

Ha minden cél, szándék, közös tevékenység nélkül összegyűlik néhány ember, azt csoportnak tekintjük. Tagjai nem ismerik egymást személyesen, a találkozás előtt nem beszélgettek, semmit sem tudnak egymásról, csak hogy itt és most összetalálkoztak. A csoportnak nincsen szerkezete, és létrejötté véletlen okok következménye. Használhatjuk a csoport megjelölést absztrakt értelemben is. Ha, mondjuk, a kirándulni szerető emberek csoportját szembesítjük az otthon ülők csoportjával, egy tulajdonság alapján, kizárólag az elménkben hoztuk létre csoportot. A közösség fogalommal is csoportot jelölünk, de a közösségnek bonyolult tulajdonságai vannak, amelyek az adott közösséget alkotó csoportra jellemzők. Modern időkben sokszor használjuk a közösség fogalmat iskolai osztályok, munkahelyek, baráti társaságok megnevezésére, de látni fogjuk, hogy a tudományosan meghatározható közösségfogalom ezekre csak részlegesen illik.

Sokat segíthet a tisztánlátásban, ha visszamegyünk az ember fejlődésében néhány tízezer évet. Az akkori világ teljes népessége egy-két millióra tehető. Sokféle különböző kultúrájú, kezdetleges hitvilágú, nyelvű, szokású archaikus embercsoport élt egymás mellett viszonylagos békességben. Elhagyatott helyeken, Peruban, Brazíliában ma is találunk hasonlókat, és sok mindent tudunk róluk. Csoportjaik olyan közösségekben élnek, amelyek könnyen jellemezhetők. Legjellegzetesebb sajátosságuk, hogy állandóan együtt vannak. Állíthatjuk, hogy alaptulajdonságuk a szociális vonzódás a társaikhoz. Előfordulhat, hogy vadászat vagy gyűjtögetés céljából néhányan pár órára elmennek a telephelyükről, de mindig visszatérnek, és mindennapi életük zajlik tovább. Sokan vélekednek ma úgy, hogy igencsak borzasztó lehetett az összezárttság, pedig az megszokás kérdése. Azoknak, akik egész életükben együtt voltak, együtt nőttek fel, éppen a tartós elkülönülés lehetősége vagy kényszere az iszonyú.

A folyamatos együttélés következménye, hogy az élethez szükséges legtöbb tevékenységet együtt, közösen végzik. Együtt gyűjtögetnek, együtt vadásznak, együtt alszanak, az is előfordul, mint már említettük, hogy egyidejűleg több dologban tevékenykednek, ezért ideiglenesen egy-két órára szétválik a csoport, de a feladat befejezése után ismét egyesülnek. A közösségi lét legfontosabb feltétele ez a közös aktivitás. Ennek során nemcsak az történik, hogy közösen megoldanak valamit, hanem a feladat, a munka végzése közben folyamatosan kontaktust tartanak, beszélgetnek, megérintik, megszagolják, megtapasztalják egymást.

A közös akciók legfontosabb biológiai tényezője, hogy szívesen megismételjük a sikeres akcióinkat, mozdulatainkat. E késztetés adja a közös akciók hatékonyságát is, mert a siker vezérli az akciót, és ez csökkenti a variabilitását is, lehetővé téve, hogy mindenki szívesen vegyen részt az együttes tevékenységben. De az akciók ismétlésének hajlandósága jelenik meg a közös rítusokban is, amelyek roppant fontos elemei az ember társas kapcsolatainak.

Fajunk tagjai kifejezetten szeretnek együtt tevékenykedni. Ha modern időkből veszem a példákat, szeretünk meccsre, színházba, moziba járni a családdal, barátainkkal, és ha valamilyen esemény közben szünet van, a társaság kisebb-nagyobb



csoportokban együtt marad, és nem esik szét egymástól elkülönülő személyekre, mint ez más, kevésbé szociális fajoknál megfigyelhető. De ha nincs is valamilyen konkrét célja az együttlétnek, csupán beszélgetni vagy éppen pihenni szeretnénk, akkor is szívesen töltjük az időt az ismerősökkel.

Biztosan megfigyelték már, hogy egy-egy vidám film gegjei, csattanói egészen másként hangzanak, ha a filmet egyedül nézzük, vagy sok emberrel együtt egy moziban. Ennek is a közös tevékenységhez való vonzódás az oka. Noha a mozinézők általában nem közösségünk tagjai, ha sok ember egyszer csak elkezd kuncogni, nevetni, harsányan hahotázni, magával ragadja azt is, akinek esetleg alacsonyabb szinten áll a humorérzékenysége, és magában szóltanul ülne, de a többi emóció is ragadós.

Második jellegzetessége a közösségeknek, hogy minden tevékenységük közös hiedelmeken alapul. Ezek egy-egy közösség tagjait jelentősen elkülöníthetik más közösségek tagjaitól. Például az ősi időkben az, hogy mit és hogyan eszünk meg, alapvetőnek bizonyult az életben maradáshoz; az elfogyasztható állatok, növények listája, az ételek elkészítésének módja a közösség jellemzőjévé válik, akárcsak az, hogy hogyan érdemes a család életét megszervezni, gyereket nevelni. Manapság egyéni ízlésünk a konyhaművészet remekei iránt nem teremt különösebben erős közösségeket. Az ősi közösség életképtelen lenne, ha tagjai a különböző közös tevékenységeket egyéni elképzeléseik, egyéni hiedelmeik alapján szeretnék elvégezni. Gondoljuk végig, egy egyszerű közös vadászat során milyen fontos, hogy mindenki értse a másikat, ez a megértés pedig a közös hiedelmek alapján jöhet létre, amelyek meghatározzák, hogyan közelítsük meg a prédát, hogyan ejtsük el, kinek mi legyen ebben a szerepe. Egyetlen rossz személyes akció, és a prédaállat megneszeli a vészt, elmenekül. A vadászatra vonatkozó közös hiedelmek a sikeres vadászatról szólnak. Lehetne talán egészen más módon is elejteni a vadat, nem biztos, hogy egy adott hiedelemcsoport a legjobb megoldás, de ha működik, és az esetek többségében sikeres, ragaszkodnak hozzá. Hiedelmen értünk minden olyan gondolati konstrukciót, amely az ember elméjében külső vagy belső világról kialakul és azt egy közösség elfogadja, használja. A hiedelmek ekképpen kipróbált

gondolatok. Tehát hiedelem az, hogy valakihez tartozom, hogy mások szeretnek vagy gyűlölnék, hogy mások becsületesek vagy éppen ellenségesek. Hiedelem az, hogy léteznek szellemek, angyalok, ördögök, Isten vagy istenek. Hiedelem az is, hogy képes vagyok egy feladatot elvégezni, megteszem, bármi történjék is. Hiedelem az, hogy miként neveljük a gyereket, hogyan szükséges a családom tagjaival különböző helyzetekben eljárnom. És persze nagyon fontos hiedelmek azok, amelyek az egész közösség viselkedésére vonatkoznak. A közösségről szóló hiedelmekkel helyezük el saját közösségünket és benne magunkat a világban, mintegy előre megjósolva a közösségünkkel bekövetkező eseményeket. Hiedelmek alapozzák meg a szociális szerepeket, mit várhatok el egy tanártól, az orvostól, politikustól vagy óvónőtől, és melyek a saját kötelességeim. Hiedelmek nélkül az embercsoportok szétesnek. Hiába a fejlett intelligencia, a szerszámkészítő és -használó kéz, ha senki sem gondolkodna a világról, saját magáról és arról a közösségről, amelyhez tartozik. A közösséghez tartozás vélelme ugyancsak hiedelem. A nyelv legfontosabb funkciója éppen a közös hiedelmek kialakítása és folyamatos megújítása a gondolatok kommunikációja, cseréje révén. Közösen elfogadott hiedelmek nélkül nincsen közös cselekvés, a társadalom szétesik közömbös vagy egymás ellenében dolgozó csoportokra. Normális társadalomban a különböző hiedelmek kiegészítik egymást, fenntartható struktúrát képeznek. A közös akciók megszervezését nagyban segítette az a hiedelemcsoport is, hogy az egész akciót előre meg lehet tervezni: a tervet a közösség megvitathatja, részekre bontja, egy-egy résznek kijelöli a felelősét, és a több kisebb részlet megfelelő időben történő elvégzése biztosítja a közös sikert. Ilyen tervet csak olyan nyelvet ismerő és használó lény képes készíteni, aki hajlandó magát a közös tervnek, akaratnak alárendelni. Állatoknál hasonlót nem ismerünk.

A közös emberi akciókra jellemző a kiegészítő együttműködés, miszerint az akció résztvevői egy előre kialakított terv részleteinek végrehajtását tekintik a feladatuknak. Ez sokkal magasabb fokú együttműködés, mint az állatoké. Az akcióterv kialakítása természetesen mindig a közösségre jellemző hiedelmek alapján történik, és itt is megjelenik annak a fontossága, hogy a folyamatos

együttlét során mindenkit alaposan megismert a közösség. Pontosan tudják, hogy egy bonyolultabb akció folyamán mire mit lehet rábízni. Modern időkben is sokféle közös terv készül, utak, házak, gépek, tárgyak jönnek létre a közös akciók során, de ma a közös hiedelmeket, amelyek segítségével az akciók végrehajthatók, nem a közösségek tanítják, hanem külön ilyen célokra létrehozott intézmények, iskolák, egyetemek, tanfolyamok magyarázzák a legáltalánosabb részeket; ezután a valamilyen speciális akcióra szakosodott végrehajtó szervezet az apróbb részleteket a helyszínen hozza a résztvevők tudomására. Szeretném hangsúlyozni, hogy a különböző viselkedési tulajdonságok mennyire összefüggenek, és egymásra épülnek. Az együttes akció kedvelése alkalmat ad arra, hogy a közösség elsajátítsa a szükséges hiedelmeket, a közös hiedelmekben pedig benne foglaltatik a közös akciók fontossága, szükségessége. Aki ősi közösségekbe születik, babakorától kezdve hallja a közös hiedelmeket, és amint valamiféle tevékenységre képes, részt vesz a közös akciókban. Az emberi szocializáció, ami egész életen keresztül tartó tanulási, igazodási folyamat, biztosítja, hogy a közösség valamennyi tagja ugyanazokat a hiedelmeket sajátítsa el, és hasonló akciókat gyakoroljon. A szocializáció hatása a korai gyermekkorban legeredményesebb, a következményei az egész életre kihatnak. Modern időkben ez is megváltozott. A család, bölcsőde, nagymama, bébiszitter, óvoda, iskola, televízió, internet kevésbé szolgálják a közös hiedelmek kialakulását, és sok gondot jelentenek a közös akciók végrehajtásánál is.

Harmadik alaptulajdonsága az emberi természetnek a közös konstrukció, az, hogy a közösséggé alakult csoportban a közös akciók során a tagok képesek közösen felépíteni a legkülönbözőbb dolgokat. Megjelent az emberi fajban a szinkronizációs készség, készek egymás ötleteit, viselkedését elfogadni, utánozni. Az együttes akciónál már láttunk erre példákat, de közös konstrukció például az emberi nyelv is, amely az ősidőkben annyiféle, ahány kisebb-nagyobb, egymással kapcsolatban lévő közösség létezik; a nyelv alakulásához tulajdonképpen mindenki hozzájárul a maga módján. Kisebb közösségekben erőteljesebb az egyes ember hatása, nagyobb nyelvi közösségekben kisebb, de ott is érvényesül.

Bizonyos szavakat gyakrabban használunk, másokat kerülünk, változtatunk a szavak formáin, új szavakat találunk ki, és ha a közösség szépen lassan befogadja ezeket a változtatásokat – persze gyakran alapos módosítások után –, akkor a közösség nyelve is változik.

Közös a konstrukció is. Tárgyakat, használati eszközöket, bunkót, nyilat, szögbelövőt, számítógépet is közösségek konstruálnak, és a konstrukciókat mindenki használhatja, ha a közösséghez tartozik. Ez éppen a közösség kialakulásának az egyik óriási előnye, amely az állatok életében nem jelent meg. Elegendő, ha a közösség akár egyetlen tagja feltalál vagy készít valami hasznosat, a többiek követhetik, használhatják azt, pedig lehet, hogy maguktól képtelenek lennének ilyet készíteni.

A legfontosabb közös konstrukciós tevékenység azonban a közösség szociális szerkezetének konstrukciója. Legtisztábban ezt megint csak az archaikus közösségekben figyelhetjük meg, de működik modern társadalmakban is. Minden közösség kialakít működési szabályokat, és minden közösségben érvényesül valamiféle rangsor – ez a kettő határozza meg, hogy különböző helyzetekben hogyan viselkedik a közösség. A működési szabályok az egyénekre vonatkoznak, meghatározzák, hogy mit szabad, mit nem, és persze sokféle dolog van, ami nincsen szabályozva. Az emberi közösségek képesek rugalmasan alkalmazkodni a felmerülő új, változó körülményekhez, aminek legfontosabb tényezője az, hogy a közösség valamennyi tagja valamiképpen részt vesz a döntéshozatalban. A közösség működése közös konstrukció eredménye. Lehetnek választott vagy született vezetők, akiknek a tekintélye nagyobb, mint egy átlagos közösségi tagnak, de fontos döntéseknél valamiképpen érvényesül a tagság szava is. Ez nem azt jelenti, hogy mindenről szavaznak, csupán annyit, hogy mindenki úgy érzi, joga van a döntések során hallatni a szavát és befolyásolni a döntés kimenetelét. Ez tulajdonképpen a hiedelem. A valódi közösség tagja úgy érzi, azt hiszi, hogy részt vesz a döntésekben, és ha ez így van, könnyen elfogadja azokat akkor is, ha esetleg személyes hátránya származik belőlük. Ősi közösségekben szabályok szóltak arról, hogy valaki életének melyik szakaszában lehet a közösség egyenértékű tagja, mikortól lehet szava a közösség

dolgaiban. Sokszor kemény, fájdalmas beavatási szertartások tették mindenki számára emlékezetessé ezt a napot. Szabályok születtek arra, hogy kinek kötelessége vadászni, főzni, a gyerekeket ellátni. Szabályozták a vezetők megválasztását, a közös ügyekben való döntési eljárást és még sok minden mást. Kiterjedtek a szabályok a szabályszegőkre is különféle büntetések előírásaival. De még modern időkben is törvény szabályozza, hogy bizonyos jogainkat hány éves korunktól gyakorolhatjuk. Minél fejlettebb egy kultúra, annál bonyolultabb szabályrendszerek határozzák meg a teendőket.

A közösségek negyedik fontos tulajdonsága a hűség. Ha egy embercsoport folyamatosan közös akciókat végez, közös hiedelmeket ápol és a működési szabályait közösen alkotja, akkor tagjaiban kialakul a hűség. Ez különös embertulajdonság, és ezen alapul minden valódi közösség meghatározása.

Aki hűséges a közösségéhez, gyakran hajlandó saját érdekeit a közösség érdekei mögé sorolni. Különösen nagy hatású tulajdonság ez, és kizárólag valódi közösségekben jelenik meg. Bármelyik közösség életét szabályok és elfogadott vezetők irányítják. A közösség működése közben gyakran előfordul, hogy olyan fárasztó, kellemetlen feladatokat szükséges valakinek ellátnia, ami számára kifejezetten hátrányos, de a többiek szempontjából értékes és fontos. Csak az a csoport nevezheti magát valódi közösségnek, amelynek tagjai erre hajlandók. Ennek az állapotnak kialakításában fontos érzelmi mechanizmusok is közrejátszanak: a közösség tagjait barátság, szeretet, közös történet, közös értékek fűzik össze. A hűség tulajdonsága tette lehetővé, hogy az emberi viselkedés evolúcióját a csoportszelekció mechanizmusa felgyorsítsa.

Megállapíthatjuk, hogy az emberi közösségek tagjai örömmel vesznek részt közös akciókban, amelyeket közös hiedelmeik alapján végeznek, és a közösségeiket közös konstrukció alapján működtetik. Ha ez a három feltétel adott, megjelenik a hűség tulajdonsága, ami a valódi közösségek létezésének feltétele. A hatvanas években Durkheim, a kiváló antropológus, archaikus törzsek vallásait tanulmányozva arra a következtetésre jutott, hogy a közösségeket a közös viselkedés, a moralitás és a saját érdek háttérbe szorítása tartja össze, és úgy gondolta, hogy ezek kulturális struktúrák.

Az én teóriám szerint viszont a közös akció, közös hiedelem, közös konstrukció és a hűség genetikailag rögzített tulajdonságok. Nem valamilyen konkrét formája ezeknek, hanem erős tendenciák arra, hogy ha a lehetőség felmerül, megjelenjenek. Ezeket azután a kultúra formálhatja a maga módján, tehát alapvető különbség a viselkedés értékelésében. Sok adat van arra nézve, hogy a közösségek képződése spontán megindul, ha arra alkalom adódik. Például táborozó gyerekek csoportját figyelték meg, akik annyi kulturális behatást kaptak, hogy a csoport egyik felét pirosaknak, a másik felét kékeknek nevezték, és a pólóik is ilyen színűek voltak. Két héten belül egymástól elszakadó, ellenséges viszonyban élő piros és kék közösséggé alakultak.

Többször esett szó valódi közösségekről, ami azt is jelenti, hogy ismerünk olyan embercsoportokat is, amelyek szeretik magukat közösségnek nevezni és igyekeznek a feltételeknek megfelelni, közös akciókat tervezni, kialakítani közös hiedelmeket és törekedni a közös konstrukciókra, de különböző okok miatt ez nem teljesen sikerül, mivel nem jelenik meg a tagokban a hűség tulajdonsága. Ezek a csoportok előbb-utóbb szétesnek, vagy tagjaik túlságosan gyakran cserélődnek. Ez persze nem jelenti azt, hogy haszontalanok, hiszen a valódi közösség kialakulása hosszú folyamat, és a közösségi léthez közel álló, de annak feltételeit teljesíteni nem képes csoportok is fontos szerepet játszhatnak az ember életében a modern társadalmakban. Valahogy úgy érdemes erről a kérdéstről gondolkodni, hogy az egymást nem ismerő emberek csoportját egy skála zéruspontjának tekintjük, a hűség tulajdonságával is megáldott csoportot pedig a skála százas értékének: a valódi közösség tehát százas, a többi a skála bármelyik pontján elhelyezkedhet; működés módját, eredményességét az szabja meg, hogy milyen közel áll a százas értékhez és hogy közelít-e hozzá egyáltalán. Hozzáértő pszichológusok valószínűleg kidolgozhatnának egy megfelelő mérőmódszert a közösséggé alakulás fokának értékelésére, amit magam is hangsúlyoznék: nem minden csoport teljes értékű közösség, még ha ezt állítja is magáról. Sokszor előfordul, hogy egy embercsoport valami olyan feladatot kap, amelynek elvégzése fáradságos együttműködést igényel, és aránylag soká tart. Feltűnnek a közös akciók és hiedelmek. A feladat

elvégzésekor a tagok sokszor gondolják, mondják, hogy a feladat összekovácsolt bennünket, jó kis közösséggé váltunk. Azonban ez az állapot rendszerint addig tart, amíg a feladatot el nem végzik. Amint végeztek, céltalanná válik a csoport együttműködése, nem indulnak közös akciók, nem működnek a szükséges közös hiedelmek, a látszatközösség szépen lassan felbomlik.

A valódi közösség nem egy konkrét feladat elvégzésére jön létre, célja csupán a közösség fenntartása. Lehet eközben feladatokat is elvégezni, de az igazi cél önmaguknak, a közösség viszonyainak állandósítása az emberi generációk egymásra következése során. Az elfogadott hiedelmek és a hűség kapcsolata mélyen emocionális, az igazi közösség tagjaiért minden áldozatot, ami nem a közösség létét fenyegeti, képes meghozni. Különböző közösségekkel vagy a közösségen kívül álló egyénnel is kialakulhat barátság, jó viszony, de ez nélkülözi a hűség komponenst. Helyette az érdek jelenik meg. Közös érdekek alapján egyezkedni lehet, de az egyezségekhez nem köti a feleket a hűség.

Valószínűleg ugyancsak genetikai háttérrel bír az a tulajdonságunk, hogy az életünk „értelme” kapcsolódjon a közösség valamely egyszerűen megfogalmazható általános céljához, és a cél megvalósításában a saját feladatunk, részünk egyértelműen megfogalmazható legyen. Az emberi személyes boldogság, jólét kialakulása e kettősség kialakulásának következménye.

Még egy fontos vonása van az elméletnek, ez pedig az individualizmussal kapcsolatos, amelynek kialakulását tisztán kulturális okokra vezetik vissza. Szerintem egyszerűbb a magyarázat. Ha megvizsgáljuk, hogy egy igazi individualista miként viszonyul a közösségek kritériumaihoz, valami olyat mondhatunk, hogy közös akciókat saját magával szeret végezni, azt gondolja, hogy amit ő csinál, az a fontos, az a célszerű. A közös hiedelmek helyébe a saját hiedelmei jönnek, amiben ő hisz, az a valóság. A közös konstrukció egyedül ő maga, mondják is fiataloknak: *csináld meg magad*. Végül kihez hűséges? Nyilván csak saját magához. Vagyis az individualistánál a közösséget kialakító tulajdonságok ugyanúgy működnek, mint a közösségi emberben, csak saját magára csatolódnak vissza.

Ez a magyarázata annak is, amikor valaki elkezd hinni egy vezetőben, és semmiféle érvet, gondolatot nem fogad el, ami ennek ellentmond, csak hozzá hűséges. Ilyen esetekben is a közösségi viselkedés nem közösségre, hanem egy egyénre csapódott. A meggyőzés, kiábrándítás gyakorlatilag majdnem lehetetlen, hiszen a közösségképző tulajdonságok, ha már tárgyukat, a közösséget, önmagát, másik személyt megtalálták, nagyon nehezen terelhetők át valami másra. A modern társadalmakban az individualisták működését az egyezkedési hajlandóságuk teszi lehetővé, a hűség igénye nélkül.

