

Evolúció és kultúra

A szerző Dawkins önző gén elméletének és Leydesdorff koevolúciós közelítésének ellentmondásait igyekszik feloldani az evolúciós szintváltás, az „emergencia” új megközelítésével. Szemléletmódjában az emberi pszichikum fejlődésének és a kultúra kialakulásának epizodikus tényei más, korábban függetlennek tűnő evolúciós fejleményekkel együtt szükségszerűnek, és a kultúra és biológia evolúciós rendszerein túl is fellelhetőnek mutatkoznak. Bizonyítékot nyer, hogy az egyes evolúciós szintek alakulását pusztán analógiánál több köti össze. A szerző végezetül javaslatokat tesz a kultúra memetikus közelítései ellentmondásainak feloldására, hiátusainak pótlására, s ezzel egy – lehetséges – új kultúraelmélet körvonalai bontakoznak ki.

Szerzői információ:

Kolin Péter

1970-ben diplomázott az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán, majd az MTA Filozófiai Intézetének kutatójaként elsősorban a kultúra filozófiájával foglalkozott. 1989-től 1991-ig a Magyar Telekommunikáció című folyóirat szerkesztője volt. Ugyancsak 1989 óta a *Lege Artis Medicinæ* című orvosi folyóirat főmunkatársa és a társadalomtudományi rovatok főszerkesztője. Jelenleg a BME-UNESCO Információs Társadalom- és Trendkutató Központ (ITTK) tudományos főmunkatársa, az Információs Társadalom társadalomtudományi folyóirat társszerkesztője. Kutatóként arra törekszik, hogy együttesen alkalmazza az „információ-központú” kultúraelméletek (pl. J. M. Lotman), a modern evolúció-elméletek (R. Dawkins és J. C. Dennett), a pszichológia kulturális megközelítése (L. Sz. Vigotszkij és M. Donald) és a L. Leydesdorff-féle önszervezési és kommunikációs elmélet eredményeit. Célja, hogy ne csupán analógiákra mutasson rá, hanem a különböző evolúciós szintek közös szükségszerűségeire is.

Így hivatkozzon erre a cikkre:

Kolin Péter. „Evolúció és kultúra”.

Információs Társadalom II, 3. szám (2002): 78–128.

<https://dx.doi.org/10.22503/inftars.II.2002.3.5>

A folyóiratban közölt művek

a Creative Commons Nevezd meg! – Ne add el! – Így add tovább! 4.0

Nemzetközi Licenc feltételeinek megfelelően használhatók.

Kolin Péter

Evolúció és kultúra

Az evolúció mechanizmusához általában, s a kulturális evolúcióhoz különösen kapcsolódó elképzeléseim felvázolására azt a szerencsés helyzetet igyekszem kihasználni, hogy az olvasó előző tematikus számunkban fellelheti a modern evolúciós tudomány kiemelkedő képviselőinek gondolatait. Tanulmányom kifejtésében ők a tájékozódási pontok. Dennett és Sperber a kultúra evolúcióját vizsgálják, Szathmáry, bár elsősorban a biológia területén alkot, a folyóiratban megjelent cikkében elsősorban ő is a „harmadik evolúcióról” beszél. Leydesdorff is erősebben kapcsolódik a témához, mint írásának címe sejteti: elméleti apparátusa segít a kultúráváltozás problematikájának értelmezésében. A szerzők mellett s mögött is a diszciplína kiemelkedő alakjai állnak. Dawkins, akinek mém-teóriáját explicit módon elfogadja Dennett és Szathmáry; Maynard Smith, aki Szathmáry szerzőtársa volt nagyhatású könyvükben (J. M. Smith – Szathmáry 1997); Pléh Csaba (munkájára előző számunk egyik szerzője, Mund Katalin alapozza tanulmányát), aki határozottan kijelölte Sperber vírus-elméletének helyét és meghúzta annak határait – elsősorban a mém-elmélettel összevetve –, miközben továbbfejlesztette azt, s rávilágított a megoldásra váró további kérdésekre is (Pléh 2000).

Végezetül sor kerül Vigotszkijra, aki bár a fiatal Szovjetunióban írta az ún. „instrumentális pszichológia” részdiszciplínába besorolt műveit, korántsem lehet elfeledett tudósnak nevezni.¹ A fent nem említett memetikuskok közül már tucatsnyian hivatkoznak rá – de *nem* elméletrendszerének magvára, a pszichológiai eszközhasználat úttörő gondolatára. Annál sűrűbben teszi ezt e sorok írója.

Tanulmányomban a fent említettek írásainak gondolatait fogom egymásra reflektáltatni (korlátozottan felhasználva egyéb forrást), s az így felmerülő kérdésekre kísérlek meg válaszolni. E módszer előnye, hogy a problémák „természetesen” vetődnek fel, hátránya, hogy saját gondolatrendszeremet nem a szokásos módszertani rendszerességgel fejtem ki. A kontextusok által generált jelentéstöbblet csökkenti a szükséges terjedelmet, ám a mozaikdarabokból kirakható kép összeállítása az olvasó aktív közreműködését igényeli.

A gének és a mémek: Dawkins

Az alábbiakban összefoglalom a biológiai evolúció szintjére vonatkozó dawkinsi újevolúciós megállapításokat, egyrészt, mert a mém fogalmat Dawkins az önző gének analógiaként vezette be, másrészt, mert számos megállapítása általános evolúciós sajátosságra világít rá. Bemutatom a mém-teória első megfogalmazását, és a szerző utólagos finomításait.

A mémek fogalmát immár negyed százada Richard Dawkins vezette be *Az önző gén* című könyve (Dawkins 1976) „Mémek: az új replikátorok” című fejezetében, mindössze tíz-tizenöt oldalon. Az új evolúciós elmélete 117 év eltelte után elsőként

haladta meg (azaz nem megcáfolta) Darwin elképzeléseit. (Darwin ugyanis azon óriások egyike, akiknek nem szokása a tévedés, hiszen azon kutatási területein, ahol nem gyűlt fel új technikákkal nyert új empiria, állításai abszolút érvényben maradtak.²)

Az önszó gének

- Minden élet a replikálódó egységek eltérő túlélése révén fejlődik ki.
- A replikátor azzal a különleges tulajdonsággal rendelkezik, hogy képes önmagáról másolatot készíteni.
- A replikátor elterjedését három sajátosság befolyásolja:

- a./ az élettartam
- b./ a replikáció sebessége
- c./ a replikáció pontossága.

(Ugyanis ha két különböző időpontban veszünk mintát, az utóbb vett minta nagyobb arányban tartalmaz majd olyan replikátorokat, amelyek hosszabb életűek, termékenyebbek, és nagyobb a másolási megbízhatóságuk.)

- Versenyhelyzet alakul ki, hiszen a környezet erőforrásai végesek a replikátorok szempontjából: így a kevésbé előnyös változatok száma nem csak a többiekhez képest relatíve, hanem abszolúte is csökken.
- A túlélőgépek /ezek eleinte a sejtek, majd az állati testek/ az őket felépítő replikátorok /gének/ túlélési esélyeit növelik. A géncsoportot /kromoszóma/ felfoghatjuk úgy, mint egyfajta tervdokumentációt a túlélőgép felépítésére.
- Az evolúcióban a túlélőgépeket olyan egységeknek tekinthetjük, amelyek megpróbálják összes génjeik számát növelni a jövőendő nemzedékekben, hiszen azok a gének terjednek el jobban, amelyek ilyen túlélőgépeket építenek.
- A gének csoportokat alkotnak. Egy adott génnek sok különböző hatása van a túlélőgép más és más részeire, és bármely gén sok más génnel együtt hat a túlélőgép egyes részeire.
- Azért nem a géncsoport a replikációs alapegység, mert az ivaros szaporodás folyamán a géncsoportok részei összekeverednek, átrendeződnek. A génkombináció rövid, a gén hosszú életű egymáshoz viszonyítva: a génkombináció fennmaradásának hosszúsága az egyedi túlélőgép élettartama, míg a géneké az élővilág fennmaradása időtartamának nagyságrendjébe esik. Egy adott gén természetesen nem azonos a kétmilliárd évvel ezelőttivel, csak tökéletesen ugyanolyan. A /biológiai/ túlélőgép utódja viszont már csak felerészben azonos génkombináció: tökéletesen ugyanolyan egyed a későbbiek folyamán már nem lesz fellelhető.
- A szelekció közvetlenül az egyed szintjén valósul meg. Ám a nem véletlenszerű halálozások és szaporodási sikerek hosszú távú következményei a génkészlet változó géngyakoriságának formájában nyilvánulnak meg. „Nem véletlenszerű”: hiszen éppen a géneken múlik, hogy milyen hosszú életű és termékeny túlélőgépet építenek.
- Nem jöhet létre evolúció létező dolgok közti szelekció révén, ha mindegyik létezőnek csupán egyetlen példánya van /az egyed/. Az ivaros szaporodás nem replikáció.

Végezetül körvonalazom a Maynard Smith által bevezetett „alkalmazott játékelméleti” „evolúciósan stabil stratégia” (ESS) fogalmát. Dawkins tanulmányában gyakorta alkalmazza, és nekünk is szükségünk lesz rá. „A *stratégia* előre beprogramozott viselkedési mód. Íme egy példa: „Támadd meg az ellenfelet; ha menekül, üldözd; ha viszonozza a támadást, menekülj el.” (Dawkins 1976). Evolúciósan stabil stratégiák – vagy ESS-ek – a definíció szerint azok, amelyeket – miután a populációban uralkodóvá váltak – alternatív stratégiák nem múlhatnak felül. ... (azaz) egy egyed legjobb stratégiája attól függ, hogy mit tesz a népesség többsége. Mivel a populáció többi része egyedekből áll, melyek mindegyike maximálisra próbálja növelni *saját* sikerét, egyedül az a stratégia marad fenn, amelyet, ha egyszer már kialakult, egyetlen deviáns egyed sem múlhat felül. ... az ESS, ha egyszer már kialakult, megmarad: a szelekció bünteti az attól való eltérést.” (Az ESS kialakulása a később tárgyalandó koevolúció egyik folyamata).