Az első humánétológiai könyvem, *Az emberi természet* nagyjából itt tartott az emberi evolúció elemzésében, de az elmúlt több mint húsz év alatt sokféle új felfedezés történt, ezért az emberi viselkedést mozgó két legfontosabb jelenségről, a nyelvről és a hiedelmekről a következő fejezetben számolok be.



## 13. A nyelv keletkezése és a hiedelmek

Bonyolult és nem bizonyított összefüggésekről szólok majd. Egyik olvasóm, valószínűleg nyelvész, egy korábbi könyvemet bírálva azt írta, hogy ha valaki azt állítja, a nyelvnek genetikai háttere van, az rendben volna, ha konkrétan megmondja, mely gének és pontosan hogyan működnek a nyelv kialakításában. Voltaképpen igaza van, csak ő bölcész, fogalma sincs a természettudományok természetéről. Igaz, ha majd mindent tudunk már a nyelvről, akkor lesznek megnevezhető gének, és azt is meg tudjuk mondani, mit csinálnak. Néhányat kivéve még nincsenek. A természettudományok is hiedelmek alapján működnek, valójában mi is csak elmélkedünk, de szakmánk alapkövetelménye, hogy az állításokhoz tényeket rendeljünk, ezeket keressük. Amíg a tények megszületnek, megengedett, hogy már jól ismert jelenségek analógiáit használjuk magyarázatunk során, mert így könnyebb lesz a tények keresése. Ha azt képzeljük, hogy a nyelvet kizárólag a kultúra teremtette, akkor a genetika nem is érdekes, elkezdünk csimpánzokat nyelvre tanítani, hátha megszólalnak, igazolva a kultúra hatását. Húsz évig próbálkoztak ezzel derék pszichológusok, és kiderült, nemcsak hogy nem szólaltak meg, de száz-egynéhány jelen kívül nyelvi szerkezeteket, például birtokviszonyt, múlt időt stb. sem képesek megtanulni. A csimpánzoknál tehát a kultúra nyelvi készség kialakítására hatástalan. Az embernél nem, bizonyítja ezt a nyelvi sokféleség és az, hogy néhány éves korában már beszél valamelyik nyelvet. Ebből az evolúción nevelődött kutató azonnal arra következtet, hogy a nyelvi készség genetikai természetű. Az, hogy milyen gének és mit csinálnak, kutatási terv, nem feltétele annak, hogy a genetikai háttérben gondolkodjunk, mert ha ezt nem tesszük, sohasem jutunk el hozzájuk. Ha a tudomány nem használna analógiákat elméletei konstrukciójában, nemcsak a tudományos népszerűsítés válna lehetetlenné, hanem maga a tudomány is.

Szóval ami itt következik, az teória, amely analógiákon, logikán, intuíción alapszik, és majd bizonyítási folyamatoknak kell megfelelnie. Egész pályám során érdekelt a nyelv keletkezése, az emberi gondolkodás működése, sokat írtam is ezekről, az adott korban érvényes elméletek, adatok alapján. De csak a vége felé jutottam néhány önálló felismerésre, amelyekről itt beszámolok.

Gondolat, nyelv, hiedelem, ez valahogyan a sorrend, de itt is hangsúlyoznom kell, hogy amint valami bármelyikből megjelent, az befolyásolta a többi kialakulását.

Nem szükséges különösebben bizonyítani, hogy az elmében megjelenő gondolat, viselkedést szabályozó szerkezet már az állatoknál is így van. A viselkedésnél használt mozgásszervek irányítása, a viselkedés céljának meghatározása mind az agyban történik – a legtöbbször automatikusan. A szabály- és rítuskövetés jó példái ennek még a nyelv megjelenése előtt. A célszerű mozdulatok mögött egy gondolat van, amely a maga összetettségében képes irányítani a teljes viselkedési formát. Embernél a tudatos gondolatok nagyobb szerepet játszanak, mert a tudat fényébe került gondolon el lehet mészálni, így vagy úgy dönteni róla – esetleg a régebbi tapasztalatok alapján, vagy valamilyen ügyes trükk érdekében. Azt gondoljuk, hogy a tudatos állapot a legtöbb állatnál rövid, sokaknál pillanatszerű: megtörténik egy döntés, és már automatikusan minden megy tovább. Az emberi tudatot viszont sokkal hosszabb ideig lehet ébren tartani, koncentrálni valamilyen probléma megoldására vagy egy feladat végrehajtásának lehetőségeire. De a tudat drága mulatság; lelassítja a gondolkodást; az emberi elme komplexitása viszont olyan sokféle gondolat kialakítására, tárolására, szerkesztésére alkalmas, hogy a leghelyesebb választás érdekében a döntési folyamatot megéri lelassítani.

Minél egyszerűbb egy állat elméje, a gondolatai annál darabosabbak. Négy-ötféle dolog juthat egy rovar eszébe, és a környezeti tényezők hatására azok között válogathat fennmaradása érdekében. Az egér már fejlett emlősállat, sokféle gondolata lehet, és ami a legfontosabb, tanulás révén a gondolatait módosíthatja is, tehát attól függően, hogy éppen milyen külső hatások, jelek érik, más-más gondolatot választhat a végrehajtásra egy jó eredmény érdekében. Ahogyan nő az állatfajokban az agy tömege, jelentősen

növekszik a memóriájuk kapacitása, így gyorsan szaporodhat azon gondolatkombinációk száma is, amelyek a viselkedésüket szabályozzák. Ez az agynövekedés evolúciós előnye. Remek módszer a lehetséges gondolatok számát memória segítségével szaporítani úgy, hogy egy-egy gondolatot az elme valamilyen tapasztalattal kiegészít. Ezek is kipróbált gondolatok, amelyek tartósabban rögzülnek, döntés előtt gyakrabban kerülnek elő. Állatoknál is ismert ez a jelenség, de az ember esetében a gondolatok viselkedésszabályozó funkciója teljesen új lehetőségekkel is bővült, ami később a nyelv kialakulásához vezetett.

Az egyik ilyen új eszköz a gondolatok tördelése. Ha valakire rákiáltunk, hogy Ne!, legtöbbször megérti, hogy az éppen folyó cselekvését meg kell szakítania, mert mi azt kívánjuk, és kívánságunk mögött biztosan valami fontos ok rejtőzik. Ha olyan viszonyban vagyunk, hogy hallgat ránk, akkor a kiáltásra megáll. A másik viselkedésének megszakításához nem szükséges az egész gondolatot kimondani, az adott helyzet és a Ne! elegendő. Sokféle ilyen apró szavunk van: az így, ide, oda, erre, arra és hasonlók. Egyértelmű, hogy itt az egész gondolat helyett csak egyetlen jelet használunk, és társunk cselekvése rögtön megváltozik. Az is világos, hogy a csoportban élő élőlényeknél ez csak akkor működik, ha a gondolatot tördelő jeleket mindenki ismeri: a gyerekek megtanulják, a felnőttek pedig változatlan formában és gyakran használják őket, vagyis az embereknek van már szabálykövető képességük. A legegyszerűbb ilyen jeleknek emocionális töltetük van, ez teszi őket olyan hatékonyá.

2017-ben jelent meg Benjamin Bergen könyve, amely a minden nyelvben gyakran megmutatkozó káromkodás jellegzetességeivel foglalkozik. Az adatok azt mutatják, hogy egy-egy szaftos kifejezés képzése nem a nyelvet generáló agykéregben indul, hanem a sokkal ősbibb középagyi részekben. A szerző arra következtet tehát, hogy ezek a kifejezések jóval a nyelv előtt, vagy legalábbis keletkezésének legkorábbi szakaszában alakultak ki.

Az sem túl merész feltevés, hogy a kiáltásokkal megjelölhető gondolattöredékek száma aránylag gyorsan növekedhet – élőlényeket, tárgyakat, társakat is megjelölhetünk egy-egy kiáltással.

Ettől fogva nevezhetjük ezeket bátran szavaknak. Ha akár csak ötven-száz ilyen képződmény – gondolathangjel – létrejön, már igen hatékony és célszerű együttműködések lehet kialakítani. Természetesen ezeket a hangjeleket, szavakat arckifejezésekkel, testmozdulatokkal is támogathatjuk, ezáltal még egyértelműbbek lesznek. A szociális megértés magasrendű formái működnek itt, amelyek faji jellegzetességei az embernek.

Gondoljuk végig! Még nincsen nyelv, de elindul egy fajnál a csoportok közösséggé formálódása, ehhez fontos a csoporttagok közötti agresszió csökkenése. Bizonyosak vagyunk abban, hogy amióta elvált a csimpánzoktól az ember evolúciója, az agresszió folyamatosan csökkent, ennek számos bizonyítéka van, eltűntek az agyarak, csökkent a hímek és nőstények közötti testsúlykülönbség és hasonló. Ez lehetővé tette a brutális dominancia helyett a szabálydominancia kialakítását. Vagyis fizikai erőszak helyett elég jelezni a kívánt viselkedést a csoportban kialakult szokások alapján. A szabályok követése – akár egyszerűek, akár bonyolultabbak –, ha nincs is még nyelv, igencsak alkalmas a gondolkodás egységesítésére. A szabályok a csoport mindennapi életét alakítják, a gyűjtögetés, vadászat, élelemelosztás, pihenés, táborozás közös akcióit. Minden csoporttag igyekszik betartani a szabályokat, és azonos gondolkodásra törekszik, mert ezáltal könnyű és eredményes az együttműködés. És félig-meddig máris közösségi csoportszerkezetben élünk.

Ezeket a változásokat természetesen egészítette ki az az emberi tulajdonság, hogy képesek vagyunk a gondolatok tudatos, célszerű szerkesztésére. Egy állatnak sok minden járhat a fejében: az elfogyasztandó vacsora képe, az őt esetleg üldöző ragadozóé, de gondolatai nagyon messze nem kalandozhatnak el, mert az élete néhány fontos gondolat irányította viselkedési formától függ. Amikor az embernél megjelentek a viselkedést szabályozó gondolatok egyes részeit jelölő szavak, elképesztően új lehetőségek nyíltak meg számára. A gondolat darabolása és az egyes daraboknak hangokkal, tehát szavakkal történő megjelölése lehetővé tette, hogy egy embercsoport sokféle gondolatot, sokféle szót legyen képes együttesen használni. Ám emellett azonnal megjelent még egy új, az egyedi állatok életében nem jelentkező lehetőség is, mégpedig az,

hogy a szavakra tördelt gondolatok darabjait, elemeit új csoportosításokban, új gondolati formák szerkesztésére is felhasználhatjuk. Olyan különleges konstrukciós lehetőség nyílt meg ezáltal előttünk, amely a csoport rendelkezésére álló szavakból eddig nem használt, de hasznos, érdekes gondolatokat volt képes szerkeszteni, és a gondolatok szabályozásával új viselkedésformákat meghonosítani. Ez az emberi kreativitás eredete.

Bárki, aki nyelvet használ, szükségképpen kreatív, mert gondolataiból a nyelv segítségével szavakat, mondatokat formál, tehetsége szerint. A kreativitás e képessége azután számos formában – tárgyak készítése, csoportszerkezet alakítása, új gondolatok formálásai – is megjelent. Az is nyilvánvaló, hogy minél nagyobb létszámú a kommunikáló embercsoport, annál nagyobb a lehetséges gondolatkombinációk száma, eredményesebb a kreatív működés. Ez vezetett a mai globális társadalom elképesztő komplexitásához. Nem térek ki részletekre, de ennek a kreativitásnak következménye a gyors ipari fejlődésben kulmináló dehumanizálódás is, amin azt értem, hogy az ember úgy változtatta meg a környezetét tárgyaival, technikáival, ami alkalmatlan az ember mint biológiai lény normális életére. Lehet erről azt állítani, hogy mekkora mértékű haladás, meghaladtuk biológiai múltunkat, de meg kéne fontolni, hogy az adott genetikával rendelkező testünket is meg kívánjuk-e haladni, mert anélkül nehéz lesz továbblépni. Ha kellően átgondolnánk ezt a kérdést, lehet, hogy a technika fejlesztése helyett a kreativitás más, szintén izgalmas, de kevésbé ártalmas formáit helyeznénk előtérbe.

Ennek a fejlődésnek az elején ahhoz, hogy az új gondolatok működjenek, mindenkinek meg kellett értenie az új kombinációt, ami csak intenzív kommunikációval, próbálkozással, együttes tevékenységekkel érhető el, vagyis ez a roppant lehetőség kizárólag a közösség szerveződési szintjén hasznosul. Minden egyéni tapasztalat gondolatdarabokba csomagolható és a társaknak átadható – ebben a folyamatban keletkeznek a hiedelmek, az elfogadott gondolatok.

Arról viták folynak, hogy mikor és miért jelent meg a beszélt nyelv, és hogy milyen összefüggésben áll a közösségformáláshoz szükséges egyéb tulajdonságokkal. Vannak, akik azt gondolják,

hogy a nyelv fokozatosan, évmilliók alatt fejlődött ki az emberösök adaptációs képességét bizonyítandó. Mások úgy vélik, hogy a nyelv mindössze néhány tízezer éves, és hirtelen jelent meg – ennek legfőbb bizonyítékát pedig a komplex barlangrajzokban, valamint a temetési és az elővallási szertartások hirtelen felbukkanásában látják.

Az állati létből kifejlődő emberösök közösséggé válásának legfontosabb jellemzője, hogy nyelv nélkül is képesek voltak a szociális megértésre. Ehhez a kérdéskörhöz járult hozzá majd húszéves munkánk az ELTE Etológiai Tanszékén, amelynek során a kutyát használtuk modellként az ember nyelv előtti kommunikációjának vizsgálatára; ezekről a gondolatokról később számolok be.

Mint említettem, bár a kutatók többsége a nyelv evolúcióját lassú, folyamatos változásnak gondolja, vannak, akik egy kedvező, hirtelen mutáció feltűnésével magyarázzák a megjelenését. 2016-ban látott napvilágot Robert Berwick és Noam Chomsky jelentős tanulmánya, amely a nyelv elsődleges funkciójának nem a kommunikációt, hanem a gondolkodás elősegítését tekinti. Könyvük címe, a *Why Only Us: Language and Evolution* (Miért csak mi? Nyelv és evolúció) arra hívja fel a figyelmet, hogy nincsenek olyan állatok, amelyek az emberi nyelvhez hasonló, de annál primitívebb vagy gyengébb változatokkal kommunikálnának. Szerintük az emberi agy fejlődése során olyan gondolkodási mechanizmusok alakultak ki, amelyek alkalmasak hierarchikus gondolati struktúrák gyors generálására, és ezeket azután a test motoros rendszerei viselkedéssé, beszéddé alakították – ez az eszköze a szociális megértésnek. Amikor kisebb embercsoportban olyan mutációk jelentek meg, amelyek a hierarchikus gondolati struktúrákat lineáris, nyelvi konstrukcióvá alakíthatták, a gondolati struktúrák megosztásának képessége is villámgyorsan létrejött. A beszélt nyelvvel azután nemcsak érzelmeket, de gondolatokat is tudunk társainkkal közölni. Chomskynak ez a nyelvkeletkezési elmélete a biológusok számára is elfogadhatónak tűnik.

Talán azzal lehet kiegészíteni, amit az előbbieken már részletesebben indokoltam: a nyelv előtti világban létező és működő gondolati struktúrák elemei a nyelv megjelenésével csupán egy-egy

jelet kaptak, a szavakat, amelyek a közösségtől, a közösség kultúrájától származtak. Egy-egy komplexebb gondolat társaknak történő átadása ezek után már gyorsan megvalósulhatott a szavak lineáris sorba fejtésével. Feltételezések szerint az emberi közösségek kialakulása hosszú, több millió éves folyamat volt – lényegében a nyelv nélküli gondolkodás bonyolódásának és a szociális megértés kifejlődésének periódusa –, és a nyelv megjelenése csupán a már meglévő gondolati konstrukciós képességet alakította kommunikációs eszközzé, létrehozva ezzel a hiedelmek szociális megismerő rendszerét.

Mielőtt a szociális hiedelmek és a valóság kapcsolatának bonyolult formáira térnék, egészen röviden említenem kell az ember absztrakciós képességének kialakulását, ami a nyelv működésének feltétele. Az állati és a korai emberi elme képes arra, hogy genetikai adottságainak, memóriájának megfelelően gondolatokat képezzen a környezetéről, és ez annak számára lényeges tulajdonságait tükrözni fogja. Lényeges tulajdonságok az életben maradással és szaporodással kapcsolatosak. A nyelv megjelenése során az ember képes lett gondolkodásában az aktuális reprezentációktól majdnem teljesen megszabadulni. Ha egy modern európai városlakó azt a feladatot kapja, hogy utazzon el Bostonba, a Harvard utca 13.-ba, akkor akciótervének részletei csak kisebb részben alapulnak közvetlen memórianyomok processzálásán, noha ez is fontos eszköze a feladat végrehajtásának. Hiszen emlékeznie kell, hogy hol van a telefon, milyen számokat kell felhívnia, hogy repülőjegyet rendeljen, hogyan jut ki a repülőtérre, stb., de a feladat egésze mégis túlnyomó részben szimbólumok processzálásán alapszik. Van egy elképzelése a glóbuszról, az Egyesült Államok topológiai pozíciójáról, arról, hogy a célváros annak belsejében van stb. Nem szükséges, hogy a célvárosról vagy az oda vezető útról bármilyen közvetlen memóriareprezentációja legyen. Feladatának végrehajtása során szimbólumokat processzál, és így kerül el a rendeltetési helyre. Az absztrakciónak ez a szintje és a processzálás e módja rendkívüli módon kiterjeszti az ember akciókörét. A Naprendszer, az univerzum emberi szimbólumrendszerek, és ezek megfelelő szimbolikus processzálása űrutazáshoz, világkeletkezési hipotézisekhez, a Tejútrendszer topológiájához és benne a

Naprendszer helyzetének kijelöléséhez vezet, amely aktusok csak nagyon kis részben és csak nagyon közvetetten kapcsolatosak közvetlen memóriareprezentációkkal. Azonban még ez sem a végső fejlődési fok, ha olyan egyáltalán lehetséges; a fantázia révén konstruált világokban, a mesék, a mítoszok, a sci-fi, a virtuális realitás univerzumaiban szereplő struktúrák valamennyien a reprezentációk és a feldolgozás majdnem teljes szabadságával jönnek létre. Elképzelhetünk egyedi világokat új természeti törvényekkel, új konstrukciós szabályokkal, és megtervezhetünk komplex akciókat ezekben az absztrakt világokban. Végeredményben a matematika sem egyéb, mint a realitástól megfosztott, de szabályokkal bizonyos mértékig korlátozott, szabad akcióter.

Most rátérhetünk a hiedelmek koncepciójára, amely számomra a legutóbbi, sok szempontból legfontosabb munkám, és ebben nagy segítségemre volt, egyenértékű partnerként Tóth Balázs pszichológus barátom, tisztelettel mondom, tanítványom. A közös munkával készült könyv 2018-ban jelent meg *Hiedelmeink* címmel.

Tárgyaltam már, hogy az állati elme kevés számú gondolatának börtönében él, azokat átadni sem tudja. Az ember kapcsolata a való világ dolgaival, az élő és élettelen környezettel, saját csoportjával teljesen eltér ettől. Amint elménk az érzékszervek működése alapján felfog valamit a világból, egy tárgyat, egy élőlényt, egy jelenséget, egy személyt, az érzékek közvetítette tapasztalatot azonnal egy gondolati „burokba” csomagolja, amelynek fedőelemeit, a szavakat a közösségtől kapta. A valóság elméleti reprezentációjának és a közösségtől származó burok nyelvi megfelelőjének együttesét hiedelemnek nevezzük, definitív értelemben. A hiedelem az egyes emberek elméjében keletkezik, ott alakítható, forgatható, bővíthető, összekapcsolható hasonló konstrukciókkal, és ami a legkülönösebb tulajdonsága, a nyelv segítségével lineáris nyelvi hangstruktúrává alakítható és megosztható a társakkal. Az állat nem képes és talán hajlandósága sincsen arra, hogy gondolatait másokkal megossza, az embernek viszont faji jellegzetessége az a késztetés, hogy folyamatosan megossza a hiedelmek révén immáron kifejezhető gondolatait másokkal, társaival. Csak utalok az amerikai Leere, aki a busmanok kultúráját tanulmányozta részletesen, és azt találta, hogy



az egyébként igen sanyarú körülmények között élő nép napi idejének legnagyobb részét beszélgetéssel tölti. A beszélgetés a gondolatok cseréje., amely a hiedelmek kialakulásához vezet. A közösség működése során hatalmas hiedelemkészlethez jut, amely alapja a világképének. A legtöbb hiedelem magja valamilyen tapasztalati tény, de ez nagyon bizonytalan: belső érzéseink, emocionális állapotunk is a hiedelmek alapja lehet. Hosszú távon a káros vagy valótlan hiedelmek kikopnak a kultúrákból, és azok maradnak meg, amelyek a tényekkel, a valósággal funkcionális kapcsolatban vannak. Hosszú távon, a modern idők felé haladva a hiedelmek ténykomponense növekedni látszik, de mai időkben is hiedelem kérdése, hogy például hiszünk-e az evolúcióban, a klímaváltozásban, vagy abban, hogy az ember az állatok közül fejlődött ki.

A hiedelmek képzéséhez absztrakció szükséges. Kifejtettem, valószínűleg a közösség és az absztrakciós képesség fejlődése kéz a kézben járt, aki a közösséget képes elképzelni, az képes az absztrakcióra, és ezt a képességét sok más hiedelem kialakításához – manók, szellemek, jó, rossz, démon, isten, élet, halál, világ, univerzum – is felhasználhatja. Az állati elme tárgyalásánál bemutattam, hogy az idegrendszer, az agy modellezni képes a környezetét, az egyszerűbb állatok elméje egyszerűbb modelleket készít, a fejlettebbeké bonyolultabbat, de egyik faj sem képes a modellezés olyan szervezettségű szintjére eljutni, mint az ember. Az emberi agy modelljei hiedelmekből képződnek. Ennek egyik oka nyilvánvalóan az, hogy az ember közösségekben tapasztalja meg a világot, a másik, hogy a nyelv segítségével a tapasztalatokat hiedelmekké, kommunikálható gondolatokká képes alakítani.

A hiedelmek egyik fajtája a látható, hallható, szagolható, tapintható valamik osztálya, amelyeket érzékszerveinkkel észlelünk. Tehát van a külső világban valami látható, tapintható, esetleg szagolható vagy hallható, és hogy milyen az a dolog, mire jó vagy miért kerülendő, arra vonatkozik a hiedelem.

A másik hiedelemféle a történet. Az eseményről, amit valaki, esetleg többen láttak, hallottak, szagoltak, és elmesélik a tapasztalataikat. A történetnek szereplői vannak, akkor a legizgalmasabb, ha ezek emberek, de szólhat a történet kecskékről,

autókról, bármiről, ha azáltal született, hogy az időben valami megváltozott, mozgott, szaglott, elhangzott, vagyis történt valami.

Végül említhetünk egy harmadikfajta hiedelmet is, amit kellő tisztelettel hitnek nevezhetünk. Ez olyan hiedelem, amit sok ember tapasztalata, meggyőződése alakított ki, ilyen például az istenhit, amihez nem társul közvetlen tapasztalati bizonyíték, mégis számos ember számára elfogadható. Ez a fajta társas hiedelem kitüntetetten fontos a társadalom életében, és nemcsak magasztos dolgokról szólhat, hanem különféle véleményekről, becsületről, erkölcstről, ideológiákról, társadalmi intézményekről, de ilyen hit az is, hogy a Föld gömbölyű.

Nagyon fontos különbségeket takar a hiedelem és a hit fogalmunk. A hiedelem aktív közösségi folyamatban keletkezik, a közösség minden tagja részt vehet valamiképpen létrehozásában, vitathatja is, tartózkodhat is tőle. A hiedelmeket meg lehet cáfolni: ha kiderül egy orvosságról, hogy valójában nem gyógyítja azt a betegséget, amire ajánlották, megválhatunk tőle. A rá vonatkozó hiedelmünk hirtelen megváltozhat. Ha a közösségnek hite van valamiben, az olyan magas elfogadottságú hiedelem, amit nem lehet vitatni, nem lehet bizonyítékokat kérni hozzá. A hit elfogadása egyben a közösséghez tartozás feltétele és bizonyítéka.

Valószínűleg amikor a közösségek elérték a hitre való képességet, akkor jelent meg a hiedelmek *szent*, szakrális tartománya, a különböző mítoszok formálódása. A mítoszokba foglalt hiedelmek a közösség és a világ kapcsolatára, az emberek keletkezésére vonatkoztak, könnyen átlátható, belső logikával rendelkeztek, de a gyakorlati életet közvetlenül nem befolyásolták. A szakrális hiedelmeket nem lehet vitatni, azok lettek a közösségek legfontosabb értékei. A korai időkben a mindennapi hiedelmek és a szakrális tartomány még egybefolyt, a későbbi fejlődés során szétvált. Ezt az elválást tükrözte a komplexebb társadalmakban kialakuló hatalmi szerkezet is. A mindennapok hiedelmei felett a törzsfőnök, vezér, király rendelkezett, a szakrális hiedelmek felett pedig a varázslók, papok. Ezzel nincs ellentétben, hogy a két szerepet gyakran egyesítették, és a hatalom afféle istenkirány kezébe került, akinek léte, tevékenysége már a szakrális hit tartománya volt. A hit kialakulásához bizalom szükséges, megbízunk

hívő társainkban, és nem keresünk folyton bizonyítékokat, hogy a hit is visszavezethető legyen valamiféle közvetlen tapasztalásra. Hihetünk az emberi fantázia által konstruált csodás jelenségekben is: kísértetekben, boszorkányokban, ufókban, világ-összeesküvésekben, társadalomjobbító vezérben, pártban. Ha efféle hit megjelenik, téves azt képzelni, hogy valamiféle magyarázat, bizonyíték ráébreszti a hívőket hiedelmük tarthatatlanságára. Nagyon ritkán következik be ilyesmi.

Visszatérve a hiedelmekhez, ezeknek mindig létezik valamiféle tapasztalati magjuk, de aki a hiedelmet először megfogalmazza, azonnal ráaggathat lényegtelen részleteket is. Látott valami fényt felvillanni a mocsárban, megijedt, a kusza bokrokból emberalakot vélt formálódni, áropogást is hallott, szellő is érte, mire a hiedelmet rögtön úgy fogalmazza meg: egy lángoló, emberszerű szörny ment arra, ropogott a lába alatt az ág, ő elszaladt, és szerencsére az nem érte utol. Aki másodiknak mondja el a történetet, még tovább színezheti: az emberalaknak vörös szemei voltak, keserűen sóhajtott, és majdnem ráugrott arra, aki először mesélte... és így tovább.

Az eredeti tapasztalat, egy fényjelenség, igaz lehet, a mocsarakban előfordul, hogy a szerves anyagok bomlásából keletkező foszfének lángra kapnak a levegőn, a körítés pedig a megrémült ember fantáziájának a terméke. Aki csak hallotta, nem tudja az eredeti hiedelmet pontosan ellenőrizni, nem tudja megállapítani, hogy melyik része a valódi tapasztalat, melyik a színes fantázia. Az is lehet, hogy egy másik ember haladt arra, kezében egy apró lámpával, és ebből alakult ki a hiedelem.

A történetekkel ez még inkább így van. A bíróságok gyakorlatából tudjuk, hogy általában milyen nehéz a tanúk vallomásaiból a valódi történetet összeállítani. A művészek is sokszor feldolgozták ezt az emberi tulajdonságot. Aki szép példát szeretne látni, nézze meg Kuroszava *A vihar kapujában* című filmjét.

A hiedelmek kialakításának és elfogadásának képessége az emberi evolúció során azért alakult ki, mert nagyon hasznos volt.

Mivel az állatoknak nincsenek hiedelmeik, mert nem beszélnek, így nem képesek a tapasztalataikat, gondolataikat kommunikálni és a társaiknak átadni. Élnek fejlettebb fajok, a varjúszülők már a

fészekben jelzik egy sajátos figyelmeztető kározással a fiókáiknak, ha veszedelmes állat, kutya, róka vagy éppen ember halad el a fészük alatt, és ezért utódaik közvetlen tapasztalat nélkül is kerülnek a veszedelmet. De ez elég különleges eset, az állatoknak általában nincsenek hiedelmeik, csupán elvárásaik, amik leginkább közvetlen egyéni tapasztalaton alapszanak.

Az ember is rendelkezik ilyen veleszületett tudással. Minden kultúrában tapasztalat nélkül is félnek a tekergő kígyóktól, akkor is, ha az ártalmatlan sikló, és akkor is, ha veszedelmes kobra vagy vipera. Fontos, velünk születő félelem ez.

Az ember ezen az egyéni tapasztalathalmazon felül a közösségtől temérdek hiedelmet örököl, amelyek eredeténél persze mindig ott van valakinek a tapasztalata, de sok ráaggatott elképzelés is. A közösség ügyel arra, hogy a tagjai ellenőrzött, elfogadott hiedelmekkel éljenek, dolgozzanak. A hiedelmek felismerhető együttesekbe sorolhatók, és csak azokat fogadjuk el a valóság leírására, amelyek együttesét ismerjük, például, hogy milyen ételeket tartunk elfogyaszthatónak, milyen módon gyógyítjuk a betegségeinket, mit hiszünk el a gyógyszerekről, mind ilyen hiedelemegyüttesek szabályozása alatt állnak. A hiedelem alapja egyéni tapasztalatok alapján születő gondolat, de mindig a közösség szentesíti a használatát, segíti elő a terjedését, elfogadja, hiedelemmé alakítja.

Képzeljünk el egy archaikus közösséget! Ősemberek, a mi fajunk tagjai, komplex nyelvet beszélnek, bunkót, kőpengéket, dárdákat, esetleg nyilat használnak, tüzet képesek gyújtani, tehát néhány százezer éve már élhettek. Az ilyen közösség 30-40 felnőttből, rengeteg gyerekből áll, és valahol Afrikában portyázik. Ezen a területen számtalan növény- és állatfaj él, az emberek csak akkor maradhatnak meg ezen a tájon, ha ismerik az ehető növényeket, elfogható állatokat, és ezeket képesek megkülönböztetni az ehetetlenektől, esetleg a mérgezőktől, továbbá rendelkeznek azokkal az ismeretekkel, amelyek segítségével a gyűjtögetés, a vadászat sikeresen folytatható.

Ha látnak egy jóízűnek látszó, de ismeretlen növényt, nincsen növényhatározójuk, nem tudhatják, miféle, nem volt iskola, nincsenek újságok, könyvek, televízió, internet. Ami van, az csupán

az évszázadok óta generációról generációra átvett hiedelemgyűjtemény. Az idősek tapasztalata, tanítása. Mindez a memóriájukban tárolódott. Nincs arra sok idő vagy lehetőség, hogy egy-egy konkrét hiedelmet ellenőrizzenek, meg eszközeik sincsenek rá. A felnőttek, az öregek azonnal jelzik, hogy ezt ismerem, ehető, vagy mérgező, hagyd békén, de lehet, hogy azt javasolják, kerüld, csak azért, mert nem ismerjük. Azután később a bátrabbak legfeljebb mégis megízlelik, esetleg kiderül, mire jó.

A hiedelmek sokszor valamiféle *hogyan?* kérdésre adnak praktikus választ: hogyan kell a gyereket nevelni, hogyan kell az anyóssal bánni és ehhez hasonlók, máskor a hiedelem a *miért*ekre kínál megoldásokat, ad megbízható választ. Miért kell jónak lenni? Mert ha nem leszel jó, Isten megbüntet a túlvilágon. Miért kell katonának menni? Mert ha nincsenek katonák, jő az ellenség, és mindent elpusztít, a te családot is.

Modern időkben egy-egy új gyógyszerrel kapcsolatban lehet hasonló kérdéseket feltenni. Alkalmas-e a bajunkra? Mellesleg mérgező-e? Vannak-e mellékhatásai? Gyereknek is jó? Öregeknek is? Mekkora adagot kell alkalmazni, és naponta hányszor? Meddig tartható el? És mekkora hőmérsékleten? És még sorolhatnám. A gyógyszergyárak kutatórészlegeinek sokszor tízéves kemény munkájába kerül, amíg minden kérdésre megtalálják a helyes választ, hogy az ember elolvashassa a tablettákkal kapott hosszú, apró betűs figyelmeztető szöveget: ha orvosa másként nem rendel, akkor mi minden történhet önnel, ha ezt beveszi, lehet, hogy ritkán, de néha mégis.

Ezekből a jellegzetességekből is következik, hogy a hiedelmek mindig közösségi konstrukciók. A hiedelem meséjét mindig kitalálhatja, megfogalmazhatja valaki a saját tapasztalata alapján, valódi hiedelem ebből akkor lesz, ha az a valaki elmeséli, társai elhiszik, átveszik, és továbbadják. A hiedelem rendre funkcionálisan illeszkedik a közösség kultúrájába a többi hiedelem közé. Ha valaki egy tündér repdesésére vezeti vissza egy patak különös vízcsobbanását az egyik hajnalon, társai ezt akkor hiszik csak el, ha ismertek már tündérekkel, manókkal kapcsolatos más hiedelmeket, mert akkor ez is közéjük sorolható, működő konstrukció.

Az öregek úgy emlékeznek, hogy ezt a növényt nyersen nem lehet fogyasztani, de ha sokáig sűtik, akkor már nem ártalmas. Főzni is lehet? Ezt még nem próbálta senki, nem tudjuk, nem is hisszük, hiszen ott van a hiedelmünk a bevált módszerről, sűtni kell. A lényeg az, hogy bár a hiedelmek nem fedik le pontosan a valóságot, hiszen már az érzékszerveink is csak egy kis részét közvetítik a valóságnak az agyhoz, de mégis fontos információkat nyújthatnak a mindennapi élethez. Hangsúlyozni érdemes, hogy a megtapasztalt valóság a hiedelmek révén beépül a szociális valóságba, amely kultúránként különös tulajdonságokat mutathat, de a közvetlen tapasztalatok miatt attól el nem szakadhat.

Az ember legfontosabb tudása a valóságról a hiedelmek hatalmas tára. A már előbb említett genetikai rákészsülés – mint a kígyóktól való félelem – kitűnő alap lehet az óvó hiedelmek számára. A legtöbb ember nemcsak a mérges kígyóktól fél, hanem mindenfajta kígyótól, még az ártalmatlan siklóktól is. A siklóra kiterjesztett hiedelem felesleges, nem tükrözi a valóságot, de ártalmatlan, mert abból még nem történik nagy baj, ha valaki óvakodik a siklóktól, de pórul járhat, ha nem ismeri fel a mérges kígyókat. Ez a gyümölcs ehető, de meg kell hámozni, mert a héjától hascsikarást kap az ember. Aki elhiszi, mentesül a kellemetlen hatástól, és nem szükséges megtapasztalnia, óriási előny ez az életben. A hiedelmekben tükröződő valóság tehát nem objektív önmagában, de az ember túlélése szempontjából fontos információ.

Az ember hiedelmeken keresztül tanulja meg az élethez szükséges megfelelő műveleteket: miként kell alkalmas csomót kötni, hogyan lehet az agyagot megformázni, kiszárítani, kiégetni, és ezzel használható tárgyakat készíteni, hogyan kell elkészíteni a mindennapi ételt. De hiedelmeken alapszik az is, hogyan kell a közösségben viselkedni – testvérekkel, szülőkkel, barátokkal, ellenségekkel –, hogyan kell családot alapítani, gyerekeket nevelni.

Sokszor előfordul, hogy a hiedelmek fölösleges elemeket is tartalmaznak, valami olyan magyarázatot vagy megoldást, ami esetleg régen fontos volt, de ma már nem az. A hiedelmek ritkán tisztulnak, sok generáción keresztül megtartják az eredeti formájukat, de úgy tűnik, hogy ez a társadalmak életében nem okozott különösebben nagy problémákat. Világos az is, hogy bár a

hiedelem magját, a valósággal való kapcsolatát mindig valamilyen tapasztalat, az emberi érzet, tapintás, látvány, íz, hang alkotja, maga a hiedelem egy nyelvi konstrukció, egy gondolat, amely meglehetősen szabad. Működésbe lép a fantáziánk erősen, amikor megfogalmazzunk egy hiedelmet. A legfontosabb hiedelmek már a gyerekeket, majd a belőlük kialakuló felnőtteket is segítik abban, hogy a világban sikeresen elboldoguljanak. Az embernek hihetetlenül nagy a memóriakapacitása, és számtalan apró hiedelmet képes élete folyamán elsajátítani, megtanulni. Az ember a természeti valóságban él, amelyről nagyon keveset tud ugyan, de mindenki szerez róla közvetlen tapasztalatokat. A tapasztalatok alapján formálódó hiedelmekkel, gondolati konstrukciókkal egy-egy emberi közösség egésze mintegy lefedi a valóságot, jól-rosszul, vagyis csupán annyit fogunk fel a valóságból, amennyit a hiedelmeink közvetítenek.

Jóféle hiedelmekből épült fel a modern világ nagy része, a rosszfélék hatékonyságára meg álljon itt egy példa a középkorból. 1484-ben jelent meg VIII. Ince pápa bullája a boszorkányok ártalmairól, és a következő 300 évben körülbelül kétszázezer embert – 80 százalékuk nő volt – gyilkoltak meg a boszorkányperek ítéletei miatt, ostoba, alaptalan, vallási hiedelmek alapján.

A hiedelmek segítségével gondolkodunk magunkról, társainkról, a természetről, a világról. A hiedelmek segítségével nagy, összefüggő, funkcionálisan összekapcsolt rendszereket is fel lehet építeni a népesebb társadalmakban. A hiedelmek hierarchiákba rendeződnek, és nemcsak az együtt élők között hoznak létre kapcsolatokat, hanem a generációk között is. A modern társadalom elképesztő hiedelemkomplexum, amelyben a tények mellett az elvont gondolati konstrukciók dominálnak. Ezért ezeket folyamatosan vizsgálni szükséges, mennyire felelnek meg az elemi tényeknek. Modern időben a hiedelemrendszerekkel sokféle probléma adódik. A hagyományos közösségek eltűntek, lassan megszűnt az a szerepük, amely a különböző hiedelmeket a közösség összehangoló szabályozásával érvényesíti. A hiedelmek egyéni hiedelmekké alakultak, és egyre távolabb kerülhetnek a valóságtól. Ez a modern emberiség legnagyobb problémája.

Ha visszalapoznak a tudományról és a megismerésről írottakra, kitűnik, hogy csak a természettudományos módszer alkalmas arra, hogy a hiedelmek és a valóság biztos kapcsolatát felfedezzük. A megismételt, megfigyelés, kísérlet alapján kialakított tudományos hiedelmek lényegét a gyakorlat igazolja. Kémiai hiedelmeket igazolt az atombomba, fizikai hiedelmeket a műholdak. A molekuláris biológia hiedelmeit az mRNS vakcina is bizonyítja. Azt kell látnunk, hogy egyre több ismeretet szerezhethünk a világról, de csak akkor, ha képesek vagyunk hiedelmeink valósághoz való kapcsolódását felderíteni. Ez a természettudományok értelme, haszna. Senki sem képzelheti, hogy pusztán intuícióval, logikus következtetésekkel új kölcsönhatást képes a világról felfedezni. Csupán a hiedelmek szövevényes hálójában vergődik. Az értelmes élethez nem kell feltétlenül tudomány, a gondolkodó embernek nem kötelessége napról napra új valóságmintázatokat felfedeznie. A filozófia, a vallások a maguk gazdag hiedelemvilágaival sok generáció óta érlelődő, kielégítő válaszokat adhatnak az egyének számára, amelyek valósággal való bizonyított kapcsolata az egyén számára érdektelen. A társadalom működéséhez szükséges bizonyosságokat pedig a tudomány amúgy is megszerzi.



## 14. Tudomány, tények, törvények

Ha az ember egész életében tudománnyal foglalkozik, jogosan feltételezhető, hogy már az egyetemen elmagyarázták neki, mi is az a tudomány és hogyan kell azt művelni. Sajnos nem így volt, és azt hiszem, még ma sincs így. Nekem a kémia tudományából folyamatokat, recepteket, eljárásokat tanítottak, meglehetősen sokat. A tudományáról, úgy általában, nem esett szó, az volt a kiváló kémikus, aki sok képletet, kémiai reakciót és műveletet tudott fejből, én ebben nem jártam élen. Valamit azért megsejtettünk, mert még harmadéves koromban a szerves kémiai tanszék egyik docense nekem és néhány évfolyamtársamnak egy napra kölcsönadott egy iratot, amely a Szovjetunióban készült a rezonanciavítáról. Megesketett, hogy senkinek sem adjuk tovább, gondolom, azóta már sok idő eltelt, és érvénytelen a fogadalmam. Valahol a Szovjetunióban tartottak egy konferenciát arról, hogy van-e a molekuláknak rezonanciájuk. A vita főleg a benzol különböző származékai körül zajlott, voltak, akik a képletét a klasszikus hatszögletű gyűrűvel írták le, mások, kémikusok, viszont úgy gondolták, hogy nincsen egy állandó, leírható képlet, hanem a különböző elektroneloszlásoknak megfelelően képletek folyamatosan változnak, egymásba alakulnak, „rezonálnak”. Ez az új elmélet sok kémiai reakciót értelmesebben magyarázott, mint a klasszikus kimerevített képlet. Nos, a kémikusok e találmányát filozófusok, ideológiával foglalkozó politikusok népes konferencián megtámadták. Aki nem hisz az állandó képletben, az a burzsoá ideológia híve, és az anyag állandóságáról szóló alapvető tudásunkat kérdőjelezi meg. Természetesen oktatásra, tudományos kutatásra teljesen alkalmatlan az illető. Felszólaltak kémikusok is, megpróbálták elmagyarázni, hogy itt az anyag, egy molekula tulajdonságairól beszélnek, arról, hogy az egyszerű képlet esetleg nem írja le tökéletesen a molekulák tulajdonságait. Az ideológusok

szerint viszont itt a párthoz és a kommunista ideológiához való hűségről beszélünk, aki nem hisz a képletek állandóságában, hitvány áruló. Akkoriban nekünk ez nem hangzott annyira nevetségesnek, mint ma, mert éppen zajlott a genetika–micsurini biológia-vita is, és a tudományos álláspont ott is párthűség kérdése volt. Normálisnak számított, hogy egy-egy szaktudomány kérdéseivel ideológusok, filozófusok is foglalkoznak, és az elsőség az övék. Azért elképedtünk azon, hogy milyen rövid út vezet egy képlettől az árulásig. Érthetetlennek tűnt, hogy egy apró kémiai probléma miért válik ilyen végzetesen fontossá az ideológia számára.