Mielőtt áttérnénk az „új replikátor” rövid jellemzésére, két megjegyzés a génevolúciós elmélettel kapcsolatban. Mire jó az önző gén elmélet, ha „végső soron ugyanaz jön ki belőle”, mint a „Fajok eredetéből” (Darwin 1859)? Az új elméletek általában azért jönnek létre, hogy magyarázatot találjanak a kivételekre: s mikor kidolgozzák őket, kiderül, hogy a kivétel a szabály, s a korábban elfogadott tétel válik speciális esetté.³ A newtoni mechanika mindent megmagyarázott a szilárd testek birodalmában egészen addig, míg az egyik levezetés, a sebességek összeadódásának pofonegyszerű tétele hamisnak bizonyult, amikor Michelson a fény sebességéhez se hozzáadni, se abból kivonni nem tudta a gyorsan forgó Föld felszínének sebességét.⁴ Ekkor lépett színre Einstein, aki e kivételen sokkal inkább fennakadt, mint a Francia Akadémia, mely a XIX századot búcsúztató ülésén ünnepélyesen deklarálta, hogy itt a tudomány vége: már mindent értünk, csak a Michelson kísérlet eredményét, és a feketetest sugárzást nem (Az utóbbiból született a kvantumelmélet). A világ ismét átrendeződött, és egészen új jelenségek lettek megjósolhatóak (és tervezhetünk atombombát, tranzisztort, egyebeket.). Meglehet, Dawkinst nem is az állatvilágban megfigyelt – és Darwinnal ellentmondó – családon belüli, egyedi rátermettséget csökkentő együttműködés és harc, a rokonszelekció, az illogikus állati családtervezés, a nemek és nemzedékek faj- és egyedsors (fitness) rontó esetei inspirálták, hanem a kettős spirál.

Ezzel kapcsolatos a második megjegyzés: Watson és Crick nélkül, a kromoszómák szerkezetének ismerete nélkül se Dawkins, se más nem tudta volna megalakítani az újevolúciós elméletet. (Ismernie kellett ugyanis a gének másolási pontosságát, relatív – a törzsfjlődési folyamaton átívelő – halhatatlanságát és a lamarcki feltevésnek a testépítési folyamatok minémúsége miatti valószínűtlenségét. Mendel „gén- black box”-ai nem nyújtottak elégséges alapot.) Mindenesetre élt a lehetőséggel és megalkotta az önzőgén-elméletet, mellyel megmagyarázta – egyebek mellett – a fenti kivételeket, s egyzersmind új utat nyitott az általános evolúciókutatásban.

A mém-teória

Mielőtt Dawkins bevezetné könyvének végén a mém fogalmát, a következőket írja: „azt hiszem, a darwinizmus túlságosan nagy elmélet ahhoz, hogy csak a génekre korlátozzuk alkalmazását. (...) Végül is, mi olyan különleges a génekben? Az, hogy

replikátorok. A fizika törvényeiről feltételezzük, hogy igazak az egész ismert világegyetemben. Vannak-e vajon a biológiának olyan elvei, amelyek hasonlóan egyetemes érvényűek lehetnek?” – dawkinsi kérdése azt sugallja: lehetséges olyan általános evolúcióelmélet megalkotása, melynek törvényei univerzálisan érvényesek és alkalmazhatóak.

Am Dawkins nem ebbe az irányba haladt tovább. „Több, mint hárommilliárd éven át a DNS volt az egyetlen említésre méltó replikátor a világban. De nem szükségeszerű, hogy örökké megőrizze monopóliumát. Ha olyan feltételek alakulnak ki, melyek között egy újfajta replikátor másolatokat tud készíteni magáról, az új replikátor át fogja venni a hatalmat, és el fogja indítani a saját új típusú evolúcióját. Amint ez az új evolúció kezdetét veszi, semmiképpen sem szükségeszerű, hogy a régit szolgálja. A régi, génszelekción alapuló evolúció, azáltal, hogy megteremtette az agyakat, biztosította azt a „levest”, amelyben az első mémek felbukkantak. Amint az első önmásoló mémek megjelentek, nekilendült saját, sokkal gyorsabb evolúciójuk.”

Kultúra alatt – ha nem szorítkozunk a tudományra, művészetre, vallásra, azaz az úgynevezett „magas” kultúrára – olyasvalamit értünk, ami megkülönbözteti az embert az állattól, az emberi közösségeket az állatok falkáitól. Az emberi kultúra folyamatosan változik: ugyanolyan is, meg más is, mint tegnap, vagy kétezer éve volt. Ugyanolyan, mert bizonyos viselkedések, tudományos felismerések, szent szövegek és profán dal-lamok, intézmények, közösségtípusok, gondolkodásmódok s hiedelmek változatlanul megmaradtak, és más is, mert újak is létrejöttek és megint mások eltűntek.

Amióta Charles Darwin 1859-ben megírta a „Fajok eredetét”, azóta a társadalmi fejlődést sokan képzelték el és írták le az élővilág evolúciójának mintájára. A kérdés, amin az összehasonlítás gyümölcsözősége múlik az, hogy a biológiai és társadalmi / esetleg kulturális/ evolúció analógiája kimerül-e abban, hogy „az életképesebb fennmarad”, ami más szavakkal: „a fennmaradó fennmarad”, azaz tautológia, vagy pedig többről van szó – nem csupán az analógia mértékét értve ezalatt. Lehetséges, hogy ami analógiának látszik, az nem más mint az evolúció általános törvényeinek érvényesülése a különböző evolúciós szinteken?

„Ha valaki azt állítja, hogy a kultúra evolvál, az már-már közhelynek számít – vagy legalábbis egy újabb ellentmondásos, spekulatív, és bizonyítékokat nélkülöző elmélet kinyilvánításának.” Dennett – Dawkinst természetesen kivételnek tekintve – folyóiratunk legutóbbi számában már nem is a „létért való küzdelem” áltudományos formalizálásairól mond véleményt, hanem azokról az elméletekről, amelyek Darwin evolúcióelméletének az etológia és genetika múlt század közepén született eredményeit felhasználva az evolúció releváns szintjének a gének szintjét tekintő teóriákat tekintik követendő példának.⁵ Olyan kulturális vonásokat keresett, amelyek (legalábbis első pillantásra, többé-kevésbé, s a következő felsorolással összevetésben legalább részlegesen) – a génekhez hasonlóan – a kultúrát felépítő, vezérlő, átörökítő, hosszan és pontosan másolataikban megmaradó, tovább oszthatatlan, (digitális) információ megtestesítő egységek, melyek szintjén s melyek között a „valódi” darwini evolúció végbemegy. „Valódi” alatt most nem a releváns szint megválasztását értem, hanem az elmélet esszenciájának torzításmentességét, melyet Dennett így foglal össze:

„Az evolúció végbemegy az alábbi feltételek teljesülésekor:

1. variáció: különböző elemek folytonos bősége

2. öröklődés vagy replikáció: az elemek képesek másolatokat készíteni magukról, vagy replikálni önmagukat
3. eltérő rátermettség ("fitness"): egy adott időpontban létrejövő elem-másolatok száma változik, ami egyrészt a környezet sajátosságaitól, melyben az elemek túlélnek, másrészt az elemek sajátosságainak interakcióitól függ." (Dennett 1990)

Figyeljük meg, hogy ebben a definícióban nincs olyan kifejezés, mint „szerves molekulák”, „tápanyagok”, vagy éppen „élet” – általános és absztrakt megfogalmazása a természetes szelekción alapuló evolúciónak.

A Dawkins-epigonok jórésze csupán annyira jutott, hogy az új közelítés segítségével megszabadult az egyének, családok és pártok kusza küzdelmeitől, és a kellemetlenül hosszan fennmaradó szociális intézményektől. Nem úgy Dawkins. Ő az első, aki a fenti replikátor-központú definíció értelmében a kultúrát a biológiai követő új evolúciós szintnek tekinti. Látja, hogy a kultúrában sok minden – „...egy dallam, egy gondolat, egy jelszó, ruhadivat, edények készítésének vagy boltívek építésének módja” – átöröklődik az egyik generációról a másikra. Ám tudja: „Amikor kulturális tulajdonságok evolúcióját és túlélési értékét vizsgáljuk, világosan látnunk kell, hogy *minek* a túléléséről beszélünk.” Éppen ezért definiálja a mémet (Az alábbiakban már nem csak „*Az önző gén*”-ből, hanem – részben Pléh kitűnő összefoglalását (Pléh 2000) felhasználva – Dawkins későbbi műveiből is idézek.): „a mém a kulturális öröklődés hipotetikus egysége, amely a génnel volna analógia, és aszerint szelektálódna, hogy milyen „fenotípusos” hatást gyakorol saját fennmaradására és replikációjára az adott kulturális környezet viszonyai között” (Dawkins 1989). Miután véleménye szerint „Az élet nem egyéb, mint digitális információ... A gének is merőben információból állnak, amelyet kódolni, újrakódolni és dekódolni kell.(...) A tiszta információ átmásolható, és mivel digitális információról van szó, az átmásolás hitelessége rendkívüli.” (Dawkins 1995). „A mém határozott struktúrával rendelkezik, amelynek fizikai mibenléte az információtárolás módjától függ” (Dawkins 1982): nem meglepő, hogy mémje az agy „informácótartalmának egységnyi része”, mely „az agyban fizikailag is jelenlévő tényező” (Dawkins 1989). „A mémek úgy terjednek a memkészletben, hogy agyból agyba költöznek egy olyan folyamat révén, melyet tág értelemben utánzásnak nevezhetünk” (Dawkins 1986). A mémek utánzásos másolásáról azt gondolja, hogy „... valószínűleg sokkal kevésbé precíz, mint a géneknél” (Dawkins 1989), és nem tartja kizártnak a kultúra szinte valamennyi evolúciós kutatójával összehangzóan a szerzett tulajdonságok öröklődését: „Elképzelhetők »lamarcki« oksági nyilak is.” (Dawkins 1989). De ha pontatlan a másolás, és a szerzett tulajdonságok öröklődhetnek, miért marad fenn láthatóan évezredekig valamilyen kulturális tulajdonság? Dawkins válasza: „vannak fennmaradó mémek, amik azért maradnak fent, mert vonzóak”. Példát is említ: „Az Isten-mém túlélési értéke a memkészletben nagy lélektani vonzerejéből fakad.” A replikációs fennmaradás oka nyilván ugyanaz, mint a másolás kiváltója: a lélektani vonzerő. A szelekcióban, mely közvetlenül a mémek szintjén történik „fontos szerepet játszanak azok az egyéb mémek, amelyek már többségben vannak a mémállományban” (Dawkins 1986). A mémek a környezetben, a kultúrában fejtik ki hatásukat az egyének cselekedetei által, így jönnek létre a maradandó dallamok, gondolatok, ruhadivatok. „Ezen az alapon különítjük el a mémet fenotípusos hatásaitól, vagyis a