Amikor az Orvosegyetemre kerültem, további tapasztalatokat szereztem az ideológiáról. Kandidátusi disszertációm benyújtásához marxizmusból is vizsgáznom kellett. Előre figyelmeztettek, hogy a tanszék vezetője a gyanús elemeket, akik genetikával, fehérjeszintézissel foglalkoznak, maga vizsgáztatja. A genetika áltudomány, és az idegrendszer működésének magyarázatában csak a feltételes reflexek megengedhetők. Ráadásul vizsgabelépőnek egy tudományos esszét kellett írni, és ennek alapján dönt el, vizsgázhat-e a dolgozó egyáltalán. Én jó kádernak számítottam, sokat megengedhettem magamnak, ezért írtam egy parodisztikus cikket a fehérjék és a dialektika kapcsolatáról. Az aminosavakban ugye ellentétes tendenciák vannak, amino- és karboxilcsoport, ezek dialektikus reakciója a fehérjeszintézis során az ellentéteket megformálja, magasabb szintre emeli, új minőséget hoz belőlük létre: baromság az egész, és a Straub-tanszék halálra röhögte magát rajta. Biztosak voltak benne, hogy ezt azért nem lehet, és nagy kellemetlenségem lesz a dolgozatból, örömmel várták a végkifejletet. Beadtam, két hét múlva hívatott Farkas elvtárs, a Marxizmus–Leninizmus Tanszék vezetője. Elolvastam, közölte, tanítani fogjuk. Először azt hittem, csak bevezet valami iszonyú ledorongolást, de nem, komolyan gondolta. A vizsgára négyest kaptam.

Néhány év múlva olvastam Bruno Latour és Steve Woolgar könyvét, a hetvenes évek végén jelent meg, amelyben a tudományos tények szociális konstrukciójáról írtak hosszú elemzést, Roger Guillemin biokémiai munkáit vizsgálták (a hipofízis

hormonjainak felszabadulásával foglalkozott, ő fedezte fel az endorfinokat is), és a tudományos folyamat lényegéről, amelyet két évig személyesen is követtek Guillemin laboratóriumában, kialakult a véleményük, hogy sok műszer és gép közreműködésével valamilyen élőlény agyából származó lötyt segítségével, néhány számot szereznek a kutatók nagyon gyorsan, amit gondosan felírnak egy papirosra, azután a továbbiakban kizárólag ezekkel a papírokkal foglalkoznak. Egyezkednek egymással, más kutatócsoportokkal, aprókat változtatnak a számokon, esetleg különböző módszerekkel újabb számokat szereznek, és ha végül az adott tudományterület tudós közösségét sikerül meggyőzniük, hogy ezeket a számokat elfogadják, akkor azok fel vannak fedezve. Jöhetnek a díjak, elismerések. Mellesleg Roger Guillemin, akinek a laborjában elemezték a folyamatot, két év múlva kutatásaiért Nobel-díjat kapott, majd hamarosan egy másikat, de ez nem képezte az elemzés tárgyát. Amikor annak idején olvastam, éppen otthagytam egy hasonló területet, tehát pontosan értettem, hogy miről szól. Igen, a biokémia tényleg ilyen. Egyetlen megjegyzésem formálódott, amit még ma is igaznak tartok. Rendben, a tudományos tények bonyolult szociális konstrukciókban születnek, amelyben az emberi elme minden apró álnoksága kimutatható, ha alaposan körülnézünk, de ha egy ilyen szociális konstrukciót, amikor azt már tablettá formájában árulják, bevesz az ember, akkor nagyon sok esetben meggyógyul. Lehet ez persze placebohatás is, de mégis előfordulnak esetek, amikor a szociális egyezkedés olyan eredményes, hogy elpusztítja a gyilkos baktériumot, helyreállítja a vérnyomást stb. Ezzel Latourék valahogy nem foglalkoztak. Nyilván kihagyták őket az egyezkedésből...

Az az igazság, hogy ha az ember egy kémiai, biológiai vagy éppen fizikai laboratóriumban dolgozik, nincs szüksége valamilyen általános elképzelésre a tudományról. Módszereket alkalmaz, jelenségek okait kutatja, és mint Latourék magyarázták, egyezkedik a társaival, hogy az eredmények elfogadhatók-e.

Én tulajdonképpen a viselkedéstudományokon keresztül jutottam tudományos világhoz. Akkoriban kezdték a viselkedéskutatók komolyabban venni azt az elképzelést, miszerint az állati agyban a

környezet hatására sajátos belső szerkezet, a környezet valamiféle modellje jelenik meg.

Minden élőlény, amelynek érzékszervei vannak, valamilyen módon vizsgálja környezetét, és a környezet a legtöbb esetben valamiféle nyomot is hagy benne erről a vizsgálatról. Egy képet, egy szag- vagy hangemléket, esetleg valamiféle textúra tapintásának memórianyomait. A különböző fajok a legkülönbözőbb módon reagálnak a környezet hatásaira. Az egysejtűek általában csak az azonnali válaszra képesek. Ha önálló mozgásúak, eltávolodnak az inger forrásától, ha az veszélyes, és közelednek hozzá, ha az hasznos számukra. A bonyolultabb idegrendszerű állatok nemcsak gazdag, genetikailag előre meghatározott viselkedési minták készletével tudják a környezet csalfintaságait kivédeni, hanem arra is képesek, hogy memóriájukban elraktározzák a környezetből jövő hatások, jelek emléknymait, és ekképpen felépítenek elméjükben egy neurális szerkezetet, amely nagyon nagy leegyszerűsítéssel a környezet „modelljének” tekinthető. Modellnek abban az értelemben, ahogyan például egy egyszerűbb, kis méretű makett és egy szélcsatorna segítségével tanulmányozni, modellezni lehet a légáramlások hatását egy megtervezett autó karosszériájára. A modell mindig valamilyen egyszerűbb konstrukció, amely csak nagy vonalakban hasonlít a modellezett tárgyra vagy szerkezetre. Modellezhetünk számokkal, egyenletekkel vagy függvényekkel, a számítógép segítségével pedig egészen összetett modellkonstrukciókat is lehet készíteni, ezek segítségével sok mindent előre megtudhatunk a modellezett szerkezet, rendszer működéséről. Az állati agyban kiépülő, idegsejtekből összeálló környezeti modellek is ilyen konstrukciók, amelyeket magasabb szinten akkor is végig lehet bogarászni, ha az a környezeti hatás, amely a modellt létrehozta, éppen nincs jelen. A fejlettebb állatok tehát működtetik a modellt, ezért képesek bizonyos mértékig megjósolni a környezet lehetséges reakcióit, és előre fel tudnak készülni a számukra kedvező vagy kedvezőtlen eseményekre. A modellezési képesség bármely idegrendszer alapvető tulajdonsága. A legfejlettebb agyú állatok, az emberszabású majmok, a delfinek és az ember rendkívül bonyolult modellek konstrukciójára képesek. Az agyban lévő különböző típusú idegsejtek nagyon összetett

hálózatokat alkotnak, amelyek képesek az alkotó neuronok aktivitását befolyásolni, és természetesen befolyásolják más hálózatok működését is. Valahogy úgy képzelhetjük el a neuronok segítségével történő modellezést, hogy a külvilág ingerei folyamatosan izgatják, aktiválják vagy gátolják ezeknek a hálózatoknak a működését, és a memória révén ezeket az állapotokat az agy számon tudja tartani, valamint, ha szükséges, egy bizonyos működési állapotot újra fel tud idézni. Azt is megteheti, hogy olyan hálózatot épít fel, amely mintegy szimulálja valamilyen, a külvilágban folyó érdekes esemény „tulajdonságait”, vagyis azokat az ingereket, amelyek az agyat az esemény lezajlása során érhetik. Ezt a neurális modellt az adott esemény távollétében is elő lehet venni, és vizsgálható, hogy mi történik a modellel, ha azt különböző elképzelt hatások érik. Minden jó sakkozónak használ ilyen „környezeti modelleket”. Én a vezérrel ide lépek, erre ő a futóját oda teszi, mert neki ez a legjobb lépés, és akkor én... Az állatok esetében ez persze nem tudatosan, racionális gondolatok segítségével történik, hanem a legtöbbször automatikusan. Arra gondol, ami történik, és már teszi is, amit kell, anélkül hogy a gondolkodási folyamat maga is modelleződne az agyban, anélkül hogy arra gondolhatna, hogy gondolkodik. Az ember azzal vált el viselkedésében az állatvilágtól, hogy kifejlesztett egy különleges modellkonstrukciós képességet, a beszélt nyelvet. A nyelv nagyszerű képessége alkalmas arra, hogy az ember a világ dolgait, jelenségeit, de még a saját belső élményeit is nyelvi szimbólumok, szavak, mondatok segítségével történetekbe, leírásokba, magyarázatokba sűrítve tárolja és forgassa elméjében. Amikor az emberi elme működik, általában történeteket vizsgál, készít, azokra emlékezik. Ha végiggondolunk bármilyen saját személyünkre vagy tapasztalatainkra vonatkozó ismeretet, kiderül, hogy ezek mindig apró történetek. A történetek szereplői, mi magunk és mások, vagy tárgyak, állatok, növények, és kialakulnak akciók, azaz a szereplőkkel történik valami. Ezek a történetek részben saját tapasztalatainkat, élményeinket dolgozzák fel, részben – és ez fontos – bizonyos embertársainkkal közös hiedelmeket, ismereteket elevenítenek fel. Amikor reggel kinézünk az ablakon, és megállapítjuk, hogy már felkelt a nap, a napról szóló történetekben nemcsak a saját napkeltével kapcsolatos élményeink jelennek meg,

hanem az a hiedelem is, hogy a Föld gömbölyű, forog a tengelye körül, és ez magyarázza a napfelkelte jelenségét. Azért nevezhetjük ezt hiedelemnek, mert nincsen róla közvetlen tapasztalásunk, hanem a szüleinktől, a tanárainktól vagy másoktól hallottuk, könyvből tanultuk. Mivel a történet jól egyezik saját tapasztalatainkkal, el is hisszük, azaz elfogadjuk magyarázatnak.

Az ember elméje elképesztő sokaságú ilyen belátáson alapuló hiedelemtörténetecskét, továbbá saját élményt és tapasztalatot képes befogadni. Jellemző rá az is, hogy ha egy új történettel találkozik, akkor azt mindig összeveti a már meglévőkkel, és csak azokat fogadja el igaznak, jónak, érthetőnek, amelyek nincsenek ellentmondásban az előzőleg szerzett tapasztalatokkal. Az elme nemcsak tárolja a sok ezer történetet, hanem állandóan fel is újítja, kombinálja a mindennapok tapasztalatai közben. Minden ember megfigyelő, figyeli saját magát, a társait, a körülötte lévő világot, és az így szerzett adatokkal folyamatosan hozzájárul elméjének történetépítő tevékenységéhez. A megfigyelések néha ellentmondásba kerülnek a már meglévő történetekkel, ilyenkor egy újabb történet kerekedhet belőlük, de ennek igazságát bizonyítani szükséges. Tehát az új történetnek valamiképpen illeszkednie kell a már meglévő és elfogadott történetekhez. A hiedelmek, magyarázatok mindig egy közösség konstrukciói, alkatrészei, komponensei a közösség kultúrájának. A sokféle hiedelem és magyarázat hálózata valamiféle funkcionális egészet alkot, mert a közösség tagjai igyekeznek a hiedelmek közötti ellentmondásokat kiküszöbölni. Sokszor úgy, hogy változtatnak a megszokott hiedelmen, sokszor meg úgy, hogy újabb hiedelmeket gondolnak ki, amelyek segítségével a kultúra egysége, sajátos logikája megőrizhető. Ez az állandóan folyó felülvizsgálat, kiegészítés a kultúrák lassú fejlődését eredményezi, kiesnek az elavult hiedelmek, a megcáfolt magyarázatok. A változások természetesen csak akkor következhetnek be, ha azokat a közösség többsége elfogadja. Hiába talál ki bárki egy egészen új magyarázatot valamire, ha társai az új hiedelmet nem fogadják be. Lényeges, hogy a kultúra érdemleges változásaihoz generációk váltakozása, hosszú idő szükséges.

A kultúrák fejlődésének hozzánk közelebb eső fázisaiban, a legutóbbi néhány száz évben, kezdtek kialakulni a gondolkodásnak

és a hiedelmeknek azok a formái, amelyek lehetővé tették a tudományos gondolkodás kialakulását. Ma már modellezni tudjuk azt is, hogy hogyan modellezünk.

A tudományos gondolkodás nincs olyan távol az ember természetes, mindennapi elmélkedéseitől, mint sokan vélik. A tudományok is egy-egy közösség, az adott tudomány művelői által elfogadott hiedelmeken alapulnak, mint minden kultúra. A tudósok szeretik a hiedelmeiket elméletnek nevezni. A tudományos hiedelmek, elméletek tárháza hatalmas, és bizonyos, hogy jókora része rossz vagy téves, ezért könnyű benne tisztázatlan kapcsolatokat, ellentmondásokat találni.

A legfontosabb tudományos tevékenység éppen az ilyen ellentmondásokkal kapcsolatos. Ha az elfogadott hiedelmek, tudományos elméletek között valamilyen ellentmondásra bukkanunk, akkor megfogalmazhatunk egy új tudományos kérdést, amely legtöbbször maga is egy kisebb elmélet, és valamelyest eltér a régebbiektől. Erre megfigyelésekkel, valamint a megfigyelésekből készített új elméletekkel keressük a válaszokat. Ha sikerül, akkor kigyomláltunk valamilyen bosszantó ellentmondást a közös tudáskincsből.

Számomra is meglepően az elme modellezőképességeit ismerve könnyen érthetővé váltak azok a problémák, amelyek a tudomány természetéről folytatott vitákban merültek fel. Egyszer az Orvostudományi Kutatóintézetben előadást tartottam a tudomány természetéről, és lelkesen kezdtem magyarázni az elme modellépítő tulajdonságait, amikor észrevettem, hogy a népes társaság valamin kuncog. Mindenki. Ez nagyon zavart, ilyenkor az ember megnézi a ruháját, mindent rendesen begombolva találtam. Komoly dolgokról beszélek, nem humorizálok, min nevetnek, kérdeztem meg a hallgatóságot. Csönd lett, majd valaki felvilágosított: nem magán nevetünk, hanem azon, amit mond, mert két hete tartott itt előadást az atomfizikai tanszék egyik professzora, és arról beszélt, hogy a természeti folyamatokat törvények szabályozzák, és a kutatók feladata ezeknek a törvényeknek a felfedezése és matematikai megfogalmazása. Maga szerint meg nincsenek törvények, csak modellek.

Jézusmária! Huszadik század, és egy jeles professzor a nagy felfedezendő törvényekben hisz. Felfedezzük őket, és mindent meg fogunk érteni. Biztosan hisz a Jóistenben is, ő alkotta a nagy törvényeket még hétfőn, a teremtés elején. Valószínűleg nem is hallott Karl Popper tudományfilozófusról és a cáfolhatósági teóriáról, amit jobb helyeken akkor már régen elfogadtak. Egészen röviden: Popper úgy érvelt, hogy egy teóriát sohasem lehet igazolni, hiszen ezek az elme modelljei, viszont általában könnyen meg lehet cáfolni. Keresni kell a teóriát érintő adatok között olyanokat, amelyeket nem magyaráz kielégítően, és máris bizonyítva van, hogy a teória nem tökéletes, tovább kell változtatni rajta, hozzáigazítani a feltárt eltérésekhez, és ez mindaddig rendben van, amíg valaki nem talál olyan adatokat, amelyek az újabb teóriához sem illeszkednek. Vagyis a tudományos kutatás folyamatosan a cáfolhatósági kritériumokat keresi, a tudós ne annak örüljön, hogy teóriája illeszkedik bizonyos adatokhoz, hanem keressen további adatokat, amelyek nem illeszkednek, ez teszi lehetővé a teória fejlesztését. De ne gondolja senki, hogy a folyamat a tökéletes teóriához vezet. Ilyen nincsen, csak olyan, amelyet nem cáfoltak még kielégítően. Hát ez nem a nagy természeti törvényekről szól. Igyekeztem hallgatóságomat meggyőzni a teóriák kétes értékéről.

A bizonyítás az az eszköz, amelynek segítségével a sokféleképpen értelmezhető adatokra épülő, sokféle elmélet közül kiválaszthatom azt az egyet, amely megadja a végső, azaz a pillanatnyilag lehetséges legjobb magyarázatot. Nincs olyan tudományos módszer, amely az új elmélet elkészítését és a sokféle lehetséges elmélet közül a megfelelő kiválasztását egyszerűbbé, esetleg automatikussá tudná tenni. Egy elmélet jóságát, igazságát nem a szépsége vagy az egyszerűsége, hanem a gyakorlati értéke bizonyítja. Ezen azt értjük, hogy a jó elméletet eredményesen lehet felhasználni a következő megfigyelésnél mint előfeltevést. Vagyis a jó elmélettel jósolni lehet. Ha ismerem a kénpor, a faszénpor és a nitrátvegyületek tulajdonságait, akkor meg tudom jósolni, hogy ha megfelelő arányban összekeverem őket és egy zárt edényben melegíteni kezdem, a keverék felrobban. Vagyis feltaláltam a puskaport.



Az embernek nemcsak tudományos elméletei vannak, hanem különféle egyéb hiedelmei is: babona, mágia, varázslat, vallásos hiedelmek, ideológiák. Ezek önmagukban nagyon szépek és megnyugtatók lehetnek ugyan, de egészen bizonyos, hogy alkalmatlanok jóslásra. Hihet valaki az angyalokban, de nem tud egyetlen olyan ellenőrizhető, megfigyelhető eseményt sem előre megjósolni, amely az angyalok létezését, tevékenységét igazolná. Vagyis nem képes olyan elmélet konstrukciójára, amelyben az angyalok szerepelnek, és valamiképpen kapcsolatban vannak egy, az érzékelhető, látható világban előre megjósolható eseménnyel. És ez nem azon múlik, hogy az angyalokat nem lehet érzékelni. A radioaktivitást sem lehet érzékelni, mégis feltételezésével számtalan gyakorlatban megfigyelhető eseményt meg tudok jósolni egészen pontosan. Például egy fényképezőlemez elsötétedését, elektromosság megjelenését, hő keletkezését, élőlények elpusztulását, atomrobbanást stb.

A hiedelmek, az elméletek és a megfigyelés, valamint a gyakorlat viszonya minden természettudományban hasonló. Mindig a megfigyelési adatokat, kísérletek eredményeit kívánjuk a hiedelmeinkkel összhangba hozni. A megfigyelést tekintjük elsődlegesnek és az elméletet másodlagosnak, a megfigyelésből következőnek. Tehát az elméleteinkhez nem ragaszkodunk túlságosan, bár jó mulatság elméleteket kigondolni, hanem minden esetben arra törekszünk, hogy az adott pillanatban a lehető legjobb elméletet, a legjobb modellt, a legjobb magyarázatot hozzuk létre. Persze ha új adatok fényében ezt is el kell dobni, készséggel megteesszük, és igyekszünk a legújabb, legjobb elméletet kialakítani.

A tudományos gondolkodásban tisztán felismerhetők meghatározott fejlődési fokozatok. A legalacsonyabb szerveződésű forma csupán pletykák, hiedelmek, sejtések, egymástól elkülönült tapasztalatok szervezetlen együttese. A következő fokozatban megjelenik egy név, amellyel első, kezdetleges elméletünket jelöljük, ez tulajdonképpen egy metafora, amelynek értelmezése még bizonytalan, sokféle, de a sejtések, hiedelmek a metaforán keresztül már kapcsolatba kerülnek egymással. A metafora egyfajta „feketedoboz”, amelynek belső szerkezetét, valóságos és jellemző tulajdonságait még nem ismerjük pontosan, de már felismertük, hogy

létezik, megneveztük, ezáltal elgondolhatóvá és vizsgálhatóvá tettük. A metafora csupán sejtés, valamilyen jellemző kiemelése a látszólag kaotikus történésekből. A tudományos modell viszont megszerkesztett, leegyszerűsített mesterséges rendszer, amely lényeges komponenseiben és lényeges tevékenységeiben hasonló a tanulmányozott rendszerrel, viselkedésük egy- vagy többféleképpen összevethető.

A legegyszerűbb modell csupán leíró nyelvet tartalmaz. Segítségével képesek vagyunk a vizsgált eseményekről beszélni. A metafora a tudományos vizsgálódások során modellé alakul. A modell utánozza, szimulálja a vizsgált rendszer viselkedését. A modell és a modellezett rendszer működésbeli azonossága egyszerűsítéseken, hasonlóságokon alapszik, és a modellezett bonyolult rendszer magyarázatára, valamint működésének kiszámítására, megjósolására használjuk.

Egy modell értékét mindig gyakorlati használhatósága adja meg, belső szerveződése ellentmondásmentes kell hogy legyen, ez független attól, hogy tulajdonképpen mennyire jó, mennyire használható a modell. Ami persze gyakran azzal a hátránnyal is jár, hogy sokan, ha logikailag korrekt modellt használnak, azt hiszik, hogy a tiszta logika egyben a „jóságát” is bizonyítja. Ez természetesen nem igaz. A megfelelő logikai szerkezet elengedhetetlen, de nem elegendő feltétele a modell használhatóságának. A modellteóriának az állati viselkedés megértésében is jelentős szerepe van, de ezt a következő fejezetben tárgyalom.

A tudományos gondolat legmagasabb fokú szerveződése a tudományos paradigma, amely lényegét tekintve a különböző tudományos modellek és az alacsonyabb fokú szerveződési formák, a metaforák, sejtések, hiedelmek többé-kevésbé ellentmondásmentes magasabb szintű rendszere. A hangsúly itt a *többé-kevésbé* van. És itt érdemes említenem Thomas Kuhnt, aki még a hatvanas években foglalkozott a tudományos forradalmakkal, azokkal a nagy szemléletváltásokkal, amelyek a tudomány fejlődésében megfigyelhetők. Kuhn szerint, amikor intenzíven fejlődik a tudomány egy adott területe, az azt jelenti, hogy még rengeteg feltáratlan adat van, de már mindenki tudja, hogy ezeket

hogyan lehet felkutatni, ismertek az elfogadott eljárások, kutatási módszerek. Aki kutatni akar, ezeket kell alkalmaznia, és eredményes lesz, a tudománynak kialakul egy nagy egésze, paradigmája Kuhn megfogalmazása szerint. Azután idővel a módszerek egyre kevésbé hatékonyak, lelassulnak a felfedezések, miközben a megszokottól eltérő kérdéseket fogalmaznak meg különleges kutatók. Amikor az új kérdések hirtelen összeállnak egy kutatási módszerré, megindul az új paradigma, és megint sok kutathatót talál mindenki.