külvilágra gyakorolt befolyásától” (Dawkins 1982). S a visszahatás: „A szelekció kedvez azoknak a mémeknek, melyek saját előnyükre használják ki kulturális környezetüket” (Dawkins 1986). A mémek tehát *nem* az egyeddel, mint túlélőgéppel, annak sikerességétől függően élnek vagy hálnak: „egy kulturális tulajdonság kifejlődhetett úgy, ahogy kifejlődött, egyszerűen azért, mert *önmagára nézve előnyös.*” (Dawkins 1976) (Megjegyzendő, ez a génre is igaz, holott a génnek van túlélőgépe: az élőlény. Éppen ennek segítségével tudta magyarázni Dawkins a biológiai evolúció látszólagos ellentmondásait. A replikátor „önzése” független túlélőgép-építő képességének meglététől.)

A mém-evolúció mechanizmusai: Dennett

Bár a döntő lépés a releváns kulturális evolúciós szint megtalálása: az entitás meghatározása, melyre az öröklődés, variáció és szelekció mechanizmusai alkalmazhatóak, számos további kérdés megválaszolását igényli. Hogyan változik kultúratörténetileg a memkészlet? Melyek a mémek fenotípusos megnyilvánulásai? Miért másoljuk a mémeket egyáltalán? Mi a mémek és a gének, illetve fenotípusaik viszonya? Hogyan és hol megy végbe a mémek szelekciója? Lehetséges e a kulturális evolúcióban a szerzett tulajdonságok öröklődése? Dennett ezekre a kérdésekre keresi – Dawkins imént idézett felvetéseim túl is – a választ, egyebek mellett a biológiai szimbiózis analógiáját, és az agybéli replikációs verseny hipotézisét alkalmazva (egyes válaszok végére jómagam kérdőjeleket teszek). Felhossa az eukarióták kialakulásához vezető endoszimbiózis példáját is (melyet magam is kiaknázhatónak vélek – csak másként). A „lamarcki nyilak” problémáját pedig nézőpontváltással, az élet és az evolúciós ciklus implicit megkülönböztetésével véli feloldhatóknak.

Daniel Dennett – Dawkins őszinte tisztelője – amikor a mémekről beszél, gyakorta úgy szól, mintha köntösbe bújtatná Dawkins gondolatait. Holott a memetikát jelentős mértékben továbbfejlesztette: sokkal inkább, mint a legtöbb memetikus, akik csupán mechanikusan alkalmazták Dawkins alapvetését, vagy rendszert fabrikáltak abból, amiből még sok döntő láncszem hiányzott.

Mém(készlet) megmaradás

Dennett, amikor előző folyóiratszámunkban megjelent cikkének elején megismétli a kulturális sajátosságok leltára időbeli megmaradásának s változásának dawkinsi leírását, hozzáfűzi: „Néhány dolog kikerül a leltárból, néhány megsokszorozódik, mások egybeolvadnak, és megint mások kicserélődnek. (Amikor azt a terminust használom: „kicserélődik”, úgy értem, hogy az adott pillanatban közömbös, hogy ez a csere egy hasonló dologgal való helyettesítést jelent, vagy a szóban forgó dolog átalakulását, megváltozását.)”, s ezzel rámutat a kultúra zavarba ejtő tartós entitásaira is, pl. egyes lassan változó társadalmi- és kulturális intézményekre.⁶

Itt kell megjegyezmem, hogy az egyes kulturális intézmények hosszan tartó kvázi-pontos megmaradása, és a mémek másolódásának pontatlansága is gondot okoz, Dawkinsnak: „az emberi agy... a másolás hűségét tekintve természetesen elmarad a sejtek vagy a számítógépek mögött. De azért így is elég pontos, talán van olyan jó,

mint egy RNS vírus, bár nem versenyezhet a DNS kifinomult hibajavító képességével a szövegkopás elkerülése terén.” (Dawkins 1993). Ráadásul a különböző agyak különböző mikroszerkezetei miatt a fizikai megtestesülés, így a mém is különbözőni fog a különböző agyakban (Dawkins 1989). Vagy így van, vagy nem: de nem is az a lényeg, hogy egy mém és másolata teljesen azonos legyen, hanem az, hogy nagyságrendekkel azonosabb, mint a fenotípusok „másolatai” – Dawkins saját felismerésével nyugtathatná meg magát.

Genotípus és fenotípus a kultúrában

„A génekhez hasonlatosak, (de a)... vírusokhoz hasonlóan a mémeknél is van fenotípus/genotípus megkülönböztetés, bár meglehet, hogy ez csupán minimális. ...a mém egy attitűddel rendelkező, valamilyen fenotípus-köntösbe öltöztetett információcsomag, aminek megkülönböztető hatása van a világra, s így befolyásolja a reprodukciós esélyeket.” Szemlátomást Dennett (akárcsak Dawkinst) zavarja, hogy a mémszelekció kérdését igazából nem válaszolja meg a „pszichológiai vonzódás”, s segítségével arra sem kapunk választ: hogy a mémek „saját előnyükre használják-e ki kulturális környezetüket” (hogyan?), illetve a szelekcióban „...fontos szerepet játszanak-e azok az egyéb mémek, amelyek már többségben vannak a mémállományban” (milyen közvetítésekkel, mechanizmussal?). A problémára – a biológiai analógia meglehet jogos felidézésével – Dennett úgy igyekszik megoldást találni, hogy a mémet (közelebről nem meghatározott) „fenotípus köntössel” veszi körül. Ám ez a „köntös” akkor is objektív – magyarázatra szoruló – tényező, ha másként az, mint mondjuk a sejtburok. Milyen struktúrája van ennek, mi alakítja ki (persze feltehetően a mém), replikációjának mely fázisában és hogyan? Ezekre a kérdésekre nem kapunk választ.

Zavarba ejtő, hogy a kulturális evolúció egyik fontos szereplőjét, a fenotípust Dennett – Dawkins-szal egyetemben – máskor máshol: részint az agyban, részint az agyhoz képesti külvilágban, a kulturális vonásba találják meg. Nincs feltétlenül önelmentmondás, hiszen pl. a génnek is különböző: testfelépítési, viselkedési, és kiterjesztett fenotípus külvilági hatásai vannak a külvilágra – ám ezek a biológiában karakterisztikusan jellemezhetőek, és rendszerbe állíthatóak.

Kulturális szimbiózis

Dawkins nyomán Dennett hangsúlyozza, hogy „a kulturális tárgyakat, mémeket is felfoghatjuk úgy, mint parazitákat”, az embert (agyát) mint hordozót. Az analógiát sokféleképpen kiaknázza, egyebek mellett így: „az emberi gazdaszervezetek, egyénileg, vagy csoportosan, lehetnek közömbösek, vagy tudatlanok bizonyos kulturális tárgyakkal kapcsolatban.” Dawkins még csak azt írja, hogy a mémek „megszállják az agyat”, ám ettől átvételük még lehetne akár minden esetben tudatosított (ha nem is szándékos). Dennett tovább megy: kijelenti, hogy a mémek befogadása és hordozása lehet tudattalan. Ha arra gondolunk, hogy a kultúra milyen jelentős részét sajátítjuk el nem tudatosan (a döntő első öt évben, de később is), arra, hogy viselkedésünk, szokásaink milyen nagy része „kulturálisan ösztönös”, sőt, hogy még sapiens mivoltunk büszkeségét, az innovációt sem kontrolláljuk tudatosan (csupán az ötlet *kidolgozását* – kétszeresen idevágóan gondoljunk a csigalépcső-álomra, amikor Watson

és Crick a kettős spirált felfedezte), hajlunk a feltételezésre, hogy mémjeink éppoly észrevétlenül élnek együtt velünk, mint bélbaktériumaink. Dennett hasonlata még akkor is megvilágító erejűnek tűnik, ha a mémek egyáltalán nem mint paraziták játszanak szerepet a kultúrában.