Jó példája ennek a paradigmaváltásnak a biológia, molekuláris biológia története. A biológia korábbi nagy egésze, paradigmája a rendszertan köré szerveződött, az élőlények evolúciós kapcsolatainak kiderítése volt a fő szempont. Azután a pálya széléről kémikusok, fizikusok új kérdéseket tettek fel. Mi az öröklődés anyagi hordozója? Hogyan keletkeznek a biológiailag fontos molekulák? Mi a kapcsolat a fehérjék és az örökítőanyag között? A kérdésekre az új paradigma hozta meg a válaszokat, és egyben megadta azokat a molekuláris módszereket is, amelyekkel a régi kérdésekre, a rendszertani kapcsolatokra is sokkal pontosabb válaszokat lehetett kapni.

A korszerű természettudomány tudományfilozófiai üzenete az, hogy a természeti „törvények”, „igazságok” az ember alkotásai, nem a külső valóság létezői, amelyek felfedezésre várnak, nem egy omnipotens isten vagy értelmes anyatermészet logikus konstrukciói, hanem modellek, olyan emberi konstrukciók, amelyek működtetve képesek a természet egy körülhatárolt területén néhány jelenség létrejöttének korlátozott magyarázatára, jövőbeli történések bizonyos valószínűségű predikciójára, megjósolására. A modelleknek elsősorban gyakorlati hasznuk van, ez lehet egy jó hajózási térkép, televíziós műhold vagy csupán értelmes magyarázat arról, hogy a nap valószínűleg holnap is felkel. Az ember ősidők óta igyekszik a környezetében előforduló jelenségeknek valamiféle oksági alapú magyarázatát adni. A nap időtlen idők óta felkel hajnalban, végigvonul az égen, és este eltűnik. Ez a jelenség valamiféle magyarázatot kíván, nyilvánvaló, hogy a legegyszerűbb magyarázat az aktor-akció logikájában lelhető fel. Valaki csinál valamit, ez hozza létre a jelenséget, ahogyan az ember is számtalan jelenséget képes önkaratából előidézni. A korai görög mitológia hiedelme egészen jó

elmélet a maga kora szintjén: a napot Apolló isten szállítja tüzes szekeren.

Később felfedezik a bolygókat, megfigyelik a bolygók furcsa pályáit, és a magyarázathoz már nincs szükség valamilyen szociális aktor feltételezésére, kiderült már, hogy a tárgyak, így a bolygók, maguktól is végezhetnek szabályos mozgásokat. A földközponút, ptolemaioszi univerzum korrektebb jóslásokat tesz lehetővé, mint Apolló szekérének ideája, a görög elméleteket követő kopernikuszi heliocentrikus, napközponút modell tovább pontosít, évekre előre képes a csillagképek mozgását megjósolni, lehetővé téve ezzel a tengeri hajósok pontosabb helymeghatározását. A gravitációt, tömeget, megmaradási elvet alkalmazó newtoni modell már alkalmas a műholdak felbocsátására. A mostanában készülő, kvantumrelativitási modellek pedig kiterjesztik predikciós lehetőségeinket az egész univerzumra, de biztos, hogy ezek sem a végső, a megváltoztathatatlan igazság hordozói.

Köznapi szóhasználatban többféle értelmezése van a modell szónak. Például „bemutatják a legújabb ruhamodelleket”, ebben a mondatban mintának, prototípusnak értelmezhető. Ha az iskolában kémiaórán bemutatják a vízmolekula modelljét, akkor valamilyen tulajdonságát kívánják a modell segítségével szemléltetni, például hogy milyen szögben helyezkednek el egymáshoz képest a hidrogénatomok. Vannak technikai modellek, a kicsinyített repülő- vagy traktormakett is tulajdonképpen a szemléltetés céljait szolgálja. A rendszertudományokban használt modellek nemcsak a szemléltetés céljaira készülnek, hanem vizsgálatra, kutatásra. Ha például egy bonyolult vízerőművet terveznek, érdemes ennek kicsinyített modelljét elkészíteni és működtetni, mert így sok olyan ismeretre lehet szert tenni, ami a tervezésben hasznosítható. El lehet készíteni egy olyan bonyolult rendszer modelljét is, mint az egész földi bioszféra, természetesen rendkívül leegyszerűsített formában. A bioszféra különböző komponenseinek és a komponensek kapcsolatainak valamiféle reprezentációt kell kapniuk a modellben, így ha a modellt működtetjük, akkor a sokféle komponens kölcsönhatásának eredménye felismerhető lesz. Gazdasági világmodelleket is készítenek, a Római Klubnak híres

„növekedéshatárai-koncepciója” éppen ilyen modellvizsgálatokon alapult.

A modellkísérlet haszna, a modell gyakorlati értéke, jósága attól függ, hogy mennyire pontosan tükrözi a modellezett rendszert, mennyire reprezentálja annak komponenseit és a komponensek kölcsönhatásait. Ez persze attól is függ, hogy milyen bonyolult a modell, meg attól is, hogy milyen formában készítjük el. Lehet matematikai modelleket készíteni, a modellezett rendszer komponenseinek vagy a komponensek közötti kölcsönhatásnak változókat, függvénykapcsolatokat feleltetünk meg, amelyek reprezentálják a modellezett rendszert, az erőművet, a gazdaságot, a bioszférát. De elkészíthetnénk a bioszféramodellt apró áramkörökből is, vagy, ha nagyon szerény modellel is megelégszünk, akár valamilyen mechanikai szerkezetből is. A modellezés lényege mindenképpen az, hogy a tanulmányozni kívánt nagyon bonyolult rendszer tetszés szerint kiválasztott komponenseit és a komponensek közötti kölcsönhatásokat valamiképpen megfeleltetjük egy másik, egyszerűbb rendszer saját komponenseinek és e saját komponensek közötti kölcsönhatásoknak.

Vagyis mindig két rendszer viselkedését hasonlítjuk össze, és a következtetéseinket erre alapítjuk.

Nyilvánvaló, hogy egy modell sohasem lehet tökéletes, mert mindig egyszerűbb, mint a modellezett rendszer. De az aránylag egyszerű modell is sokféle jóslásra alkalmas, később azután a valóságban ellenőrizni lehet, és ennek alapján tovább finomítani.

A modell tehát emberi mű, az elme játéka, sokban hasonlít a szociális egyezségekhez, a kultúra és az ideológiák struktúráihoz, de ellentétben azokkal, nem teljesen önkényes. A tudományos modellt készítő számára kötelező az egyeztetés a valósággal, kötelező az említett predikciós képesség vizsgálata. Az elmélet, a modell akkor jó, ha alkalmas valamire, ha képes valamit leírni, elmagyarázni, ha képes jelenségek, folyamatok jövőbeli állapotát több-kevesebb pontossággal megjósolni.

Az újabb kori „konstruktivisták”, a társadalomtudományok művelőinek kis csoportja, ezt nem ismerik el, azt képzelik, hogy a modellkészítés teljesen és lényegében független a realitástól,

csupán az elme szociálisan jóváhagyott csinálománya. Az emberi elme ugyan sokszor téved, sokszor tűnik alvajárónak, hogy Arthur Koestler kitűnő könyvére utaljak, hajlamos arra, hogy elmejátékaiban a valóság elemeit elképzelésekkel, kegyes, esetenként kegyetlen csalásokkal helyettesítse, de a tudománynak nevezett hiedelemrendszer kultúrájának belső rítusai rákényszerítik, hogy elmejátékait végül is összevesse a realitással. A természettudós modelljátékait úgy változtatgatja, úgy csiszolja, hogy azok mindig tükröznek valamit a rajta és társadalmán kívüli objektív valóságból. Ez a legfontosabb jellemzője a természettudományoknak.

Nos, éppen ez a probléma a ma oly divatos paratudományok hiedelemvilágával. Megérzésekre, sejtésekre, metaforákra alapozva nagyon komplex konstrukciók készíthetők és kommunikálhatók: telepátia, telekinézis, akaratátvitel, kanálhajlítás, bioenergia, gyógyító kézrátétel, apró zöld emberkék a galaxisból és az elme megannyi más érdekes szüleménye. Tátott szájjal hallgathatjuk őket mindaddig, amíg nem kell megfelelniük a gyakorlat kritériumainak, a megismételhetőség, az előre megjósolható és ellenőrizhető előfordulás egyszerű természettudományos kritériumainak. Csak ennyi az oly hően óhajtott befogadás, a tudományhoz tartozás feltétele. S ennek nem tudnak megfelelni.

A vallások, nagyon bölcsen, nem foglalkoznak a bizonyítással, a hit elegendő és egyetlen feltétele a tanaik elfogadásának. A hívő számára érdektelen bármiféle kicsinyes bizonyosság. A vallás lényegét, a hit nagyszerűségét zúzná össze, ha hitünket kívülálló idegen feltételeinek vetnénk alá.

Az ember mindig két birodalomban tevékenykedik, az egyik a mindennapi emberi gyakorlat, a munka, a technika, a technológiák, kísérletek, megfigyelések következetes valósága, a másik, nem kevésbé fontos birodalom a hiedelmeké, az elméletek, az elme konstrukcióinak világa. Ehhez a birodalomhoz tartoznak a babonák, a mesék, a mítoszok, a vallások, a filozófiák, ideológiák, a szigorú szabályok szerint teremtett világok, mint a matematika és a geometria.

Mind a két birodalom emberi és nagyszerű. Örök problémáinkra hol az egyikből, hol a másikkól kölcsönzött eszközökkel keressük a választ és várjuk a segítséget. A természettudomány az egyetlen

olyan találmányunk, amelynek mindkét birodalomban egyformán vannak gyökerei. Az elmekonstrukciókat látszólag szabadon építjük a hiedelemvilágban, de gyakorlati problémák megoldására használjuk, és csak azokat használhatjuk, amelyek a gyakorlat világában is működnek.

Volt idő, amikor minden problémánkra a hiedelemvilágból vártuk a megoldást, a vallás természetes igényét hihetetlen méretű és komplexitású szociális konstrukcióvá fejlesztettük, amely egész életünket átszötte, és a gyakorlati problémák tökéletlen megoldása helyett a hiedelemvilág harmóniáját és stabilitását kínálta. Azután az ipari forradalommal kezdődően, és még ma is, a gyakorlat birodalmához fordultunk, technikai, technológiai megoldásokat kerestünk és keresünk mindenre, a katasztrofális eredmény már jól mutatkozik. Sokan, tévesen, azt hiszik, hogy a tudomány teljes egészében a gyakorlat birodalmához tartozik, hogy a tudós pontosan tudja, mit csinál, és teljes mértékben felelős a jó megoldások elkészítéséért. Ez nem így van, nem így volt, és sohasem lesz így. A tudomány mindkét birodalom gyermeke. A tudós naiv hittal szerkeszti az elméleteit, sokszor szertelenül, vad fantáziával. Ezek az elméletek nem igazságok, nem felismerések, nem megtalált törvények, hanem modellek, működő elmekonstrukciók, be lehet őket indítani, szabadon változtatni, egyszerűsíteni, bonyolítani, lehet velük játszani. Többek között ki lehet őket próbálni a gyakorlatban. És ekkor az elmélet sorsa eldőli: vagy eredménytelen a gyakorlatban, és akkor rövidesen a szemétdombra kerül, vagy valamivel jobb, mint amit eddig alkalmaztunk, valamit pontosabban ír le vagy jósol meg, mint az előző elmélet, és akkor használjuk. Használjuk, hiszünk benne, mindaddig, amíg egy jobb nem akad. Ennyi a tudomány, nem több, és nem is kevesebb. Ami a gyakorlati világban ezután jön, amikor vakcina lesz a vibriókból, a radioaktivitásból atombomba, az elektromos delejből számítógép, az már nem tudomány, az már technológia, fajunk kiirthatatlan szenvedélye az ideakonstrukciók anyagi megvalósítására, függetlenül a végeredmény kárától vagy hasznától. E sorok írása közben olvastam Michael Strevens tudományfilozófus új, a *Tudásgépezet* című könyvét, amely átfogó képet szeretne adni a tudomány egészéről. Az első fejezetekben korrekten ismerteti a popperi, kuhni teóriákat a

természettudományos módszerekről, megerősítve azokat. Kifejti, hogy a modern tudomány egy hatalmas globális gépezet, amely ontja a technológiákban felhasználható ismereteket, de váratlan fordulattal a könyve második felét a tudomány szidalmazásának szenteli. A modern tudomány rabszolgaságra kényszeríti művelőit, elzárja őket a filozófia, teológia, művészet eredményeinek a tudományhoz kapcsolásától, és mindez csupán azért, hogy egyre több adat keletkezzék – írja. Az embernek saját magával kell főként foglalkoznia, irracionális az a tudományos tevékenység, amit a modern természettudományok művelése megkíván.

Bizonyos szempontból igaza van. A tudomány korrekt művelése fegyelmet, rabszolgamunkát igényel, és művelőit nem engedi kiteljesedni a filozófia, teológia és a művészet értékeiben. De miért kellene mindenkinek tudománnyal foglalkoznia? Miért nem engedhető meg, hogy néhány önkéntes rabszolga munkájának eredményét az egész társadalom hasznosítsa? Valamint készen áll-e a társadalom, a globális társadalom arra, hogy a technológiai fejlődést megállítsuk és boldogan elmerüljünk az előbbi hármas élvezetében?

Az ember lényegét éppen az a kettősség adja, hogy a hiedelmek és a gyakorlat kettős birodalmában szabadon kószálhat. Problémái akkor keletkeznek, amikor barangolásai közben megfeledkezik erről, és kizárólag egy istenben, egy filozófiában vagy egy technológiában keresi a végső megoldást. A tudomány az egyetlen olyan emberi intézmény, amely – gyarlóságai ellenére – ettől megóvhat, csak ne akarjuk vallásnak hinni, és ne gondoljuk mindenre választ adó technológiának. A tudomány sokkal emberibb jelenség, mint gondolnánk.

Napjainkban felgyorsultak az integrációs folyamatok a tudományok között. Ellentétben Kuhn elméletével a tudomány nem oszlik meg különböző kulturális paradigmákra, az egyes szakterületek nem egymástól függetlenül fejlődnek, hanem megjelent egy tendencia a részterületek kölcsönös értelmezhetőségére. A természettudományok kezdeti fejlődési szakaszában az egyes részterületek, a fizika, a kémia, a biológia, kizárólag a saját problémáikkal törődtek, leírták a megfigyelt jelenségeket, és igyekeztek azt valamilyen módon értelmezni, de



nem feltétlenül vették figyelembe a társtudományok eredményeit. Később aztán kiderült, hogy vannak olyan elvek, törvényszerűségek, amelyek minden tudományterületre érvényesek. Ilyen például az anyag vagy az energia megmaradásának elve. Az elmúlt évszázadban jöttek rá a biológusok, hogy a biológiai jelenségek mögött mindig kémiai reakciók állnak. Ebből a felismerésből született a molekuláris biológia. A világ megismerése során kiderült, hogy noha minden szerveződési szintnek megvannak a maga sajátos törvényei, végső magyarázatokat csak akkor vagyunk képesek kimunkálni, ha a magasabb szintű jelenségek mögött feltárjuk az alacsonyabb szintek mechanizmusait, a biológia esetében tehát a kémiai reakciókat, de a galaxisok keletkezésének magyarázatához is szükségünk van az elemi részek fizikájára. Kialakulóban van egy hatékony „szupertudomány”, amelynek minden részét közös elvek, idővel közös nyelv köt majd össze. Három jellegzetessége van: a kettős leírás, a logikai átjárhatóság, az átfordíthatóság.

A kettős leírás azt jelenti, hogy egy-egy jelenségcsoport magyarázatát legalább két szerveződési szinten történő leírással szükséges megadnunk. A sejt leírása például „sejtszinten” a szaporodás, táplálkozás, ingerlékenység, sejtkölcsönhatások, „molekuláris szinten” a kémiai reakciók, a katalízis, az anyagcsere-folyamatok, a makromolekula-szintézis stb. folyamatainak leírásával történik. Az egyedi állati viselkedés magyarázatát egyrészt az egyedi szervezet szintjén megfogalmazott, etológiai leírás, másrészt az idegrendszeri szinten működő molekuláris ideglettani mechanizmusok leírásának együttese adja. Az állatpopulációk viselkedését az ökológiai és az etológiai leírási szint magyarázza. Nagyon fontos, hogy amikor például emberi jelenségek leírásával foglalkozunk, nagy figyelemmel legyünk a szerveződési szintekre. Egy ember érez, figyel, gondolkodik. Ezeket a fogalmakat értelmezhetjük az egyedi viselkedés és az elmében zajló folyamatok szerveződési szintjén, de hatásukat kimutathatjuk társadalmi folyamatokban is. Sokszor olvashatjuk, hallhatjuk azonban, hogy az „értelmiség azt gondolja”, a „nemzet úgy érzi”, és esetleg olvasás közben az íróval egyet is értünk. De ha elgondolkodunk azon, hogy pontosan miről van is szó, kiderül, hogy itt hirtelen egy szerveződési szintváltás következett be, és nem biztos, hogy az egyén szintjén

modellként funkcionáló „gondolkodás” fogalma gyümölcsözően használható egy elég rosszul meghatározott társadalmi réteg esetében is. A „gondolkodás” itt nem modell már, hanem csak metafora, egészen más tartalommal, más jelentéssel. A tudományos gondolkodás legtöbb problémája éppen abból adódik, hogy egy leírásban, érvelésben észrevétlen marad a szerveződési szint megváltozása.

A logikai átjárhatóság egyszerűen azt jelenti, hogy az integrált tudományterületek bármelyik két jelenségét képesek vagyunk minden rákövetkező egységében értelmezhető logikai láncal összekötni. Például a cukorbetegség a biológiai, az atom a fizikai tudományok területére tartozó fogalom, a kettőt összekapcsoló logikai lánc a következő: a cukorbetegség az organizmus szintjén megjelenő tünetegyüttes, amelyet visszavezethetünk a hasnyálmirigyre, a vércukorszint szabályozására, az inzulintermelő sejtekre és egyébek között az inzulinra – az inzulin pedig fehérjemolekula, atomcsoportok, atomok találhatóak benne. A logikai lánc minden elemét kielégítő kauzális magyarázatokkal köthetjük össze. Az is nyilvánvaló már, hogy az inzulin csak az egyik molekuláris szereplő, tíznél is több fajta cukorbetegség van, és pontos molekuláris mechanizmusaik felderítése intenzív kutatások tárgya.

A harmadik jellegzetesség az átfordíthatóság, ez utal az egységes tudományos nyelvre, vagyis arra, hogy a logikai átjárhatóság bizonyítása során az egyes szerveződési szinteken alkalmazott magyarázatok szemantikailag egyenértékűek és egymásnak pontosan megfeleltethetők. A sejtszintű folyamatok leírását például pontosan átfordíthatjuk molekuláris folyamatokra.

A szupertudomány ma még csak a természettudományokat, a fizikát és társtudományait, a kémiát és a biológiát foglalja magában, de megindult a társadalomtudományok csatlakozása is, ez szükségszerűen a pszichológiai, szociológiai és gazdasági jelenségek természettudományos vizsgálatát kívánja. Az emberrel foglalkozó hagyományos tudományok közül a pszichológia reagált a leggyorsabban a természettudományok kihívására az evolúciós pszichológia irányzatának megjelenésével, amely éppen a biológiai megalapozottságú humánétológiát és evolúciógenetikát kívánja a

hagyományos pszichológiai szemlélettel ötvözni, több-kevesebb sikerrel. De beszélnek már molekuláris antropológiáról is, amely egyes antropológiai kérdéseket az emberi génszerkezet vizsgálatával kíván magyarázni.

Darwin zsenialitása az evolúciós történetet a biológia központjába helyezte. Mégpedig azzal a ma is érvényes, korszakalkotó felfedezésével, hogy a jelen struktúráit és organizációit csak akkor érthetjük meg, ha képesek vagyunk a struktúra és az organizáció többé-kevésbé pontos történetét lépésről lépésre megismerni és leírni. A biológiai történet olyan változások sorozata, amely egy jelenlegi létező lény és bármely korai, tetszőlegesen kiválasztott őse között hoz létre logikai kapcsolatokat. A történet egyben magyarázat is, hiszen minden létezőhöz egyetlen konkrét, saját történet vezet.

Tinbergen Nobel-díjas etológus nagy hatású, emlékezetes előadásában arról beszélt, hogy az etológiának kétfajta kérdésre kell választ keresnie, a *hogyan?* és a *miért?* kérdésekre. A *hogyan* kérdésre az állat megfigyelésével, anatómiai, élettani, biokémiai vizsgálatával kaphatjuk meg a válaszokat. A *miért?* kérdésre – például miért gondolják egyes fajok ivadékaikat, miért agresszívak vagy békések, miért jelentek meg bizonyos tulajdonságok egy adott fajban – viszont csak az evolúciós történet felderítésével adható értelmes válasz.

A *hogyan?* és a *miért?* kérdései tehát a biológiai tudományokban jelentek meg, és elsősorban ott, valamint a kapcsolódó tudományokban, a pszichológiában, társadalomtudományokban fontos a megkülönböztetésük. A fizika főként a *hogyan?*-ra keresi a választ. Newton erőtvénye magyarázatot ad arra, hogy két test kölcsönhatása hogyan zajlik, ilyen eseményeket megjósolhatóvá, kiszámíthatóvá is tesz, de arról, hogy miért is van erő, nem tud semmit sem mondani. A miért kérdések mindig a történettel rendelkező rendszerek kapcsán jelennek meg. Két test egymásra hatásának, fizikai következményeinek megértéséhez teljesen érdektelen, hogy az a két test honnan és miért éppen akkor került oda, ahol van. Csupán a tömegük, sebességük, formájuk számít a bekövetkező események szempontjából.

A történettel rendelkező rendszerek, mint például a bioszféra, felfoghatók egy olyan struktúrának, amely pillanatról pillanatra

változik, és a változások időbeli sorozata, azaz a történet vezethet el a miért kérdésre adható válaszokig. Ez egyben azt is jelenti, hogy ha elvben minden időpillanat hogyanját le tudjuk írni, vagy ki tudjuk számítani, akkor az időbeli visszapörgetéssel bármilyen miért kérdésre is választ kaphatunk. Jól ismeri ezt a módszert a történelemtudomány is, az egyes korok hogyanjaira adott válaszok finomításával, a sűrűbb időbeli mintavétellel lehet a miért kérdésekre válaszolni.

A *hogyan?* és a *miért?* kérdésekre adott válaszok azonban nem csak a tudományos gondolkodás problémái. Felvetnek az egész társadalmat érintő gondolatokat is. Minden kultúrában találunk racionális elemeket, technikákat, technológiákat, amelyek egy tárgyi vagy szociális konstrukció működését írják le, és értékétől, hatásaitól függetlenül csupán a konstrukció saját szerveződését vizsgálják. A kés, a nyíl, a géppuska, az autó, a komputer, a védőoltás, a rákszűrés racionális szerkezetek.

A racionális gondolkodás mindig a *hogyan?*-ra keresi a választ. Hogyan lehet gyorsabban eljutni valahova? Hogyan lehet több embert egymás mellé telepíteni? Hogyan lehet a Föld távoli vidékeinek eseményeiről gyorsan tudósítani? Hogyan lehet hatékonyan szervezni? Hogyan lehet még több embert etetni? Hogyan lehet az emberek szaporodását szabályozni?

Az érzelmi gondolkodás számára viszont a *miért?* a legfontosabb kérdés, és az érett kultúra erre tud megbízható válaszokat adni. Miért vagyunk a világon? Miért élünk? Miért halunk meg? Miért éppen ezt vagy azt a technikát, megoldást használjuk, és miért irtózunk más, esetleg hasonló alkalmazásától?

A korai érett kultúrákban a racionalitás mindig alárendelt volt az érzelmi gondolkodásnak, a társadalom apró előnyök, többletjavak érdekében nem volt hajlandó tradicionális értékeit és a miértekre adott biztos válaszait feláldozni.

Az archaikus társadalmakban a kultúra szövedéke egyetlen, egységes rendszert alkotott. A megvalósítható, kifejezhető vagy elképzelhető dolgok, az adott társadalom által használt modellek jelentése mindenki számára hozzáférhető. Modern időkben ez a helyzet teljesen megváltozott. Az egységes kulturális rendszer egymással alig kommunikáló tartományokra bomlott, és a jelentés

rendszerint csak egy-egy tartományon belül kereshető és értelmezhető. Gyakran előfordul, hogy más tartományokban keletkezett fogalmak új értelmezést kapnak, és a közbeszédben csak csillogó nyelvi bábjaikkal bíbelődünk. A tudományok, különösen a természettudományok egyre inkább magukba záródnak, és csak akkor kényszerülnek magyarázkodásra, ha valamilyen külső értelmezés az erőforrásaikat vagy a létüket fenyegeti. A másik oldalról nézve a közösség felnőtt tagjai képtelenek megítélni a közösségben folyó aktivitások nagy részét, megfelelő tájékozottság hiányában nem tudnak értéktételeket hozni. Pedig minden kultúra összetartó ereje, hogy tagjai megegyeznek a közös értékekben.

Jól ismertek a fizika ilyen problémái az atomkutatással. A biológia új eredményei a genetikában, a molekuláris biológiában most váltják ki a vitákat. A humán genom projekt, a széles körű génátvitel lehetősége növényekbe vagy állatokba, a klónozás és rövidesen majd a magatartást befolyásoló gének manipulációja vet fel a biológián túlmutató kérdéseket, az értelmezés újraformálásának igényét.

A probléma kettős természetű, egyrészt olyan magyarázatok, értelmezések kellenének, amelyek a biológián kívüli területek fogalmaival is leírhatók, és így, ha szükséges, az egész társadalom bepillanthat vegykonyháinkba, másrészt a tudományon, konkrétan a biológián belül olyan kultúraértelmezések szükségesek, amelyek a kutató számára elfogadhatóvá teszik a kulturális korlátok létezését.

Az új biológiai területek eredményei olyan viharos gyorsasággal születtek, és az eredményeket hozó tudományos mechanizmusok komplexitása olyan magas fokot ért már el, hogy igencsak megnehezült a hagyományos tudomány-népszerűsítés feladata. Az átlagos iskolai képzettség senkinek sem ad annyi ismeretet, amelynek birtokában képes valamilyen tudományos probléma megközelítésében akár csak a helyes kérdések feltevésére, nemhogy az adott válaszok helyes vagy helytelen voltának elemzésére, de semmivel sem jobb a helyzet a szaktudományokban jártas elme esetében sem. Egy-egy tudományterület részletes ismerete sem elegendő más területek problémáinak vagy éppen eredményeinek megértéséhez. Ennek az áldatlan helyzetnek végül az a következménye, hogy a társadalom mindinkább elfordul a

tudományok ismeretétől, sőt kifejezetten ellenséges lesz a tudománnyal általában. A meg nem értett tudományos eredmények gyanút keltenek, és primitív érzelmi reakciókat váltanak ki.

A mai háziállatok és termesztett növények a nemesítés hosszú és lassú folyamata alatt szinte a felismerhetetlenségig megváltoztak, alkalmazkodtak az ember által teremtett mesterséges körülményekhez, és csak azokban életképesek. Mindegyik valamilyen egyedi tulajdonságában változott meg, sokkal több húst, tejet, tojást, keményítőt vagy egyebet termel, mint amennyire természetes körülmények között szüksége lenne. Ez a változás mesterséges folyamat eredménye akkor is, ha a naiv szemlélőnek, viszonylagos lassúsága miatt, nem tűnik annak. Minden, amit az emberi kultúra megérint, „mesterséges” lesz, állat, növény, ember, folyó és agrárerdő. Ezen nem tudunk változtatni, ez a hatás ember mivoltunk egyik meghatározó eleme. A „természetes” paradicsom vagy alma apró és savanyú, majdnem ehetetlen.

Az, hogy most szellemes technikákkal a nemesítési folyamatot fel lehetett gyorsítani, ezen nem sokat változtatott. A „génrel fertőzött” paradicsom veszélye meglehetősen nagy badarság minden biológus számára. Ha elméletileg nem zérus is, de igen-igen kicsi a veszélye annak, hogy valamilyen új állatból vagy növényből rettenetes vírus szabaduljon a mit sem sejtő emberiségre, hiszen minden eddigi biológiai tapasztalatunk azt mutatja, hogy a biológiai struktúrák rendkívül specifikusak, csak abban a környezetben működnek, amelyhez alkalmazkodtak, amelyekkel összehangolódtak egy kiválasztódási folyamat során, többnyire évmilliók alatt. Durva hasonlattal élve: a helyzet olyan, mintha attól félnénk, hogy egy robbanómotor leírásának vagy tervrajzának valamelyik része véletlenül bekerülhet valamelyik porszívógyárba, és akkor ott, figyelmetlenség miatt, esetleg robbanásveszélyes porszívókat fognak gyártani.

Istenem, bizonyosan be lehet bizonyítani, hogy ennek sem abszolút zérus a valószínűsége.

Sorolhatnám még a példákat, de sok értelme nincsen. Bizonyos, hogy a biológiában járatlant meggyőzni nemigen lehet, és valószínűleg egészen másfajta megoldások is szükségesek, mint a népszerűen elmagyarázott genetika. Mielőtt ezekre térnék, vegyük

szemügyre a probléma másik oldalát. Miért nem lehet a tudomány, a tudós szabadsága korlátlan? Miért szólnak bele a tudós munkájába kívülállók, avatatlanok?

Minden kultúra lehetőségek és korlátok funkcionálisan összekapcsolt rendszere, amelyben azok, és csak azok a cselekvések, gondolatok, elképzelések értelmezhetők, tehát csak azok jelentenek valamit, amelyek az adott kulturális rendszerhez szervesen illeszkednek, amelyek komponensei a kultúrának.

Új ideák, új szokások csak akkor maradhatnak egy kultúra integráns részei, ha képesek a meglévő rendszerhez illeszkedni, ha csak éppen annyit változtatnak, ami még nem rombolja le a kultúra bevált, kipróbált mechanizmusait. A változtatásnak, az újnak és a hagyományosnak, megtartónak a megfelelő aránya a kultúrák evolúciójának legfontosabb paramétere.

Minden kultúrában található tilalmak, tabuk. Ezek egy része racionálisan is indokolható, például a közeli rokonok házasságának tilalma, de sokszor a tabu csak valamilyen homályos sejtés vagy egyszerűen egy nem tisztázott, nem átlátható következmény elhárításán alapszik, lehet persze tévedés is. A kultúra nem racionális, logikája érzelmi természetű.

Az érzelmi reakciók hálózata képezte az első logikai rendszert az állatvilágban. A vonzalom, az ellenszenv, a bizalmatlanság vagy a bizalom, a fájdalom, az öröm, a düh az állati viselkedés megbízható irányítói, az állat cselekvéseit, döntéseit irányító ősi mechanizmusok. Az emberi kultúrákat is alapvetően emocionális döntési mechanizmusok mozgatják, de a biológiai természetű idegrendszeri mechanizmusok az emberi evolúció során kiegészültek kulturális komponensekkel is anélkül, hogy a döntési rendszerek érzelmi meghatározottságát megváltoztatták volna. A hűség, az idegengyűlölet, a vakhit, a bizalom és a bizalmatlanság, a szolidaritás, a hagyományok tisztelete a különböző kultúrákban logikai rendszerként működik. Az etikai, a morális szabályok alapvetően szociális érzelmeket fejeznek ki, amelyek nélkül a kultúra és a társadalom működésképtelen lenne, mint ahogyan az állat vagy éppen az ember is lélektelen robot lenne érzelmek nélkül.

A kulturális evolúció kései fázisában megjelent a racionális, és még később a tudományos gondolkodás. A racionalitás egy

absztrakt koncepció, logikája finomabb, mint az érzelmeké, tanulható, és többé-kevésbé állapotfüggetlen. Olyan eseményekre, tárgyakra és aktorokra vonatkoztatható, amelyek vagy akik az alkalmazóval szemben érzelmileg közömbösek. A természettudományok a sikereiket éppen a racionalitásuknak köszönhetik, annak, hogy képesek a gondolkodásukat, bizonyos korlátozott területeken, kivonni az érzelmek logikája alól, és a racionalitás alá helyezni.

A kultúra egésze erre képtelen, és talán nem is lenne hasznos az ősi, sok százmillió éve bevált rendszert néhány absztrakt egyenlet kedvéért elvetni.

Az archaikus kultúrák nem hisznek a racionalításban, félnek tőle, és erre minden okuk megvan. Racionalitáson alapszik már a nyíl is, az ágyú nemkülönben, racionális az atombomba, a vegyi és biológiai fegyverek is. A gépkocsiban tudományos racionalitás vezérel apró robbanásokat, ez forgatja a kereket, és ez teszi lehetővé a haladást, mellesleg mérgező gázok keletkeznek, de ezek a haladás szempontjából teljesen közömbösek.

A tudomány szabadsága a racionalitás szabadsága. Mindent meg kell ismerni, ami megismerhető. Nincsenek kitüntetett ismeretek, az egyes ismeretkomponensek egymáshoz kapcsolódnak, egymást segítik, a tudomány szövedéke nem szelektálható szerves egész, ami ma esetleg kevésbé fontos, holnap az lehet a legjelentősebb.

A tudomány – kifejlődése során – számtalan *hogyan?*-ra keresett és talált választ. Van autó, repülő és rakéta, van rádió, televízió és számítógép, vannak új haszonállatok és növények. Az ismeretből, ha csak akkor és ott alkalmazom, ahol szükséges és kiszámítható, kár nem eshet. De ha mégis, a kár is számítható.

Az emberi társadalom kettős természetű. Az ember biológiai adottságai és a kultúra struktúráinak kölcsönhatásaiból alakul ki. Minden kultúra értékek, lehetőségek és korlátok funkcionálisan összekapcsolt rendszere, amelyben azok, és csak azok a cselekvések, gondolatok, elképzelések értelmezhetők, tehát csak azoknak van jelentésük, amelyek az adott kulturális rendszerhez szervesen illeszkednek, amelyek komponensei a kultúrának.

Ismereteinket, technikáinkat tehát egy evolúciós rendszer működésének köszönhetjük. Ez a rendszer teszi, amire képes, de



elvileg nem várható, hogy majd valamiféle új szemléletből vagy nagy világegyenletből eredeztetve olyan alapvető felfedezésekre jut, amelyek a világ vagy akár csak a világ egy kis része működésének abszolút magyarázatát, és következményként abszolút manipulálhatóságát adja. Ilyen képességet csak istennek szoktunk tulajdonítani.

Végül egy apró tanulságos történet. Még biokémikus koromban az egyik kollégám elcsent néhány lapot a kislánya egyik mesekönyvéből, és behozta a biokémia tanszékre. Színes rajzok voltak rajta, egy nagy gombolyag fonál, amit egy cica kezdett el kergetni, kollégám szerint kíváncsi lett a gombolyag értelmére, kergette, kergette, a gombolyag fogyott, fogyott, és a végén a szerencsétlen, csalódott cica ott állt egy ugyanolyan fonaldarabbal, mint ami a nagy gombolyagból lógott ki még a kergetés előtt.

## 15. A technológia mítosza

Az előző fejezetekben tárgyalt, a közösségekhez vezető embertulajdonságokat főként etológiai és antropológiai irodalom, adatok alapján vizsgáltam, a közösségek konstrukciója négy összetevőjét is ezekre támaszkodva állítottam össze. A hatvanas évek végén, hetvenes évek elején viszont rájöttem, hogy a különböző tudományterületek nem olvassák egymás irodalmát. Három, a maga területén elismert írásra akadtam, amik jelentős hatást gyakoroltak a gondolkodásomra, pedig a humánétológia és az evolúciós elmélet az ő teóriáikat nem befolyásolta.

Egy nagy szintézis lehetősége nyílt volna meg, amihez viszont a társadalomtudományok területéről én nem tudok eleget. Most itt csak arra szorítkozom, hogy saját munkámat a négy szociológus, filozófus Peter Berger és Thomas Luckmann (*Social construction of reality*), Jacques Ellul (*Technological Society* és *Propaganda*), valamint Lewis Mumford (*The Myth of the machine*) írásaival (az első és a harmadik magyarul is megjelent) összekössem.

Berger és Luckmann könyve, *A valóság szociális konstrukciója*, alaposan befolyásolta az elmúlt évtizedekben a szociológiai gondolkodást. A mai társadalomban született ember nem valamilyen kisebb, zárt közösség hiedelmeit kapja útravalóul, hanem társadalmi intézmények, iskola, egyetem, vállalatok, televízió, újságok, pártok által konstruált mesterséges szociális valóságot, amelyben pontosan kijelölik az egyének pozícióit, társadalmi funkcióit, kiből lesz munkás, kiből igazgató, tanár, orvos, politikus, és azt is, hogy ezekben a szerepekben hogyan kell viselkedniük, hogy megfeleljenek a társadalmi elvárásoknak, amelyeken módosítani kevés lehetőségük van. Modernebb társadalmakban fontos szerepet kap egyes szociális struktúrák intézményesülése. Az intézmények hálózata a társadalmakban élők számára már a valóság adott, tárgyiasult

formájaként jelenik meg, elfedve az eredeti szociális konstrukciós aktusokat.

Úgy gondolom, az ember esetében a közösségi szerkezetek, kultúrák hihetetlen változatossága azt igazolja, hogy ezek kialakulása öngerjesztő kulturális folyamat. Ugyanakkor az antropológiai, humánétológiai adatok azt is mutatják, hogy bár elképesztő a változatosság, mégis léteznek genetikai korlátok. Az emberi szocialitást a kultúra kialakítására adott genetikai képesség jellemzi. Még mindig az ősi közösségeknél maradvá láthatjuk, hogy minden kultúra feltétele a csoporthűség, feltétele a közös hiedelmek elfogadása, és ez a kettő egyben alapvetően meghatározza az egyének és a közösség viszonyát is. A hiedelmek folyamatos keletkezése és cseréje nemcsak szokásokról, technikákról szól, de meghatározza az egyén szociális helyzetét is a közösségében. Ha valaki alkalmazkodó természetű, kerüli a konfliktusokat, a közösség ezt hiedelmeivel tudomásul veszi és számontartja, ugyanígy azt, ha valaki domináns szerepet vállal, és gyakran próbálja a közösség véleményét ilyen vagy olyan irányba befolyásolni. A közösségi hiedelmek mintegy tükröt tartanak az egyén számára, aki persze maga is folyamatos alkotója a közösségi hiedelmek tükrének.

Az egyének szociális meghatározásán kívül a legfontosabb hiedelemfunkciók egyike, hogy tömör, egyszerű képet nyújtson arról, milyen a közösség, tehát mit gondol magáról, mi a célja, mit képzel a világról. Ez azért fontos, mert ha nem lenne, akkor értelmetlen emberek számos különféle hiedelmet ápolnának a világról, és ez a közös működést ellehetetlenítené. Sok kultúra tanulmányozásából úgy tűnik, hogy az egységes világnézet mindegyiknek fontos. A kultúrák életében ezek a hiedelmek egy szakralizációs folyamatban alakulnak ki. Az ételkészítés technikáján lehet és érdemes vitatkozni, a szent hagyományokon nem. A szakralizáció jelentősen leszűkíti a közösség tagjainak gondolkodási terét, tabuk, tilalmak jelennek meg, némelyiknek praktikus oka van, mások csak korlátozzák és hasznos csatornába terelik a közösség tagjainak gondolkodását.

Jacques Ellul *Propaganda* című írása azt fejtegeti, hogy a modern társadalmak, amelyek már nem közösségek, életében is meghatározó folyamat egy lehetőleg hitté alakítható elgondolás az élet és a társadalom céljáról. Valamilyen aránylag egyszerű,

könnyen felfogható gondolatrendszer, ami a hívőknek az értelmes élet bizonyosságát kínálja.

Ellul amerikai és német példákkal támasztja alá az elképzelését. És valóban, a piac szentségében és a javak elosztásának kapitalista módjában hívők számára a sikeres élet az ügyes vállalkozásokon keresztül vezet, és ha valaki kiemelkedik a tömegből, jól éli az életét. Ez a szociális konstrukció piaci egyenleteken alapszik, ha bármit kapsz, ételmet, otthont, egészséget, fizetned kell érte. Ha ezt meg tudod tenni, sikeres vagy.

A közösségek szociális konstrukciója csak az egyik, talán legfontosabb lehetősége az ember genetikailag meghatározott konstrukciós készségének. A gondolatok darabolása, kombinálása adja az emberi kreativitás alapját, ennek nyelvi kifejezésével keletkeznek a történetek, mesék, a hasznos technikai találmányok, a művészet. Ellul másik fontos műve a technikai társadalomról szól. Szerinte az ember a modern társadalomban minden felmerülő problémához valamilyen technikai megoldást keres, és mindig talál olyat, amely a felmerült problémát az adott korszakban megoldja, de a megoldás akár száz új problémát okoz, és ezekre is létezik technológiai megoldás. Ilyen módon a társadalom egy technológiai mókuskerekbe záródott, amiből nem képes szabadulni. Hajszolja a megoldásokat, és egyre újabb megoldandó problémákat keletkeztet. Ez egyfajta csapdahelyzet, amelyből a technológiákat használó társadalom képtelen kijönni. Ellul példái egyszerűek: a középkori alacsonyabb népsűrűségű városokban nincs csatornázás, terjednek a járványok. Egyszerű technológia, csatornázni kell, esetleg vezetékes vizet használni. A problémát ez megoldja, de a következménye, hogy a városok lakossága felduzzad, mert az emberek nem halnak meg a járványokban, és sűrűn lakott városok szennyezett levegője, ellátási, szabályozási gondjai jelentkeznek. Természetesen ezekre is születik technológiai megoldás. Ellul mókuskereke nagyon valóságosnak tűnik, a társadalmi problémák technológiai megoldásai sohasem ígérnek a befejezést, csupán átmenetet egy másik problémahalmazba. Az is felvetődik, hogy érdemes-e az ember egyik készségét, a technikai kreativitást a végletekig fejleszteni, vagy az emberi élet harmonikusabb lehetne egy biológiai ökoszisztémában, ahonnan tulajdonképpen származik.