Dennett idézi E. O. Wilson-t (Wilson, 1978): „A gének pórázon tartják a kultúrát. Bár a póráz nagyon hosszú, elkerülhetetlen, hogy az értékek az emberi génparkra gyakorolt hatásuk alapján körvonalazódjanak”; majd cáfolja. Cáfolatához indirekt bizonyítást használ: szerinte a póráz végtelen hosszú lehet, többszörösen áttételes, és gyakorlatilag bármilyen kulturális termék létrejöttét megengedi. Ezek közül biztosan akad olyan, amelyik biológiai evolúció szempontjából káros: következképpen Wilson ellentmondásba kerül, hiszen a gének evolúciósan hasznos dolgokat művelnek. Valójában Dennett körben forog: amikor a bizonyítás során kimondja, hogy a kulturális termékek közül „számos minden kétséget kizáróan genetikai zsákutcának bizonyulna” azt állítja, amit bizonyítani akar. A kvantummechanika birodalmába tartozó elemi részecskékből számos atom és molekula, s a későbbiekben számtalan szilárd test kialakulhat: ettől még a kvantummechanika törvényei univerzálisan érvényben maradnak. A biológiai evolúció önállósága nem jelenti azt, hogy a kémia törvényei nem egyetemesen érvényesek az élő rendszerekben. Másrészt így lehetséges, hogy Dennettnek igaza van, hiszen a newtoni mechanika, vagy a genetika törvényei önálló (evolúciós) szinten érvényesülnek. A kultúra elszabadulhat a gének pórázáról – abban az értelemben, mint a biológiai evolúció a kémiától, – ha részei, a mémek s a fenotípusok sajátos, csak a kultúrában fellelhető struktúrákat alkotnak, illetve a mémek kialakulása, továbbadása, reprodukciója, a fenotípus építés szintén sajátos, csak erre a szintre jellemző törvények által leírható mechanizmussal mennek végbe. A kultúra és az agy (vagy inkább a pszichikum – hiszen számára lehet vonzó egy mém, a pszichikum vezérelte cselekvés reprodukálja és adja tovább, még hozzá szociális lényé), a „kulturális (és pszichikus) termékek és meta-termékek – Dennett szóképével élve – rekurzív zuhataga” oly bonyolult, mint a vízesés örvényeinek mintázata; nem könnyű fellelni ebben a rendkívüli kavargásban az önálló rendszer-specifikus struktúrákat, törvényeket. Ha sikerülne – s véleményem szerint e munkában Dawkins, majd Dennett alkalmas kezdőlépése a mém-hipotézis – a gének akkor is pórázon fogják tartani a kultúrát, de mégse volna a „túlöz” szociobiológusoknak igaza: mert ennek a póráznak semmi jelentősége nem lenne már.⁷ S most lássuk, mit ajánl Dennett az el sem szakított póráz helyett.

Replikációs verseny az agyban

„Ez az a fő pont Dawkins meglátásából, amit hangsúlyozni szeretnék. Azok a mémek fognak elburjánzani, amelyek ha törrik, ha szakad, mindenáron szaporodnak. Képzeld el őket, amint behatolnak a kultúra tagjainak agyába és ott fenotípus változásokat okoznak, majd pedig alávetik magukat a nagy kiválasztódási versenynek. Csakhogy nem a darwini genetikai rátermettség versenyének (az élet ahhoz túl rövid) hanem a dawkinsi mém rátermettségi versenynek. Itt most az ő, mint mémek rátermettsége van mérlegen, nem pedig a befogadó szervezet genetikai rátermettsége. A környezet pedig, mely megtestesíti azt a kiválasztási kényszert, ami meghatározza a rátermettséget, nagymértékben más mémekből tevődik össze.”

Milyen fenotípusos változásokat hoznak létre az agyban a mémek? Tegyük fel, hogy ez a változás nem más, minthogy a hordozón kódolt mém-információ átkódolódik az agy valamilyen mintázatába. Ez összhangban is volna más korábbi feltételezésekkel, és azzal, hogy „a környezet pedig, mely megtestesíti azt a kiválasztási kényszert, ami meghatározza a rátermettséget, nagymértékben más mémekből tevődik össze.” – eltekintve a „nagymértékben”-től, mert akkor kismértékben a többi mémen kívül más is közrejátszik a szelekcióban, amiről semmi közelebbit nem tudunk meg. Igen ám, de hogy megy végbe a nagy „kiválasztási verseny”? A mémek küzdenek, és megsemmisítik egymást? Nem valószínű: feltehetően a környezet szelektál, oly módon, hogy – mint szerzőinktől tudjuk – beindul egy másolási verseny. Amelyik mém jobban illeszkedik a környezethez, az jobban szaporodik, míg ki nem alakul valamiféle ESS. Egymás mortalitását nyilván nem közvetlenül befolyásolják, hanem például úgy, hogy „elisszák egymás elől” az őslevest. Igen ám, de ilyen versenyt csak akkor lehet lebonyolítani, ha minden versenyző a pályán van, s nem az öltözőben üldögél. Ezek szerint minden mém állandóan másolódik? Meglehet, volna elég kapacitásunk tárolni a korábbi versenyek győzteseit. De hogy mindig, mindegyik temérdek példányban jelen legyen? Hogyan maradna akkor agykapacitásunk arra, hogy például éljünk, problémahelyzeteket megoldjunk, stb.?

Tegyük fel, hogy ezt az agyunk egy olyan független része végzi, amelyik a mémekre nézve indifferens – s akkor lehet élni is, meg versenyezni is. De nincs két agyunk: egyrészt – mint a szerzők írják – a mémek agyra gyakorolt fenotípusos hatásai befolyásolják cselekedeteinket (ha nem is befolyásolnák általában, akkor is befolyásolnák speciálisan, hiszen átadásuk produkálni kell őket, ugyanazzal a pszichikus apparátussal és cselekvő testtel, amivel a többi tevékenységünket végezzük – s a ráfordítás általános egyenértékes valuta az evolúcióban). Ráadásul, ha a mémek közvetlenül tartalmazzák az őket továbbadó viselkedésünk agyi programját, meglehetősen nagyméretűek lehetnek, főként, ha még más tetteket is kihoznak belőlünk, kulturális entitásokból. Természetesen ez esetben a velünk született, vagy magunk kitalálta viselkedésvezérléseinkkel is versenyezniük kell: ha nincs harc a ráfordításért, akkor nincs győztes, és akkor vajon melyik lehetséges viselkedésünk valósul meg? S mit kezdünk ezen a versenypályán az egyes mémek összehangoltságából, egymásra épüléséből létrejövő metasztisz „versenyzőkkel”? A leírt – Dennett-Dawkins implikálta – nagy tülekedés oly kapacitásigényes, hogy az agy, ha nem is tudna-akarna védekezni egyes szimbionták ellen, védekeznie kellene a szimbiontizmus egésze ellen. Ha a leírtnál gazdaságosabb és hatékonyabb módszerek is vannak a mémszelekcióra, akkor az evolúcióban azok fognak fennmaradni – még akkor is, ha agyunk kapacitása győzné a hatalmas brain-stormingot.

Endoszimbiózis

„Szeretem összehasonlítani ezt a fejlődést (a kultúra fejlődését a mémek s agyak szimbiozisének folyamatában – K.P.) az eukarióták, több mint egymilliárd évvel korábbi megérkezésével. A viszonylag egyszerű prokariótákat szomszédaik megtámadták és leigázták és a következőképpen létrejövő endoszimbiotikus csoportok jóval életképesebbek lettek és virágzásnak indultak, lehetővé téve egy biológiai forradalom kitörését.” (A szimbiozis korántsem periférikus jelentőségű, hanem a koevolúció egy – a fent említett ESS mellett – fontos folyamata.)

A hasonlat rendkívül megvilágító erejű. Ám lényeges különbség, hogy mind az eukarióták, mind a támadók a (már nem is olyan ősi) ősseves „biológiai forradalom” előtti szintjének önálló replikációra képes egyedek voltak. Ezzel szemben a mémreplikátoroknak a genetikai replikátorok agyán kívül nincs más túlélésre (sőt, replikációra) alkalmas környezetük. Az ősi két biológiai szimbionta (szándékosan nem gazdatestet és parazitát mondok) azonos szinten volt, és biokémiai vegyületeket és hatásokat kommunikáltak. Az agyon kívüli mém (vagy hordozója: egyre megy, hiszen ugyanazt az információt csupán különféle anyagok „hordoznak”) a teória szerint a pszichikum terméke (a test-lélek problematikát durván figyelmen kívül hagyva: az agy „termékének” terméke): a dallam, a boltív, a vers magasrendű pszichikus folyamat, az első megvalósulásában az innováció eredményei. Ezzel szemben szimbionta párnak a „natúr” agyat tekinti Dennett. A kutya és bolháit bármeddig együtt élhetnek, sosem fognak összeolvadni úgy, hogy biológiai forradalom valósuljon meg, azaz egy új evolúciós szint jöjjön létre. (Miért nem a releváns pszichikus létezőkkel dolgozik Dennett és Dawkins? Vélhetően azért nem, mert nem lelik a pszichológiában azt a megközelítést, amely olyan pszichikus entitásokat, törvényeket és folyamatokat definiál, amellyel a mémek, mint pszichikus entitások kölcsönhathatnak, és így – egyebek mellet – az agyban létrehozott fenotípusos hatásaik megragadhatóak lennének. Nem jutott el hozzájuk Vigotszkij sem.)

Gondoljuk meg: az ősi endoszimbiozis nem mehetett végbe egy csapásra. Előbb a replikációs, illetve anyagcsere termékeknek „hagyományos” szimbiozisa során fokozatosan egyre illeszkedőbbé kellett szelektálnodniuk. Az endoszimbiozis sem hozhatott létre ugrásszerűen új minőséget csupán attól, hogy a támadó belülré került: az összecsiszolódás tovább folyt (természetesen a kölcsönös és azonnali szelektációs előnyök hatására), s az egyik szép lassan „lemondott” mindenről, ami nem „tisztá információ” (vezérlés és öröklés), a másik pedig arról, ami nem anyagcsere *folyamat*. (Nem teljesen mindenről: a folyóirat előző számában, a Szathmáryval készült interjúban is olvashatjuk, hogy az átöröklésnek még most is megvannak a csírvonalon kívüli módozatai – mintegy eleven emlékei a múltnak.) A revolúció valójában evolúció volt (mindkét szót most köznapit értelmében használva), ám az eredmény valóban forradalmi.