Ellul gondolataira jól rímelnek Mumford elképzelései *A gépek mítosza* című írásában. Amikor az ember a szaporasága miatt kénytelen volt a gyűjtögető, vadászó életmódot feladni, és növénytermesztésre kényszerült, a gabona tárolása, elosztása, újratemelése olyan technikákat igényelt, aminek az archaikus közösségek szervezete nem kedvezett. Kialakultak az „embergépek”, azaz olyan mesterségesen szervezett csoportok, amelyek valamilyen konkrét problémát, a magtár őrzése, folyamatos kenyérsütés, folyamatos fémművesség és hasonló, tudtak elvégezni. Ezek ugye nem közösségek, többet állítanak elő, ha termelnek, mint amire nekik szükségük van. A közösségekben élő ember hajlandó szabályokat elfogadni, könnyen rá lehet bírni valamilyen szükséges feladat elvégzésére. Ezt a tulajdonságát lehet emberekből álló gépek, vagyis logikusan szervezett konstrukciós funkciók ellátására alkalmas csoportok szervezésére hasznosítani. Így lesznek hadseregek, kovácsok, pékek, iskolák, kórházak, gyárak. Mumford gondolatai teljesen megfelelnek annak a felismerésnek, hogy az ember genetikailag alátámasztott közösségképző tulajdonságai a modern társadalmakban is hatékonyan működnek. A mai időkben a társadalmat már nem közösségek dominálják, hanem a szervezetek, Mumford *gépei*. Természetesen sokszor előfordul, hogy egy-egy szervezet a közösség hatékony hívószavával igyekszik elfedni természetét, de ahol fizetnek a részvételért, ahol a nem teljesítőket kirúgják, ott nem lehet közösségekről beszélni.

Azt gondolom, hogy az itt egészen röviden vázolt koncepciók, valamint a humánétológia evolúciós teóriái tökéletesen kiegészítik egymást, és lehetőséget adnak a társadalmi folyamatok valamelyes megértésére. Erre tettem kísérletet az *Íme, az ember* című könyvemben.

## 16. Globális társadalom

Humánétológiai vizsgálódásaim eredményeit a természetes közösségek leírásában foglaltam össze. Az ember biológiai adottsága, hogy működő közösségeket szervez a közös akciók, közös hiedelmek, közös konstrukció és a hűség tulajdonságaira építve. Arra semmiféle genetikai támogatás nincsen, hogy ez a közösség kulturális, szociális, gazdasági szerveződését illetően milyen legyen, ezeket eldönteni a kultúra feladata, de bármilyen kultúra, bármilyen társadalom épül is fel valamiképpen, az a közösségeket szervező biológiai tulajdonságokon alapszik. Nagy kérdés, hogy a kis csoportok, száz vagy néhány száz ember kapcsolatait szabályozó alaptényezők hogyan működnek akkor, ha már nyolcmilliárd ember él és tart valamiféle kapcsolatot ezen a bolygón.

A közösségek kialakításának képessége, a biológiai adottság most is működik, de a kultúrák önfejlődése különös változásokat hozott. Az egyik a bioszférából történő kizáródás különös kísérlete. Az archaikus kis közösségekben a kultúra jól átlátható kicsi, zárt buborék, amelyben élni, szaporodni lehet, védelmet nyújt, és szervezi az életet a bioszférába illeszkedve. Minden, ami a buborékon kívül van, idegen, lehet közömbös, vagy ellenséges, megszerzhető vagy megszerzendő. A kultúránk a világunk, benne éltek már az őseink, és reméljük, leszármazottaink számára is megfelelő lesz. Csak ez lehet nekik jó, csak ebben élhetnek emberhez méltó életet.

Rajtunk kívül minden más élőlény csak a neki rendelt, a tulajdonságaira simuló ökológiai fülkében életképes. Sivatagi állat a sivatagban, jegesmedve a jégmezőn érzi jól magát. Kultúrájával az ember saját maga hozta létre az élhető ökológiai fülkét, és ez hordozható, kultúrák tagjai megélnek a sivatagokban és a jégmezőkön is. Amióta, nemrégiben, az archaikus közösségek

összeolvadtak, városok, nemzetek, államok keletkeztek, a kultúra összetettebb lett, kultúrával hódítottuk meg a bolygót. A kis közösségek kultúrája mindig beilleszkedett a bioszféra azon részébe, amelyet elfoglalt. A globális populáció végtelen erőforrásnak hiszi a bioszférát, kizsákmányolja, pusztítja, lassan önmaga létét is veszélyezteti. Az ember hajlandósága a közös akciókra, közös hiedelmekre bizonyos populációméret felett alkalmatlan a bioszférában való tartós életre, mert csak használja a bioszférát, de nem járul hozzá annak folyamatos újraépítéséhez, ami saját létezésének is feltétele.

Az is nyilvánvaló, hogy minden erőfeszítése ellenére az ember a bioszféra része maradt. A Földön a bioszféra hozza létre az éltető oxigént, szabályozza a vízháztartást és a szén-dioxid koncentrációját. Ezek paramétereinek kismértékű változása is katasztrofális lehet az ember számára. Kiirthatjuk az összes tengeri halat, és helyettesíthetjük őket pillepalackokkal, elpusztíthatjuk az erdőket a bennük lakó állatokkal együtt, elzárkozhatunk beton felhőkarcolókba, de szoros kapcsolatunkat például az életfenntartó mikroorganizmusokkal nem szüntethetjük meg. A bőrünkön, a bélrendszerünkben aktív mikro-ökoszisztéma tartja fenn személyes biológiai életlehetőségünket, több mint háromezer faj. Egyedeik létszáma meghaladja az emberi testben lévő sejtek számát. Működésük befolyásolja az elme állapotát és az egész test működését. Számtalan fajt kiirtunk, ugyanakkor az emberek a háziállatok mellett vad állatfajok egyedeit fogadják be, ápolják, szaporítják. Lassan ez lesz számukra a végső menedék. Ugyanez történik különleges növényekkel. Az embernek veleszületett vonzódása van a természeti kompozíciók iránt, mint ezt Edward O. Wilson részletesen feltárta. Nem a betonvárosok, bármennyi girlanddal övezettek is, hanem a ligetes, laza erdők, mezők látványa vonzó számunkra igazán, és ha nem szoktatnak le róla gyermekkorunkban, az állatokat is szeretjük.

Ha szemügyre vesszük fajunk legfontosabb viselkedésbeli késztetéseit, felismerhető a bioszféra megtagadásának eredete. Visszavezethető az emberi kultúrákat kialakító szabályrendszerekre. Az ember géneiben kódolt szenvedélye a szabályok szerkesztése és a szabályok betartása, vagy éppen a szabályok elleni lázadás.

Minden fejlett kultúra az adott *biokulturális élıhetőséget* formába öntő, funkcionálisan zárt és generációkon keresztül továbbadható szabályrendszer. Ez teszi lehetővé a bioszférába illeszkedést és az együttműködés révén a közösségi életet. Szabályok védenek meg a tévelygéstől, a helytelen, káros viselkedéstől, szabályok parcellázzák az élıhetőséget, kinek híd alatt, kinek palotában. A szabályok zárt rendszere már az archaikus közösségekben öncélú, csak az élıhetőség szabja meg, melyik szabálynak milyen a funkciója. Az archaikus, kicsi élıhetőség felső korlátot jelentett a szabályrendszer struktúrájában, csak azt tesszük, ami a rendszer egészével nincs ellentétben. Az élıhetőség korlátai felismerhetők, egyértelműek.

A közösség egészének értelmét, célját megfogalmazó mítoszok általában kapcsolatosak a bioszférával, elismerik azt mint az élıhetőség feltételét, és a gazdag szociális kapcsolatrendszert tekintik a létezés értelmének.

Az összetettebb társadalmakban a közösségek mellett megjelentek a szervezetek is, amelyek bizonyos konkrét célokat szolgáló szabályrendszerek alapján működnek: előállítanak valamit, szolgáltatnak, védenek vagy támadnak, de felső korlátaik nincsenek. A szervezet azonban nem a tagjainak élıhetőségét szolgálja, hanem a saját jól kialakított céljait. Nincsen tekintettel az őt alkalmazó populáció egészének élıhetőségére. A fejlődés kezdeti periódusában a bioszféra végtelen erőforrásnak tűnik, a szervezetekről alkotott hiedelmek kizárólag az erőforrás kihasználásának hatékonyságáról szólnak.

A későbbi, modern időkben alig találunk valódi közösségeket, de elképesztően sokféle szervezet működik, ez vezetett a szabályok korlátok nélküli halmozódásához. Életünk valamennyi apró részletét igyekszik a társadalom szabályozni: pontosan mikor és hogyan taníttassuk a gyerekeinket, mikor és hogyan válasszuk vezetőinket, mikor hagyhatjuk folyamatos munkánkat abba és pihenhetünk valamennyit. Behálózna már a szabályok, szabályok szabályozzák a szabálykészítést is, és ez az önmagára visszacsatolt művi rendszer kezd élıhetetlenné alakulni, megszaladt, mint az evolúcióban annyi más tulajdonság. A populációnak kicsi az affinitása az olyan hiedelmek elfogadására, amelyek ezt a végtelennek képzelt szabályvilágot hatékonyan korlátoznák.



A speciális célok szerint működő szervezet embertagjai funkciókat töltenek be, dolgoznak, terveznek, irányítanak ébrenlétük nagy részében, és ez a tevékenységük teljesen elkülönül házas társaiktól, gyerekeiktől, barátaitól, a kultúra értelmes lehetőségeitől. Teljesen alárendelődtek a szervezet céljainak, eleinte a pusztaság megélhetés biztosítása miatt, később azért, mert a társadalom kényszerítő hiedelmekkel, pénzzel, pozícióval, elismeréssel biztosítja a szervezetek szolgálatát.

Megszaladt a szabályokon alapuló technológia is. Ellul világosan felismerte ezt. Nem az élethez szolgáló tárgyakat, élelmet kreál, hanem választékot, divatot, kozmetikát, hobbit, reklámot, politikát. Mumford remek analízisében, amit már említettem, a letelepedéssel és a növénytermesztéssel kezdődött kiépülni az ember szerelme a praktikusan működtethető gépek iránt. Először gabonát kellett felhalmozni, a raktárat megvédeni, az elosztást szabályozni. Jöhettek a hadseregek, a gépek és az ezeket irányító vezérek, királyok. A következő nagy ugrás az ipari forradalom tengernyi gépe. Gépek mint aktuális tárgyak, amelyek legnagyobb része újabb gépek előállítását szolgálja, de a gépeket előállító szervezetek is gépek, embergépek, amelyek racionális, logikus felépítésükkel a termelést, az eredményt szolgálják. Készítésükkel kapcsolatos hiedelmekben nincsen felső határ. Nem ismerjük azt, hogy most már elég, már mindenkinek van fedél a feje felett, mindenki kap enni a termésből, foglalkozhatunk mással is. Az elégnék csak az archaikus kultúrák nyelvén volt értelme. Megjelentek a különböző hatalmi szervezetek fészkes képződményei és a háborúkkal járó agresszív verseny ezek között a javakért, hatalomért. A termelési technológiákkal kapcsolatos hiedelmek funkcióik miatt a bolygó egészén többé-kevésbé azonosak, és ezzel lehetővé vált a teljes humán populáció egyesítése a piac és a technológia mítoszával, ami együtt járt a legkülönbözőbb vallási mítoszok degradációjával.

A termeléshez a bolygó egészén kiépített irtatlan embergép célszerű, hierarchikus, és nem a közösségi embert szolgálja. Valójában egyre nagyobb, egyre hatékonyabb kíván lenni, híján van a humánumnak, a szolidaritásnak, érzelmeknek, hűségnek. És ami a legkárosabb, hierarchikus, racionális szerkezetét ráerőltette a kultúra egészére. Kialakult a piac-technológia mítosza mint általános

világmagyarázó elv, amely szerint az életünk értelme, célja, hogy beilleszkedjünk, és minden erőnkkel fejlesszük a különböző technológiai folyamatokat, termeljünk és fogyasszunk. A piac örült eszméje a folyamatosan növekvő termelésről, fogyasztásról nem hagy teret az emberek életében spiritualitásnak, művészetnek, szolidaritásnak, sokszínű életcélok virágzásának.

Csak a pénzt, a pozíciót, az anyagi javak megszerzését és a kíméletlen versenyt kínálják kizárólagos eszközként az élet értelmének megfogalmazásához. Berger és Luckmann részletesen vizsgálták, hogy a modern társadalom hogyan hozza létre saját szerkezetét, hogyan definiálja az egyes társadalmi pozíciókat, intézményeket, hogyan változtatja valósággá ezt a szociális konstrukciót. Ez a technológiai kultúra rendezett, hatalmas ipar létesítményekben kitűnően működik, de képtelen a szaporodásunkat észszerű szinten tartani, képtelen a bőség szarujából mindenkinek arányos részt juttatni, képtelen a hatalmat korlátozni, képtelen végleg eldobni a háborús agresszió eszközeit. Képtelen a bioszférával való együttélésre. Képtelen önmaga szabályozására, elszennyezi, felmelegíti a bolygót, és lassan megszünteti az emberi élet további lehetőségeit. Ha nem történik változás, a piaci-technológiai kultúra csődbe fullad. Érdemes szétnézni, hogy a kreativitás ilyen magasrendű fokán álló társadalom milyen egyéb élhető és megvalósítható célokat képes felmutatni, milyen új mítoszt tud konstruálni, amelyekben a bioszféra stabilis marad, a javak elosztásában a szükségleteket is figyelembe veszik, a lakás, ételmezés, közlekedés, oktatás, egészségügyi ellátás minden embernek kijáró szolgáltatás lesz. Ehhez szükséges az is, hogy a társadalmi elismerés ne a javak megszerzőit illesse, hanem azokat, akik valamilyen formában a társas kapcsolatok fejlődéséhez járulnak hozzá. A mai társadalmakban a legfontosabb társas kapcsolatnak a politikát tüntetik fel, amely a hatalom megszerzésének és működtetésének folyamata. A politikai tevékenységet is a piaci-technológiai hiedelemrendszer formálja. A hatalom nemcsak arra szolgál, hogy a lokális szociális problémákat kezelje, hanem meredek hierarchikus struktúrákat épít ki, és ezekben sincsen felső korlát. Azt hiszik, egy ideológia, egy szervezet, egy párt, egy ember struktúrája a legmegfelelőbb szerkezet a bolygó irányítására. Ez is

megszaladási folyamat, a hatalom nem ismer belső korlátokat. Helyére kéne tenni, egy decentralizált, együttműködésben alkotó világ sikeresebb lehetne.

Az archaikus közösség kulturális alapja a gondolatok kommunikációja volt, ez kizárólag a beszélt nyelven nyugodott, abban keletkezett, és abban is végződött. A közösség gondolatait tagjai memóriájukban őrizték, ez egyszerű volt, és kielégítő. A modern technológia lehetővé teszi nyolcmilliárd ember közvetlen kommunikációját. Kialakult egy irdatlan kreatív tér, amibe nyolcmilliárd ember öntheti gondolatait, vágyait, félelmét, örömét, haragját, és ha szükségét érzi, meríthet is belőle.

Hogyan szelektálódnak az itt kavargó gondolatok? Ki szabályoz? Szabályoz-e valaki egyáltalán? Itt van például az egész bolygót érintő klímaváltozás kérdése. Évtizedekig gyűltek a klímaváltozásról korrekt, megbízható, ellenőrizhető adatok. Az emberiség kollektív egésze lassan elfogadta, lassan, de mégis. Csak az a probléma, hogy ez a lassú elég gyors-e. A szabályozatlan szabályok miatt féltő, hogy leáll a racionális válasz lehetősége, amit az éghajlatváltozásra adhatunk, vagy legalábbis sokáig áll majd; elég gyors lesz-e ez a lassú? A technológiai kultúra képtelen valami olyat szabályozni, ami nem termelés, hanem éppen a termelés szükséges átszabása, esetleg csökkentése. A piaci érdekek individualizálódása miatt a közösségi érdek, mint érték, eltűnt, holott az ember saját evolúciójának legfontosabb vonása éppen az volt, hogy az individuális szelekció mellé, annak jelentős korlátozásával megjelent a csoportszelekció és a csoportérdek is.

Az archaikus közösségekben a mindennapi élethez szükséges többé-kevésbé elfogadott hiedelmek tárháza mellett kialakult a nagy ívű, nem vitatható hit konstrukciója is, a közösség létének értelméről, tagjai céljáról, a környezetükkel való kapcsolatukról. Ez a szakralizált hit rendkívül fontos a közösség összetartására, és létfeltételeik negyedik összetevőjének, a hűségnek kiváltására. A modern globális társadalomban a piaci-technológia mítosz a társadalom tagjait folyamatos versenyre készíti, és csak az eredményt jutalmazza, semmit sem kínál a hűségért.

Elveszi a megvalósulás örömét, mert az emberek közötti versenyt állandósítva, mindenkire kiterjesztve nincs olyan állapot, amely

beteljesült célnak volna tekinthető. Mindig lesz több, szebb, drágább, újabb.

Nagyon lényeges ennek biológiai vonatkozása. Különböző élettani tulajdonságaink megnyilvánulásában van egy meghatározott korlát, ami a tevékenységet a test épségének biztosítására megállítja. Jóllakunk és nem eszünk tovább, iszunk és abbahagyjuk, ha már nem vagyunk szomjasak, futunk és elfáradunk, még mielőtt a kimerültségtől összeesnénk. Ezek kitűnően működő szabályozórendszerek, bárki tapasztalhatja a saját életében. Sok egyéb, talán észre sem vett ilyen szabályozórendszer működik, ilyen például a babák testtömegének értékelése. Az ideális tömegűnek tekintett újszülött körülbelül három és fél kilogramm, kicsivel lehet kevesebb vagy több. Viszont ha a testtömeg ezt jóval felülmúlja, például egy tíz kilogrammos baba esetében, akkor a babák láttán a nőkben, férfiakban egyaránt megjelenő szerető, kedves jóérzés eltűnik, és helyette undor, félelem dominál. Tehát az emberi agyban öröklötten ott van a *normális* baba lehetséges tömege és persze formája is, amelyre mindenki vonzódással reagál, a nagyon eltérőre taszítással. Végiggondolhatjuk, milyen evolúciós előnye van ennek a korlátnak; extrém esetekben akadályozza a torz utódok gondozását. Nem is mutatnak a reklámokban óriási méretű babákat, de, mondjuk, csirkecombot igen, mert az ehető dolgok mérete bármekkora lehet.

Az archaikus közösségeket elhagyó kultúrákban megjelentek olyan lehetőségek, mint a hatalom, a pozíciók, a bírhatnék, a tulajdonlás különböző formái, az ezekre vonatkozó vágyaknak nincsen semmiféle korlátjuk, mert az evolúció korábbi szakaszában ezek megszaladása, értelmetlen méretűvé alakulása nem fordulhatott elő. Tapasztalatból is ismerhetjük, hogy vágyaink korlátlanok. Cipőt, kerékpárt, autót, repülőgépet, helikoptert, űrhajót is kívánhatunk. Nincs korlátja a vágyaknak. Sajnos a jelenlegi kultúrák azt is lehetővé teszik, hogy ezek az értelmetlen vágyak bizonyos esetekben megvalósuljanak, és ezzel további ösztönzést adjanak mindenkinek a képzelete szárnyalására. Nyolcmilliárd ember él a Földön, napi néhány száz forint értékű átlagos jövedelemből, és aki nagyon-nagyon vágyakozik, milliárdos is lehet bármely valutában. A határtalan vágyakat ösztönző piactechnológiai gazdaság csak a piac működését szolgálja, a bolygót, annak kultúráit, lakóit tönkreteszi.

Milyen szerencsések lennénk, ha genetikai korlátai lennének vágyainknak, néhány millió után undorodnánk a további megszerzésétől, ugyanez vonatkozik a pozíció, a hatalom élvezetére is.

Hogy ez nem képtelen gondolat, igazolja az is, hogy a valóban sikeres vallások hiedelemrendszerében megjelentek ezek a korlátok mint a hit alapvető elemei. A korai keresztény hit nem kért a hatalomból, a vagyon elosztását tanácsolta. Nem is lett volna alkalmas a Római Birodalom meghódítására, ha a niceai atyák bölcsen nem változtatnak rajta. A vágyakról való lemondást megtaláljuk a görög Epikurosz kertjében és buddhista tanításokban is.

Egy vágyait kordában tartó emberiség valószínűleg békésen élhetne a bolygón, és a megfelelően beállított korlát nem akadályozná a kreatív aktivitást, ha valaki azt hinné, hogy korlátlan vágyak nélkül az emberek abbahagynák az alkotótevékenységeket. Csupán a pusztulást eredményező vágyak kerülhetnének a fantázia birodalmába.

Érdekes kísérlet zajlik a Bhután királyságban, Ázsiában. A buddhista vallásra támaszkodva megkísérelnek valamiféle egyensúlyt kialakítani a globális világgal a komputerrel, mobiltelefonnal, televízióval és az ősi buddhista szertartásokkal. Meg szeretnék őrizni kivételes környezeti adottságaikat, és a modern vágyak korlátozása mellett valamiféle demokratikus társadalmi teret is biztosítani. A szándék nagyon érdemes, hosszú idő után lehet majd eldönteni, hogy sikeres-e.

Végül szeretnék néhány gondolatot kifejteni az élet értelméről, de a legegyszerűbb, ha Tóth Balázs barátommal közösen írott egyik cikkünkben idézek néhány bekezdést:

## Hiedelem minden gondolatunk<sup>{3}</sup>

### *A létezés értelme és az élet jelentése*

Az emberre jellemző, hogy nemcsak az érdekli, amit közvetlen tevékenységével éppen végez, hanem az is, hogy az adott munka hogyan illik bele a nagyobb egészbe, hogyan valósul meg

valamilyen kitűzött cél. Ez oka annak, hogy az ember folytonosan keresi a folyamatok, dolgok „értelmét”. Miért így van, miért nem másképpen. Sok időt töltünk azzal, hogy a komplex társadalmi, természeti folyamatokat megértsük, ami azt jelenti, hogy képesek vagyunk az „egészet” értelmes, kisebb, egymással funkcionálisan összefüggő részekre bontani és újra összerakni. Az is egyértelmű, hogy ebben a szétbontási-összerakási-szerkesztési folyamatban nagy szerepet játszanak meglévő hiedelmeink.