Kultúrpszichikus folyamatok az „endoszimbiozis” után – feltételezés

A kultúra immáron nagy, fejlett és komplex, nemkülönben a kultúrába belenőtt ember pszichikuma. Nem lehetséges, hogy Dennett kitűnő hasonlatában a múltat jósolta meg, az emberi kultúra s a kultúremlék kialakulását? Elképzelhető-e, hogy a mai mémek egykori replikátor ősekből váltak hosszú, kultúra előtti folyamat során „tisztá információvá”, miként a „natúr” (de igen fejlett: már „belátásos” teleologikus tevékenységre is alkalmas) pszichikus folyamatok mémhasználat által megváltozott pszichikus folyamatokká? Olyanokká, melyek hatására – mire felnövünk – „az agyban fizikailag is jelenlévő” struktúrák, állandósult neuronkapcsolatok alakulnak ki? S miként a prokarióta átszerveződött folyamatait az eukariótában nem a sejtmag hasonmásai, és a genom se mikrofénykép az élőlényről, ugyanúgy az új agyi struktúra se kell, hogy átkódolt mém legyen: csupán a mém-információ hatására létrejött pszichikus folyamat következtében „beégett” – az egyéni életút során többé-kevésbé

megmaradó, de genetikusan nem öröklődő – mintázat. A felsejlő folyamat létrejöttének lehetőségét és lefolyását természetesen kényszerfeltételként meghatározza az új mém befogadása pillanatában meglévő pszichikus struktúra, melyet a natúr pszichikumból a korábban befogadott mémek alakítottak át. Ezek a struktúrák már azért sem mémek, mert a pszichikus folyamatok külső-belső viselkedés vezérlésére, a figyelem szándékos fenntartására, memorizálásra, problémamegoldásra stb. valók: a mém-szervezte struktúráktól sem várhatunk egyebet, mint valami hasonlót. Ha ez így van, akkor azzal, hogy a releváns, pszichikus szintre helyeztük a mém-befogadás mechanizmusát úgy szabadultunk meg a mém-replikációs verseny „túltermelési válságától”, hogy egyszersmind egy másik szelekciós mechanizmussal helyettesítettük, ráadásul felsejlik a mémek „igazi” túlélőgépek kontúrja a rekurzívan kialakuló „magasabb” pszichikus struktúrákban.

Amennyiben feltevésünk helytálló, a leírt pszichológiai folyamatoknak fellelhető az agyfiziológiai háttere. W.H. Calvin feltevése szerint: „Az agyban létrejött egyes tér- és időbeli mintázatokat talán agyi kódoknak nevezhetnénk. (...) Az agyi kód valószínűleg ... tárgyat, cselekedetet, vagy elvont fogalmat jelképez. (...) Az agy vesz egy mintázatot, és ...másolatot készít róla.(...) Az agyműködés darwini modellje és saját elemzésem szerint ...valószínűleg sok helyi ...klónra van szükség. (...) Tudatos gondolatunk valószínűleg nem más, mint a pillanatnyilag uralkodó mintázat ebben a másolási versenyben.” Mégiscsak mém-másolási versenyről van szó? Részben. Calvin ugyanis helyeslőleg idézi I. Rosenfieldet: „Mikor az agy koherens válaszai a memória részévé válnak, egyben újjá is szerveződnek, mint a tudati struktúra részei.”, s leszögezi, hogy „a tartós, hosszú távú memória nem épülhet tér- és időbeli mintázatokra ...a tartós, hosszú távú változat csak térbeli.” Azt, hogy melyik klón lesz az aktuális másolási verseny győztese, befolyásolja, hogy mintázata mennyire illeszkedik az egyes agyterületek tartós mintázataihoz. (Calvin, W.H. 1997) Ha tehát Calvin feltevése helytálló, akkor például egy feladathelyzetben csakugyan másolódhatnak a helyzet egyes releváns elemeinek (tárgyak, cselekedetek, elvont fogalmak) megfelelő agyi kódok, ahol a releváns elemek egyike lehet a feladat megoldásához kapcsolódó mém is. A replikációs versenyben kialakuló egyensúlyi mintázat-eloszláshoz (illetve annak makrostruktúrájához) kapcsolódhat a feladat megoldása, mely mintázat-eloszlás kialakulását maximálisan befolyásolja az agy meglévő tartós térbeli mintázata. Az új mintázateloszlás részben vagy egészben tartósan rögzülhet, szuperponálódva a már korábban rögzültekre. Az agy új koherens válasza – melynek kialakulásában az új mém is részt vett – rögzül tehát, s nem az új mém, egy olyan kényszerfeltételek között végbemenő folyamatban, melyeket az agy (velünk született és a mostanihoz hasonlóan – így közvetve korábban bekapcsolódó mémek által is alakított) tartós mintázatai képviselnek. Hagyjuk el most az agyfiziológia egyelőre sok tekintetben számunkra ingoványos területét, megelégedve azzal, hogy feltételezhetőek olyan mechanizmusok, melyek az általunk leírt pszichológiai folyamatokat legalábbis nem zárják ki.

További nyereség, hogy a különböző pszichikumok különböző előtörténete esetében a rekurzívan kialakuló magasabb pszichikus struktúra különböző lehet (részint, mert más mémek befogadásával más natúr pszichikumból alakul ki, részint mert az egyedi mémbefogadás aktusa nem ugyanazt az átstrukturálódást hozza létre eltérő kényszerfeltételek mellett) úgy, hogy nem kell feltételeznünk a mémek mutációját. A mémek pontos másolása, átöröklése végbemehet némileg különböző psi-

chostruktúrák esetében is: például, ha a szubjektumhoz képest külső tárgyba írt mintázatot az egyed lemásolja, létrehozza. Lám, a releváns szint eddig mellőzött entitásának, a magasabb pszichikus struktúrának beiktatásával olyan folyamathoz jutottunk, melyben – talán a várakozással szemben – még a dawkinsi alapelképzelésnél is jobban felismerhető a biológiai analógia: hiszen azonos gének (más kombinációkban) különböző túlélőgépeket építenek, de ettől még változatlanul adják tovább a géneket (azzal a módszerrel, hogy átöröklési célból /is/ megőrzik a mintát). A számítógépek működése idevágólag rendkívül gyümölcsöző analógiákat kínál.⁸

De az is lehet, hogy Dennett egyszerre jósolta meg a múltat és a jelent: ez abban az esetben igaz, ha az új evolúciós minőség még nem alakult ki (a korábbi evolúciós szint minden részében és vonatkozásában) teljesen. Ha egyes pro-mémek, és pro-kulturális pszichikus és szociál-pszichikus sajátosságok őrzik még az ősi különlet egyes sajátosságait: ha a forradalom még mindig zajlik. Ha az új minőség kialakult, de még nem stabilizálódott teljesen. Ez esetben különbségek lesznek a biológiai és kulturális evolúciós szint mechanizmusai között is.

A pro-kulturális „szimbióták” koevolúciója az „endoszimbiózis” előtt – feltételezés

Milyen lehetett a mém elődje és a kultúrpszichikum elődje még a (nevezzük egyelőre így) szimbiózis előtt? Utóbbira tudjuk a választ: olyan volt, mint (a szociobiológusok egyik kedvelt kifejezésével élve) a vadászagy, vagy Maugli agya, vagy Caspar Hauser agya – pontosabban pszichikuma.⁹ Korántsem tiszta lap: közvetlen elődünk bonyolult szociális életet élt, alkalmi eszközöket talált fel, megoldott segítségükkel vagy anélkül sosem látott problémahelyzeteket, csoportosan vadászott, jelentős naturális (állati) kommunikációs apparátussal (nem emberi nyelv!) kommunikált. Bizonyára mindezeket tökéletesebben tette, mint a csimpánzok, akik szintén a fenti leltári tárgyak birtokosai. S milyen lehetett a pro-mém mint önálló replikátor? Valószínűleg olyan, ami alkalmas lehetett arra, hogy később mém váljon belőle (előszelekciónról beszélnek ilyenkor a biológiában).

Az ősi, szimbiózis előtti állapotban, replikátorról lévén szó szükségszerű, hogy az viszonylag *tartós* legyen (lásd dawkinsi hármasszabályt), illetve *pontosan* és *gyorsan másolódjon*. (A „viszonylagot” azért írtam ide, mert – mint az élővilágban látjuk – a három sajátosság különböző mennyiségi kombinációinak különféle élőlények felelhetnek meg). Bizonyosan *független*: nem lehetett minőségileg más kapcsolata a pszichikummal, mint a többi, semmiféle forradalmat nem okozó tárgynak. Ez megfordítva természetesen azt is jelenti, hogy olyan kapcsolata kellett, hogy legyen, mint a többinek – látható, vagy hallható, vagy tapintható, tehát észlelhető volt. S most vegyük figyelembe az előszelekción. Bizonyosan *érzékkelhető* (pl. nem belső) sajátosságai, elő-mintázata lehetett, amely alkalmas egy információ-csomag egyértelmű, stabil tárolására. „Nyitott” kellett, hogy legyen: növelhető hosszúságú és komplexitású információ beleírására. Bizonyosan alkalmas arra, hogy az egyed a mintázatot más egyedeknek *átadhassa* (hordozójával egyetemben – az információ mindig valamely létező mintázatában testesül meg, s nem attól függetlenül lebeg). Tekintve, hogy ez a létrehozás, s a befogadás időigényes (főleg, ha az információ hosszú és bonyolult struktúrájú – bár kezdetben nyilván nem volt az), valamint az átadás miatt, az ősmém független replikátor nemigen lehetett élőlény: hiszen függetlenül replikálnak,

de ugrándoznak is, arra mennek, amerre akarnak, és rosszul tűrik, ha rajtuk mintázatokat hoznak létre. A helyzet paradox: nem élőlény, mégis replikál – mi az?