A komplex folyamatokat befolyásoló sokféle jelenség, dolog között az egyik jelentős tényező az éppen saját magunk. Az ember tehát általában nem elégszik meg azzal, hogy jóllakott, van pihenőhelye, nem szomjas, tehát békésen nyugodhat és elégedett lehet a világgal, hanem folyamatosan keresi a saját létének értelmét a nagy kerek egészben. A társadalmak a legkülönbözőbb segítséggel szolgálnak ehhez az emberi kívánsághoz, legelsősorban a vallások, amelyek mindegyike igyekszik az egyént a világ folyamataiba megnyugtatóan elhelyezni, értelmet adni létezésének. De sok más szerveződés is végez ilyen szolgáltatást. Légy jó katona, vitéz harcos, és az életed értelme a tökéletes szolgálat, kis csavar vagy a nagy gépezetben, de fontos, és ezért élsz. A család is értelmezi saját magát. Anyának, apának szociális funkciói vannak, és ezek teljesítése adja életük értelmét. Sok gyerek, sok unoka világra segítése megadja a létük értelmét, persze csak akkor, ha hisznek ebben. A korai társadalmak emberei nehéz körülmények között éltek, szüntelenül dolgozni, esetenként küzdeni kellett a puszta megmaradásért, tehát nem volt nehéz az embereknek életük értelmét megtalálni. A modern társadalmakban a szolgáltatások dominálnak, a technológiák fejlettsége rengeteg hagyományos emberi munkát tesz feleslegessé, és ezzel az élet értelmét is megkérdőjelezi. De evolúciós örökségünk az, hogy keressük a megoldást, és szerencsés az, aki a munkához, a hobbihoz, a családhoz, a hivatáshoz fűződő hiedelmekben ezt megtalálja. A szerencse azonban forgandó is lehet, ugyanis életünk különböző szakaszaiban átrendeződnek a minket körülvevő társas viszonyok, elköltözünk, új munkahelyre kerülünk, szülők vagy nagyszülők leszünk, s ekkor mindig újra és újra meg kell lelnünk életünk jelentését. Minden kultúra felajánl olyan hiedelmeket, amik

jelentéssel szolgálhatnak egy adott életszakaszban vagy egy adott életterületen. Míg törzsi társadalmakban ezek a hiedelmek egy áttekinthető valóságra vonatkoznak, addig a nagy komplexitású modern társadalmakban meghatványozódtak az elképzelhető valóságok, annyiféle módon be lehet rendezni az életet, hogy az egyénre hárul a feladat, hogy ezeket a hiedelmeket alkalmazza saját, konkrét életkörülményeire. Találkozhatunk magazinok vagy önségítő könyvek lapjain azzal a hiedelemmel, hogy folytonos megújulás útján lehet a modern világban jelentéssel teli életet élni, gyakorta azzal a felhanggal, hogy a kockáztatás a helyes döntés legtöbbször. Rendkívül nehéz látatlanban az egyik vagy a másik lehetséges kimenetet felmérni és racionális döntést hozni. Az ember akkor érzi jól magát, ha az őt körülvevő valóság viszonylag kiszámítható és stabil. Valószínűleg érdemes azt a készséget elsajátítani, hogy az ember időnként képes legyen újra feltalálni önmagát, újra megalkotni saját jelentését. Arra a hiedelemre, hogy az örömteli élet önmagában az élet célja, amit az emberek még ebben az életben elérhetnek, nem pedig a túlvilágon, először a 18. században találunk utalást. Az is egy fiatal hiedelem, hogy az egyén kezébe veheti sorsát, s nem csak a sors vagy valami isteni akarat dönti el, hogy élete szerencsés vagy inkább balszerencsés lesz. Természetesen az embernek megvannak azok a biológiai adottságai, hogy érzékletit örömet éljen meg, de hogy mi töltse el igazán jutalmazó érzéssel, hogy tele a hasa, vagy hogy egészséges a családja, azt a boldogsággal kapcsolatos hiedelmek szabályozzák.

A létezés értelmének keresése mellett igen sokszor foglalkozunk azzal a bonyolult kérdéssel is, hogy miért van egyáltalán élet, mit jelenthet az, hogy létrejött a gondolkodó ember. Van-e valamilyen küldetése? Milyen legyen a viszonya más életformákhoz, növényekhez, állatokhoz? Ezek a kérdések az ősi időkben sokkal egyszerűbbnek tűntek, és a megélhetés problémáin kívül alig foglalkoztak ilyesmivel. Ma fontosnak tartjuk ezeket, keressük a világegyetem hozzánk hasonló intelligens életformáit. Kíváncsian kutatjuk, hogy mi magunk, mint emberiség, mennyire vagyunk egyediek, vagy mennyire tartozunk az intelligens idegen fajok közösségéhez. Az az érdekes, hogy ezekhez a kérdésekhez nem úgy jutottunk el, hogy találkoztunk idegen fajok egyedeivel vagy

jeleivel, csupán képesek vagyunk elgondolni ezek létezését, és akkor a megválaszolható kérdések azonnal felmerülnek. Lehet, hogy ezek okos kérdések és idővel válaszokat is kapunk, lehet, hogy csak a gondolatszerkesztő elme játékaik, mint a manók és a tündérek.



## 17. Történetek, mesélek én is

A művészet és a tudomány ugyanazon alapra épül. Minden, amit tudni vélünk a világról, az a közösségek szociális világmodelljeiből származtatható. A művészet esetében az egyén, a művész személyes kapcsolata és a szociális valóságról szóló értelmezése dominál, míg a tudomány egyfajta racionális modellt igyekszik felépíteni, amelyben a megismételhetőség, a gyakorlat és a felhasználhatóság az irányadó.

Ezekkel a sorokkal fejeztem be 2018-ban a Magyar Művészeti Akadémia folyóiratába írott tanulmányomat a tudományról és a művészetéről, itt folytatom:

*A kentaur természetrajza, 2000*

*A lény és az őrző, 2003*

*Malion és Thea, 2005*

*Kannibálok, 2008*

*A bábosok, 2009*

*Marci, a beszélő kutya, 2010*

*Kisfiam, Ikarosz, 2011*

*Ironikus etológia, 2012*

*A tökéletesség illata, 2013*

*A sértett, 2014*

*Ő ott bent, 2016*

Az emberi közösségekben az evolúció során kialakult gondolatcsere lehetőségét és ennek következményeit az előző fejezetekben vázoltam fel, elsősorban a tudományos vizsgálatok oldaláról. Azonban nemcsak a tudós emberek kíváncsiak, és a világ megismerése sem a tudománnyal kezdődött. A nyelvet beszélő közösségi ember legfontosabb eszköze a környező világról szóló elmélkedésre az elmesélt történet. Amíg nincs papír, könyv,

komputer, a történetek rögzítik ismereteinket, könnyen megjegyezhető formában. Az ausztrál őslakosok szent vörös kőhegye a sivatag közepén álló Uluru, számtalan történet fűződik hozzá, melyeket a különböző törzsek tagjai már a kisgyerekeiknek is mesélnek. A történetek az ősről, a hegyen megesett kalandjaikról szólnak, és ha a hasznukat nézzük, kiderül, hogy aki alaposan ismeri azokat, az pontosan tudhatja, hol talál a környéken vizet, milyen hasznos növények fordulnak elő, merre tanyáznak ehető állatok, természetesen mindez az évszakok változásaiban terítve. A történetek nemcsak pontos térképet, erőforráslelőhelyeket közölnek, hanem felvázolják a törzsek szociális világát is, bemutatják, miért jár elismerés vagy büntetés, milyen morális szabályok működnek az életben. Evolúciós értelemben olyan hosszú ideig történeteken nyugodott az ember tudáskincse, hogy genetikailag is rögzült a jó történetek kedvelése. A különböző kultúrák persze sokféle stílust, sokféle szerkezetet tehetnek elfogadottá, de az irodalom, a színház, a film mégis történeteken alapszik.

Amikor tudományos munkám a befejezéséhez közeledett, sokat gondoltam arra mivel fogok majd foglalkozni. Tanítványaimat békén kellene hagynom, hogy a közös munkát ők vigyék tovább új ötletekkel, új szemlélettel. Viszont valamit nekem is szükséges csinálnom. Alkotó életemben sokat írtam, tudományos műveket és népszerű írásokat is. Gyakorlatom volt abban, hogy a gondolataimat megfogalmazzam. Mi lenne, ha megpróbálnék történeteket írni? A bevezető lista mutatja az eredményt, az utolsó húsz év termését.

Az első könyv a kentaurok természetrajzáról szólt, egy játékos ötlet, amit Makovecz Benjamin barátommal találtunk ki, és ő rajzolta az összes illusztrációt. Egyszer találkoztam egy fiatal hölgygel, aki éppen a már régebben megjelent *Kentaur* kötetet kereste, mert az egyetemen a szociológiatanár ajánlotta, olvassák el, ebben van leírva az ideális társadalom. Némileg meglepődtem, ideális társadalom, *gondolta a fene*, én csupán egy biológiailag életképes kentaurt akartam kitalálni, és miután sikerült, megajándékoztam nyelvvel, kultúrával, istennel, történetekkel, Benjamin pedig lerajzolta. Ezek szerint valamennyire sikerült.

Hosszabb szünet után kezdtem kisebb történeteket, novellákat írni engem érdeklő emberi problémákról, hajléktalanságról, barátságról,

muzsikáló fákról, arról, mi lenne, ha az állatkertben végre egy embercsaládot is bemutatnának, erre már régen gondoltam, *A lény és az őrző* kötetben jelentek meg. Aztán eszembe jutottak korai éveim, melyeket egy kisváros zárt társadalmában élő nagymamákkal töltöttem, és mindig érdekelték a kapcsolataik, ezekből is születtek elbeszélések. A *Malion és Thea* című kötet tartalmaz egyet. A címadó történetben arra voltam kíváncsi, hogy az alkotó hogyan képes megjeleníteni kreatív konstrukcióit az elméjében és a valóságban.

Miután a könyvek elfogytak – írói sikernek sajnos ez a legfőbb mércéje, nem a kiművelt kritikusok –, érdekelni kezdett az emberi élet sötét oldala. A *Kannibálok* című elbeszélést benyújtottam egy tisztességes irodalmi folyóiratnak. Hosszas megfontolás után a főszerkesztő azt a véleményét közölte velem, hogy tulajdonképpen elfogadható lenne, ha a kegyetlen történet nem tűnne egészen valóságosnak. Féltő, hogy az olvasók még azt gondolják, hogy ilyen meg is történhet. Javítsak rajta valamit, hogy világosan kiderüljön, a történet csak fantázia szüleménye. Természetesen nem változtattam. Kötetben jelent meg az elbeszélés, címadóként. A kötet nyitó írását, *A könnyed formák tűnő szépsége* címűt, a Magvető Kiadó az év legjobb magyar kisprózáit bemutató kötetében közölte. Ez azért valami.

Humánétológiai vizsgálódásaim során sokat foglalkoztam archaikus társadalmakkal, amelyeknek nagy néprajzi, antropológiai irodalmuk van. Elhatároztam, hogy konstruálok egy ilyen közösséget, beillesztve a modern világba, ami a tragédiáját is jelenti egyben. Ebből született *A bábosok* regény. Ez is elfogyott gyorsan, és nagyon sokan kerestek meg olyan emberek, akik szerettek volna igazi közösségeket kialakítani. Voltak, akik jó úton haladtak, de sokan a kudarcukat akarták megérteni. A reakciókból azt a következtetést vontam le, hogy talán sikerült egy történetet írni a lényegről. Majd tíz évvel a megjelenése után felhívtak egy kecskeméti gimnáziumból, hogy magyar és dráma szakos tanárok azt tervezik két osztállyal, hogy a gyerekek egymást váltva felolvassák *A bábosokat*, majd a következő nap kis csoportokban megbeszélik a történetet. Ha van kedvem, ezen a második napon szívesen látnak. Hogyne lett volna kedvem! Nagy élvezet volt a

padlón üldögélni negyven gyerek társaságában és hallani, hogyan értelmezik az olvasottakat. Azt hiszem, ilyesmiért érdemes írni.

A következő könyv a *Marci, a beszélő kutya* lett, amiről a legtöbb olvasó azt képzei, hogy megint írtam egy kutyás könyvet a *Bukfenc és Jeromos* meg *A kutyák szőrös gyerekek* mellé, pedig nem. A kutyatörténet csak álca, a könyv a tudományról szól. Arról, hogy a tudományt is esendő emberek művelik, nem a tudósok különlegesek, hanem az a módszer, amit használnak. Tudományos életem tele volt konfliktusokkal, amelyeket nem akartam kibeszélni. Amikor csak az egyik fél nyilatkozik, féligazság születhet. Úgy éreztem viszont, hogy tartozom magamnak annyival, hogy a lehetséges konfliktusokat, a tudomány rejtett világát bemutassam, úgy, ahogyan én láttam, megéltem. Sajnos a hozzám érkező jelzésekből az derült ki, hogy a legtöbb olvasót a fedőtörténet, a beszélő kutya érdekli leginkább, és kevésbé a kutyával foglalkozó emberek. Egyszer egy riporter megkérdezte: „Mit szóltak ehhez a tudós kollégái?”

A tudósoknak nincs idejük szépirodalmat olvasni, válaszoltam némi malíciával.

Szépirodalmi tevékenységem közepe felé az foglalkoztatott, hogy valamiképpen összefoglaljam mindazt, amit a világról tudok, de ne legyen ez tudományos írásmű, hanem az ember világáról szóló valamiféle fejlődéstörténet. Akkoriban olvastam, meglehetősen megkésve, Kerényi Károly görög mitológiáját, lenyűgözött, és eszembe jutottak megint a kentaurok az ő ideális társadalmukkal. Miért is nem lett nekünk ilyen? Válasz a *Kisfiam, Ikarosz* kentaurregényben született, amit fő művemnek tekintek. Ezt a kritikusok is felfedezték, némelyik megértette és elismerte, persze a lehúzások indulatait is értékelem, miért nem nyugszik már meg ez a vénember.

Mert nem nyugodott meg, az *Ironikus etológia* történetekkel a cinizmust súroló iróniába menekült, sokan örültek neki.

A következő regény, *A tökéletesség illata* Szent Terézről szól, és nagy kedvem telt benne. Egy délután behallgattam a Kossuth rádió katolikus félórájába, amit érdemes követni, mert nagyon hasznos tanácsokhoz jut az ember, például ha ázsiai szobrocskákat, faragványokat hoz haza turistaútjáról. Ezek mind tele vannak gonosz

szellemekkel, amelyek megronthatják az életét, de ha elmegy a plébániára, szól a jó tanács, megszentelik a tárgyat, és attól kezdve ártalmatlan. Szóval ebben a hasznos forrásban egyszer Szent Terézzel meséltek, arról, hogy milyen alázatos asszony volt, de egyébként, ha valamire szüksége volt, az mindig időben meglett, noha a környezete ezt el sem tudta képzelni. Egyszer apró rendházfelújítást rendelt szakemberektől, akik egy-másfél évet tartottak szükségesnek a kivitelezésre. Teréz közölte, hogy igyekezzenek, mert három hét múlva ők költözni fognak az új épületbe. És valóban, három hét alatt készen is lett. Én nemcsak arra gondoltam, hogy milyen keveset változott a világban az építőipar, hanem arra is, hogy valami hasonlót írtak egy éppen olvasott életrajz-kötetben, amely Steve Jobsról szólt, aki az elképesztő teljesítményű és eleganciájú Macintosh személyi számítógép konstrukcióját irányította. Munkatársai szerint időnként teljesen lehetetlen dolgokat kért, technikailag megoldhatatlan változtatásokat, és ragaszkodott hozzá. Káromkodtak, tudták, mondták, hogy lehetetlen, majd megcsinálták. Két teljesen különböző személyiség, két teljesen különböző korból. Nagyon megragadott, és először azt gondoltam, hogy mindkét emberről kéne írnom, azután beláttam, hogy ez túl nagy feladat lenne nekem, és Terézre koncentráltam, akiről kiderült, hogy nem egészen olyan volt, mint ahogyan az egyházi irodalom leírta. Spanyolországban hoztak egy új informatikai törvényt, és megnyitották az inkvizíció addig zárt könyvtárait. Szorgos vallástörténészek kutakodtak, mindennek utánanéztek, és teljesen más képe lett Teréznek. Élvezettel olvastam az új anyagokat, mert egy csodálatos, szellemes, kitartó, politikai asszony tűnt fel, aki szépségével, fondorlataival az ujja köré csavarta az inkvizíció legvadabb vezetőit is, és egy élet munkájával megvalósította álmait, börtönszerű nőtároló intézményekből kicsi, elhivatott, emberbarát kolostorokat hozott létre. Megküzdve azzal, hogy nő, és ráadásul zsidó származású. Fantasztikus személyisége volt, a mai világban is példakép lehet. Két évig kutakodtam, azután megírtam a könyvet. Nagyon élveztem. Természetesen nagy felháborodást váltott ki, de nem csak azt. A Parlament könyvtárában volt az egyik könyvbemutató, és Várszegi Asztrik főapátot, kedves barátomat is felkérték ismertetőnek, aki azt mondta, hogy végre egy

barátságos, Terézt embernek bemutató mű született. A másik oldalon persze mindennek elmondtak, szörnyűséges gyalázat a könyv, be kéne tiltani.

Manapság a fasizmust gondoljuk a világ legszörnyűbb ideológiájának, de ha az ember jobban megismerkedik a spanyol inkvizícióval, rájön, hogy a gyalázat mindig jelen volt a történelemben, csak talán amit részletesebben ismerünk, az jobban fáj.

Történelmi kutakodásom során érlelődött meg bennem az a gondolat, hogy a közelmúlttal is foglalkozzak. A szocialista rendszernek vége lett nagy hirtelen, de a kiosztott sebek egyáltalán nem gyógyultak be, ráadásul a fiatalok nem is értik, hogy a megszenvedettek miért nem tudnak gyorsan váltani. Ebben az országban sok minden történt, ami nincsen ugyan az érdeklődés középpontjában, de fontos lenne tudni róla. *A sértett* című regényben a svábokkal történt szörnyűségről írtam. Megkerestem működő szervezeteiket, anyagokat kértem, és elolvastam egy amerikai történésznek a kelet-európai sváb kitelepítésekről írt, éppen megjelent könyvét, amely nagyon részletes, pontos adatokat tartalmazott. Egy regény nem a szörnyűségekről, hanem emberekről kell hogy szóljon. Ha megfelelő szereplőket választunk ki, és működni engedjük őket az ismert borzalmak világában, talán életre kelnek. Számomra a legfontosabb elismerést egy a könyvbemutatóhozám lépett idős hölgytől kaptam, aki már elolvasta a könyvet, és azt mondta, hogy minden epizódra tudna példát a családjából. „Minket már Mária Terézia is erőszakkal telepített ide – mesélte –, de amikor innen kidobtak a háború végén, elvesztettük a hazánkat, amikor lehetett, visszajöttünk, és ma is itt élünk.”

És megköszönte a művet.

Végül, az utolsó írás, az *Ő ott bent* tulajdonképpen tudományos-fantasztikus regénynek is tekinthető, afféle „social fiction”. Mindig érdekelték a mesterségesintelligencia-kutatások, azt gondoltam, hogy jó eredményt egyedül algoritmuskutatással nem lehet elérni. Biológus is kéne oda, mert ha kicsit is emberre hasonlító, gondolkodó, értelmes lényt akarunk konstruálni, elsősorban magunkat kéne jobban ismerni. Sokan úgy képzelik a mesterséges intelligenciát, mint valami istenszerű csodalényt, ami olyan okos

lesz, hogy csak na, és minden problémánkat megoldja majd, kicsit félhetünk is, hogy a fejünkre nő. Itt a Földön nyolcmilliárd nagyon intelligens agy működik paralel kapcsolatban. Úgy, ahogy. Sajnos még nem ismerjük, hogyan, és azt sem, mire lehet képes. Ezzel a globális intelligenciával szemben egy bármilyen ügyes masina nem sokat okoskodhat, gondolom én.

Szóval regényeimben, elbeszéléseimben található számos probléma, emberek, kérdések, néhány válasz annak, aki a műfajt kedveli. Ezeken kívül több száz apró, néhány oldalas írás folyóiratokban, napilapokban engem éppen érdeklő kérdésekről.

A kíváncsiság adja az életem értelmét.

# Jegyzetek

{1} „I suspect that you wonder whether I realize how hard it is for you to be sure that you understand whether I mean to be saying that you can recognize that I can believe you to want me to explain that most of us can keep track of only about five or six orders, under the best of circumstances.” Daniel C. Dennett: Intentional systems in cognitive ethology: The “Panglossian paradigm” defended. *The Behavioral and Brain Sciences*, vol. 6, 1983, p. 345.  
<https://ase.tufts.edu/cogstud/dennett/papers/Intentionalsystems1983.pdf>

{2} Paul C. Munding: Animal cultures and a general theory of cultural evolution. *Ethology and Sociobiology*, vol. 1, no. 3, 1980, pp. 183–223.

{3} Csányi Vilmos – Tóth Balázs: Hiedelem minden gondolatunk. Új Forrás, 2017. 07., 8. o. [http://epa.oszk.hu/00000/00016/00224/pdf/EPA00016\\_uj\\_forras\\_2017\\_07.pdf](http://epa.oszk.hu/00000/00016/00224/pdf/EPA00016_uj_forras_2017_07.pdf)



©Csányi Vilmos 2021

## **Open Books**

Budapest 2021

Felelős kiadó Halmos Ádám

Felelős szerkesztő Jolsvai Júlia

Olvasószerkesztő Takács Andrea

Borítóterv Csík Vince

Műszaki szerkesztő Kovács Balázs Sándor

ISBN 978 963 572 132 0

Minden jog fenntartva.