A találós kérdés megoldása: kiterjesztett fenotípus. A méhek kaptára, a termeszek vára, a hódok gátja nem élőlény, mégis replikálódik. A fenotípus része ugyan, de az állat érzékszervei, idegrendszere, pszichikuma ugyanúgy reflektálják, mint a környezet többi tárgyát. Csupán egyetlen, viszonylag független ösztönmechanizmusuk reagál rájuk specifikusan: amelyik a várat, gátat építi, renoválja. A többi pszichikus apparátus (az egyedé és más egyedeké) ugyanúgy kezelheti ezt a tárgyat, mint bármely másikat¹⁰

Az emberelőd képes volt eszközkészítésre. Kezdetben ezek az eszközök pl. alkalmilag összeillesztett fűszálak voltak, melyet a csimpánz is elkészít, majd eldob (Goodall 1975), avagy csontdarabok, faágak. Később kőeszközök, melyeket még mindig természetes, ám persze fejlettebb teleologikus képességével készített az emberelőd azért, hogy keményebb, élesebb, tartósabb eszköze, hatékonyabb eszközhasználó viselkedése legyen. (Ez most nem „evolúciós gyorsítás”, mely a „vak” szelekció okszerű folyamatait takarja: valódi célkitűző tevékenységről van szó – ami korántsem jelenti egyszersmind kulturális pszichikus folyamatok meglétét). Míg a faágakat nem volt érdemes magával hurcolni, hiszen problémahelyzetben könnyen fellelhetette őket, a tartós eszközöket nem lett volna ésszerű eldobnia: az alapanyag nem volt mindenütt fellelhető, és/vagy nagy ráfordítás volt elkészítésük. *Amikor ősünk (itt: a prokulturális vadászpszichikum) természetes teleologikus képessége odáig fejlődött, hogy létrehozhatta a (nem alkalmi) technikai eszközt, kiterjesztett fenotípusát, minden fent leírt vonatkozásban alkalmas előszelekció valósult meg ahhoz, hogy a mém kialakulhasson.* Attól, hogy a szakócat leendő „szimbionta párja”, a pszichikum „készíteti”, semmit sem csökken az eukarióta analógia érvényessége: a szakócat nem a pszichikum egésze hozta létre, a vadászszubjektum ugyanúgy észlelte, kezelte, mint a környezet többi tárgyát, semmiféle olyan kapcsolata nem volt vele, mint később a mémekkel.

Még nem támasztottam alá eléggé, hogy mindez így ment végbe, de a történet (ha Vigotszkij elmélete igaz) lehetséges: és nekünk ez most elegendő. S természetesen, ha a szakóca kétfelé tört, természetes teleológiájával vadászunk készített egy másikat: és íme, a nem kulturális minőségű proszimbionta szakóca – az ő szemszögéből nézve – replikált. „Az ő szemszögéből nézve”? Gondoljunk arra, hogy a kromoszóma bármely állat (beleértve az embert is) szemszögéből nézve unalmas, élettelen miniatűr csigalépcső, csak felőle, pontosabban a biológiai evolúció releváns szintjéről nézve replikátor. Hogyan is tudna replikálni ez a tehetetlen spirál, ha mi, igazi élőlények nem volnánk? És mégis: ők a tervezők, vezérlők, átöröklők és megmaradók: az ő szintjük magyarázza létünk.¹¹

Nem a technikai eszköz az egyetlen alkalmas külső, pro-mém sajátosságokkal rendelkező kiterjesztett fenotípus replikátor, melyet az intelligencia bizonyos szintjére fejlődő vadász (természetesen nem kulturálisan, főként nem tudatosan) használ: ilyen például egy időbeli, levegőrezgés mintázatú, érzékszervi közelítésben „hangzó tárgy”¹², az állati kommunikációs jel. Ráadásul a fent sorolt igénypontok többségének a technikai eszköznél jobban megfelel ez a „szociális” eszköz. Vagy említhetnénk még – Donald nyomdokán – a mimetikus jelet (Donald 2001).

Elképzelhetők „lamarcki” oksági nyilak?

Dennett eukarióta analógiája kapcsán a biológiai és kulturális evolúciós szint egyes mechanizmusai közötti különbségekkel foglalkozva így ír: „Az ember gyakran hallja azt a véleményt, (...) hogy a kulturális evolúció a darwini evolúcióval ellentétben lamarcki... Az új darwinista nézetek, Weissmantól kezdődően, úgy látják, hogy az alkalmazás közben elsajátított jellemzőket nem lehetséges a leszármazottaknak genetikai úton átadni. (...) Mi számít lamarcki jelenségnek a baktériumok és a legősibb életformák vagy a vírusok világában? A vírus esetében, amit én úgy jellemeztem, mint egy attitűddel rendelkező DNS láncolat, nincsen határvonal a szomatikus és az öröklési vonal között.” Az a tény, hogy „nincs világos... módja annak, hogy a mutációkat a fenotipikus szerzett tulajdonságoktól megkülönböztessük, aligha mutatja azt, hogy eleve ki lennének zárva az új-darwinista megközelítésből. A Földünkön kifejlődött élet legnagyobb része, több mint 99%-a, ilyen rendszerben alakult ki, aminek evolúciójával az új darwinizmus készséggel foglalkozik.”

Ez a készség talán nem általános. „...a szerzett tulajdonságok nem öröklődnek. (...) Minden új nemzedék a startvonalról indul.” (Dawkins 1976). Igaz, Dawkins álláspontját a biológiai evolúcióval kapcsolatban szögezi le, a kultúrában – mint fentebb idéztük – „Elképzelhetők »lamarcki« oksági nyilak is.” – mondja nem éppen lelkesen. Lehet, hogy Dawkins és Dennett a biológiai evolúció különböző periódusaival vetik össze a kulturális evolúciót? Ez az a pont, ahol szükséges kitérőt tennünk, és John Maynard Smith alapvető fontosságú „sejtéseit” közelebbről megvizsgálunk.

Az élet sajátosságai

Ahhoz, hogy megtudjuk, hogy a kultúrát – gyümölcsöző analógiát remélve – mivel vessük össze a biológiai evolúcióban: az ősléssel; a vírusszerű lények világával, melyben a fenotípusos-genotípusos változások között talán nincs is éles határvonal; vagy az „igazi” élettel, az önző gének világával, elsőként próbáljuk jellemezni a (nem feltétlenül DNS alapú) élet sajátosságait. Útmutatóként Maynard Smith sejtéseit használjuk, s tételként felfogva megkíséréljük igazolásukat. Kitérőt teszünk a digitális tömörítés irányában, s amikor a szerzett tulajdonságok örökölhetetlenségének szükségszerűségét kimutatjuk, rátalálunk arra az egyetlen tulajdonságra, amelyet mégis érdemes átörökölni: ám ez a tulajdonság úgy pszichológiai – azaz a biológiai evolúciós szintű minőség – hogy egyszersmind kulturális evolúciós szintű is.

Maynard Smith Kulcskérdések a biológiában című könyvében leírja sejtéseit – saját szavaival: „ellenőrizhetetlen spekulációit” – az öröklődés általános sajátosságairól, melyek szerinte az élet bármely formájára érvényesek (Maynard Smith 1990). Ezeket most – terjedelmi okok miatt – részben tömörítve idézem, így az olvasó nem élvezheti Maynard Smith lebilincselő stílusát. Smith – korántsem pontokba szedve – közli, hogy:

1. az öröklődés digitális jellegű,
2. fenotípus-genotípus különbségtételt foglal magában,
3. lehetővé teszi a kvantumum események makroszkopikus szintű eseményekké való felerősödését.

Maynard Smith alátámasztja sejtéseit:

1. Az információs rendszer szimbólumai „véges számú különálló kategória valamelyikébe sorolhatók, és minden szimbólum jelentése attól függ, hogy e kategóriák közül melyikbe tartozik. Ha a szóban forgó kategóriák valamelyikében változékonyság mutatkozik... önmagában semmiféle jelentést nem hordoz... ebben az értelemben minden elfogadhatóan működőképes kommunikációs rendszer *digitális jellegű*, minthogy ...a kismértékű változások nem hamisítják meg az üzenetet. Az angolok például nem egyformán ejtik a CAT (macska) szót, de ha az eltérés nem túl nagy, a CAT-et senki nem hallja COT-nak (kunyhó). Ha a szavak jelentése valamilyen folytonos változó értékén alapulna, az üzenet minden másolás alkalmával némiképp megváltozna.”
2. (A *fenotípus-genotípus* megkülönböztetésnek) „...két oka van. Az egyik, hogy a szerzett tulajdonságok többsége hátrányos sérülés, betegség vagy az öregedés eredménye. Egy olyan öröklődési mechanizmus, amely továbbadná ezeket a tulajdonságokat, folyamatok romláshoz vezetne. ...Van azonban egy másik ok is. Szelekciójuk folytán a testek olyan tulajdonságokra tesznek szert, amelyek lehetővé teszik növekedésüket és fennmaradásukat: e tulajdonságok pedig nagy valószínűséggel összeegyeztethetetlenek a pontos replikációval.” (A környezethez hatékonyabban adaptálódó túlélőgépj fenotípusa hirtelen nagy környezetváltozásokra válaszként gyors, jelentős környezetre gyakorolt hatással járó reverzibilis változásokra képes szerkezetében és folyamataiban – természetesen végső soron a gének megszabta határok között.)
3. „Az örökölhető változások – a „*mutációk*” – a genetikai üzenet megváltozásával jönnek létre. ...Az élő rendszerek e tekintetben különböznek az élettelenektől: egyetlen molekula, de akár még egymillió molekula elmozdításával sem okozhatnánk látható változást, mondjuk a tenger hullámainak alakjában vagy viselkedésében. ...egy kicsiny jel nagyarányú hatássá való felerősödése... amely akkor válik lehetségessé, ha az adott rendszerben szabályozott folyamatok zajlanak, a legerőteljesebben az élő rendszerekben jelentkezik.”

A fentebb idézett sejtések szinte tudások. Egyik következményük (2;3), hogy az evolúció nem teleologikus, tehát semmilyen későbbi előny kedvéért nem vállalhat átmeneti hátrányokat. Az életképtelen egyedek (mutáció) haladéktalanul kiküszöbölődnek: a fejlődés azonnali, a „szűklátókörű” előnyök szekvenciáját akkumulálja. (Ezért oly sok a barkácsolás: s lesz az álcsonból hallócsont, a pikkelyből fog, az úszóhólyagból tüdő.)

A sejtéseket további megfontolásokkal is alátámaszthatjuk. Dennett „általánosított darwinizmus”-ának második tétele szerint „az elemek képesek másolatokat készíteni magukról” Az öröklődés bizonyos határon túli pontatlanságán túl már egyszerűen nem jogosult replikációról beszélnünk. Továbbá a másolás jelentős pontatlansága miatt a fitness is változna, így a későbbi mintában vett elemszám aránya a környezet hatásaitól függetlenné válna.¹⁵

Amikor *digitális* öröklésről beszélünk, akkor valójában azt is állítjuk, hogy az élő organizmus (vagy ha nem „élet” a tárgyalt evolúciós szint, de érvényesek rá a dawkinsi-smithi szabályok /D1-3; S1-3/, akkor annak entitásai) *központi vezérlő egységgel* ren-

delkeznek, amely egyszersmind átörökítő egység. (Ha e kettő – amúgy ésszerűtlenül, és szelektív bukásra ítéltetve, nem esne egybe, az alábbi megfontolások akkor is igazak). Ha ez így van, akkor (az adott átöröklési mechanizmus szintjén) minden információt valamilyen módon tartalmaznia kell az organizmus felépítéséről és működéséről. Méghozzá *tömörített* formában: bizonyos szintű tömörség hiány esetén a vezérlés és átöröklés roppant nehézkesen menne végbe, az átörökítő reprodukálása túl sok ráfordítást igényelne. Szélsőséges esetben egyszerűen megdupláznánk a fenotípust („kettő az egyben: de hogyan?). Ráadásul a nagy központi egység sérülékenyebb volna, és körülményesebb lenne a hibajavítás.

Digitális vagy analóg információ – tömörítési lehetőségek (ad. Maynard Smith 1.)

Vajon lehet-e tömöríteni analóg és digitális módon is az analóg információt? Az analóg tárgyak (pl. zene) tömörítésének példája a hagyományos hanglemez, a magnókazetta, vagy mondjuk egy festmény esetében a mikrofilm. Csakhogy példánkban minden analóg tömörítés információvesztéssel jár, vagy ha nem (végtelen felbontású filmek, abszolút tökéletes mikrofonok, magnófejek és erősítők stb.), akkor minden információt megőriztünk oly módon, hogy valójában nem tömörítettünk, csak átkódoltunk. Megdupláztuk az organizmust.

Mikor, hogyan és miért lehet egyáltalán tömöríteni? A kérdésre az egyik lehetséges választ az algoritmikus információelmélet tudománya adja meg, melyet az 1960-as években hozott létre a szovjet Andrej Kolmogorov. Arra törekedett, hogy meghatározza, mi a legrövidebb üzenet, amely alkalmas egy rendszer leírására?

„Amennyiben egy számítógépes program, vagy algoritmus egyszerűbb, mint az általa leírt rendszer, akkor (a rendszert) „algoritmikusan sűrítethetőnek” mondjuk”

Amennyiben a rendszer „bárminemű szabályszerűséget mutat, ezek a szabályok tömören kódolhatók egy egyszerű algoritmusban, ami sokkal rövidebb lehet (a biteket tekintve)” (Paul Davies 1995).

Egy véletlen sorozatot nem lehet *algoritmikusan sűríteni*. Egy organizmus paraméterei nem lehetnek véletlen eloszlásúak. Ha azok volnának, nem tudná produkálni fitnessét: ilyenformán nem lehetne az evolúció tárgya. Ismerjük is – például az emberi testben – a szabályszerűségek többségét (a különböző sejtek ismétlődésétől, geometriai alakzataitól kezdve a szívverés ritmusáig) E megfontolás nem „földi” biológia-függő: bármely „élő” rendszer algoritmikusan sűrítethető.

Jó, jó – mondhatnánk – de hát az élő rendszer (a fenotípus) analóg! Hogyan végezzük el a processzust, hogyan algoritmizáljuk? A probléma megoldása egyszerű: veszünk egy n dimenziós teret, melyben az organizmus három dimenzióban levő minden pontjának megfeleltetünk egy pontot: a térbeli koordinátákon túl a többi $n-3$ dimenzió az organizmus-pont minőségi sajátosságait fejezi ki; a koordinátákat egy hosszú számfüzérré fűzzük, s már elő is állt az algoritmikusan sűrítendő számsor.¹⁴ Ha a pontok mozgásállapotát időben is megadjuk, akkor a digitalizálás e tekintetben is megoldható. A szemléletesség kedvéért idézzünk fel magunk előtt egy EKG szalagot, a mérés görbéivel. Jól látható, hogy az időbeli folyamat szabályos – és mi éppen a szabályok segítségével tömörítjük. (Nem állítom, hogy testünkben van valahol egy gyors-Fourier analízátor és egy Turing gép: csupán az elvi lehetőséget kívántam szemléltetni.)

Létezik egy másikfajta információ-tömörség is: a „*logikai mélység*”. Mint tudjuk, a szervezet szervezett. „Számos kísérlet történt a szervezethez nevezett roppant illékony elem matematikai megragadására. Az egyik Charles Bennett érdeme, és a „logikai mélységgel” – az ő kifejezését használva – függ össze. Felfogását kevésbé jellemzi a bonyolultság vagy egy rendszer meghatározásához szükséges információ mennyiségi leírása, inkább a minőségére vagy „értékére” figyel.” (...) „Bennett arra ösztönzi olvasóját, hogy gondoljon úgy a világ (vagy akár egy organizmus – K. P.) állapotára, mint amely kódolt információt tartalmaz, információt eme állapot elérésének módjáról. A kérdés ezek után az, mennyi „munkát” kellett a rendszernek abba fektetnie – vagyis mennyi információfeldolgozásra volt szüksége –, hogy a szóban forgó állapotba jusson. Bennett ezt nevezi logikai mélységnek. A munkavégzés mennyisége azzal az idővel mérhető, amennyi az üzenet legrövidebb programmal való előállításához szükséges.” (Paul Davies 1995).

Ebben a megközelítésben az emberi genom az a legrövidebb program, amellyel kilenc hónapos információs munkával egy embergyerek előállítható. Az információs munkát a genom végzi környezetével, mely kezdetben a petesejt, később az anyaméh, és már az első információs aktus után egy saját maga által is produkált környezet. Ha feltételezzük, hogy az egyes információfeldolgozási ciklusokban mindig az előzőtől különböző információ jön létre, és a rendszer (elégge) nem kaotikus, akkor egy átörökítő egység sokkal több információt hozhat létre, mint amennyit adott algoritmikus sűrítettség mellett tartalmaz. A genom sokkal kevesebb információt kell, hogy hordozzon, mint ami az organizmus maximális algoritmikus sűrítésével előállítható. Ez azért lehetséges, mert a környezet szabályszerűségeit lépésről lépésre magába építi: ezért változhat lépésenként a „kimenő információ”. S hogy mennyit épít magába, az az információs folyamat gyorsaságától, a rendelkezésre álló időtől, és a környezet sajátosságaitól függ.¹⁵ Ha a genom információtartalmát csupán Shannon képlettel (mely az algoritmikus tömöríthetőséget „veszi figyelembe”) vizsgáljuk, becslünk magunkat. Ennek megfelelően pl. kétszeres genom információ (kb. mint a svábbogár és az ember között) nem jelent lineárisan (csupán) kétszeres komplexitás-különbséget a fenotípusok között, mert figyelembe kell vennünk a környezet kooptált komplexitását is.

Az, hogy egy átörökítő egység ciklusról ciklusra (sőt: helyről-helyre) más információt képvisel, úgy valósul meg, hogy a környezet mindig másként dekódol, és/vagy úgy, hogy az ő mintázata is változik. Tekintve, hogy az összes változás lehetőségének a kiinduló egységben benne kell lennie, az éles és pontos mintázatváltozások analóg transzferrel megoldhatatlanok. Az n-ik lépésben az átörökítő nem az új környezet „elvont” szabályaival találkozik, hanem entitásaival, folyamataival – többnyire térben és időben ingadozó eloszlásban. Ezekből kell kivonnia az önátalakítást, meghozzá pontosan (hiszen egyébként az n-ik lépésnél leállna a folyamat). Ez csak digitálisan, bizonyos küszöbértékek közötti környezetváltozásokra való diszkrét megváltozással lehetséges (biológiában egyes gének ki- és bekapcsolása). Ha a környezet minden lépésben digitális volna, akkor persze az átörökítő egység analóg is lehetne!¹⁶ Ha az átörökítés rekurzív komplexitásnövelő lépésekben megy végbe – és ez szükségszerű, nem csak azért, mert gazdaságosabb, mint az algoritmikus sűrítés, hanem azért is, mert ugyan hol volna az a számítógép, ami az algoritmikusan sűrített információt kiszámolja? – akkor az átörökítő egység csak digitális lehetne.

Fenotípus-genotípus – a szerzett tulajdonságok öröklődése (ad. Maynard Smith 2.)

Maynard Smith második sejtése: hogy minden élet fenotípus-genotípus különbségtételt foglal magába. Ennek kapcsán úgy érvel a lamarckizmus ellen, hogy a szerzett tulajdonságok legtöbbje a fenotípus károsodása, melynek továbbadása folyamatos leromláshoz vezetne. Mielőtt kimutatjuk, hogy az *előnyös* szerzett tulajdonságok öröklése is folyamatos leromláshoz vezetne, ráadásul – a biológiai túlélőgépek felépülésének konkrét mechanizmusáról való tudást nem is használva (a „fehérje-pulnik” szövedéke visszafejthetetlen) – lehetetlen is, előbb kockáztassunk meg egy Dawkins-logikájú érvelést.

Az a gén van szelekciós előnyben, amely olyan túlélőgépet hoz létre, amely kölcsönhatások sorozatában saját magát nem változtatja meg, hiszen ha megváltoztatná, már nem ő maradna fenn, azaz jövőbeli előfordulási gyakoriságát csökkentené. Ezek szerint a szerzett tulajdonságok örökölhetetlensége a dawkinsi alaptörvényből következik: a gének önzők, s csak annyira törődnek a testek túlélésével, amennyire ez érdekükben áll.

Igen ám, de mi a helyzet a fenotípus másik megnyilvánulásával, a viselkedéssel? Miért ne adódnának át a tanult viselkedéses alkalmazkodások, a feltételes reflexek és reflexláncok, amelyek csak akkor alakulnak ki és szilárdulnak meg, ha a környezet – egyed életútján belüli – ismétlődő, tartós ideig fennmaradó hatásaihoz az adaptációt elősegítik? Első megközelítésben azt mondhatnánk azért, mert vagy gátolnák a faj földrajzi radiációját, melynek – hála a Baldwin hatásnak (melyről bővebben később) – az ökológiai niche nem rugalmatlan korlátja, vagy az új körülmények között a faj semmi hasznát nem venné. Ugyanez igaz a környezet fokozatos – a generáció élettartamhoz képest – hosszú távú változásai esetén.

Második közelítésben tegyük fel a kérdést: végül is mik ezek a viselkedéses alkalmazkodások? Az az egyed, amelyik egyáltalán viselkedéses alkalmazkodásra képes, úgy születik (olyanok a génjei), hogy bizonyos veleszületett pszichikus képességei vannak: központi idegrendszere alkalmas az operáns kondicionálásra, esetleg láncreflexek kialakulására. Ha valamely tanult viselkedés kialakul, attól még semmi se változik ezekben a képességekben. Egyetlen olyan viselkedése sem lesz, ami kilóg a veleszületett pszichikus képességek által elvileg lehetséges viselkedések halmazából. Az új generáció épp olyan gyorsan lesz képes tanulni, mint az előző. Persze, ha a tanulás nagyobb ráfordítással jár az új generáció egyedének, mint egy általa tanult viselkedés átörökítéséhez szükséges ráfordítás, akkor megéri átörökíteni. Azazhogy megérné, ha cseppet sem változna a környezet, ellenkező esetben a ráfordítás „kidobott pénzzé” válik. De változik, akkor is, ha nem változik, mert a tanult viselkedések „testre” szabottak: az egyed konkrét körülményeihez, és konkrét fenotípusához tartoznak. *A lamarcki öröklés értelmetlen (káros és kiküszöbölődik), ha az organizmus „csak” viselkedését tudja megváltoztatni, és nem azokat a konceptuális kereteket, melyekkel viselkedése releváns módon leírható: azaz a pszichikus kezdeti feltételeket.*

Ami igaz az egyszerűbb módon létrejött tanult viselkedéses alkalmazkodásokra, az még inkább igaz az intelligens, belátásos viselkedésre: éppen azért, mert az sokkal pontosabban, gyorsabban és rugalmasabban alkalmazkodik a konkrét körülményekhez. Sőt, intelligens viselkedés esetén, ha egy problémahelyzet gyakran ismétlődik, akkor se feltétlenül érdemes a megoldást és a választ rögzíteni, még az

egyéni életúton belül se. Ugyanis, ha a rögzítés olyan mértékű, hogy a helyzet kicsi változása esetén a rögzített viselkedés „ugrik be” – holott az újat is pillanatok alatt kitalálnánk – akkor ez a rögzítés kifejezetten káros.

A lamarcki öröklésnek csak akkor volna értelme, ha az organizmus nem csak viselkedését tudná megváltoztatni, hanem a viselkedés szintjét (azaz hatékonyságát nagyságrendileg) meghatározó pszichikus képességeit. *Azt a viselkedést érdemes átörökíteni, amellyel a szubjektum nem a külvilágra, hanem önmagára hat, pszichikus képességeit megváltoztatva.* Ez a viselkedés, ha egyáltalán lehetséges, jól láthatóan különbözik a fentebb soroltaktól. Az evolúció során, bár az új minőségek nagy ugrásokat képviselnek, általában megtaláljuk előképüket, fokozatos előszelekciójukat az alacsonyabb minőségi szinten. Vajon fellelhetjük-e az önmegváltoztató viselkedés előképét is?

Az önmegváltoztató viselkedés előszelekciója

Korábban vizsgálatunk tárgya az „endoszimbiózis” előtt, a pro-kulturális „szimbioták” koevolúciója volt. Ott abból a szempontból tekintettünk a főemlősök (s az előemberek) eszközhasználatára, hogy alkalmas-e a technikai eszköz arra, hogy egyfajta „proto-mém” funkciót betöltsön. Nézzük most az eszközhasználatot egy másik irányból. Dawkins így ír az állatok által készített eszközök evolúciójáról (Dawkins 1989):

„Senkinek sem okoz gondot, hogy megértse a morfológiai különbségek genetikai szabályozásának elvét. Annak belátása is csak kevesek számára jelent nehézséget, hogy elvben semmiféle különbség nincs a morfológia és a viselkedés genetikai szabályozás között (...) Ha az agy bármilyen értelemben öröklődőnek mondható, a viselkedés éppen ugyanúgy öröklődhet. ... (ha) elfogadjuk a morfológia és a viselkedés örökölhetőségét, nincs okunk kizárni, hogy ... a pókok hálójának a formája is öröklődhet. A viselkedéstől a kiterjesztett fenotípusig – például a pókhálóig – megtett lépés konceptuálisán éppúgy elhanyagolható, mint a morfológiától a viselkedésig vezető út.”

„... a pók hálóját is nyugodtan tekinthetjük teste ideiglenes funkcionális kiterjesztésének, amely óriási mértékben megnöveli zsákmányszerző szerveinek tényleges hatókörét.”

„... valamely állatok készítette tárgy – mint minden más fenotípusos termék, amelynek változatossága egy gén hatása alatt áll – olyan fenotípusos eszköznek tekinthető, amelynek segítségével az illető gén átmentheti magát a következő nemzedékbe.”

A bot, amellyel a csimpánz a banánt a ketrecébe húzza, éppúgy kiterjesztett fenotípus, mint a méhnek a kaptár, a hódnak a hódgát. És a kiterjesztett fenotípus pontosan ugyanolyan funkciójú az önző-gén közelítésű evolúcióban, mint a „kiterjesztetlen”: a test (túlélőgép) struktúrája, vagy éppen a viselkedések, viselkedésstratégiák. A technikai eszköz, bár definíció szerint olyan, mint a természetvár, mégis – első ránézésre – másnak tűnik. Olyan, mintha a majom „tényleg” megváltoztatta volna fenotípusát, s nem csupán „definíció szerint”. Mintha egész egyszerűen megnyújtotta volna saját kezét. Azaz elnagyoltan azt mondhatnánk, hogy olyan viselkedést produkált a teleologikus eszközhasználattal, amellyel nem (csak) a külvilágra hatott, de önmagát is megváltoztatta. Még saját szubjektív átélésünkben is a használt botot testünk meghosszabbításának érezzük: úgy érezzük, mintha saját

kezünkkel tapogatnánk le vele a másképpen elérhetetlen tárgyat (kellő gyakorlat után, természetesen). De aki még nem játszott bottal, csupán autót vezetett évekig, az tudja, hogy „érezzük” a koci szélességét.

Általában valamely minőség-változás esetén nem sok értelme van „majdnemről” beszélni. Mégis úgy érezzük, hogy a teleologikus eszközhasználó viselkedés majdnem önmegváltoztató viselkedés. Nem véletlenül: hiszen előszelekciók.

Eppen a biológiai evolúcióban a „majdnem”-nek van egy sajátos, és igen fontos megjelenése: úgy hívják, hogy Baldwin-hatás. Nagy a jelentősége, de talán még sincs eléggé az evolúciós gondolatot felhasználó társtudományok köztudatában. (Pedig ha Dawkins sejtséje igaz, akkor a darwinizmus a *Baldwin-hatással együtt* túl jelentős ahhoz, hogy csak a biológiában legyen érvényes.)

A Baldwin-hatást korábban már említettem azzal kapcsolatban, hogy segítségével tud megkapaszkodni egy faj valamely általa korábban nem lakott ökológiai niche-ben. Mint ahogy a magyarok se önszántukból foglaltak új hazát, általában a fajok is kényszer hatására szorulnak ki eredeti ökológiai niche-ükből. (Messziről jön egy rátermettebb faj, vagy jön egy jégkorszak.) Ilyenkor egyrészt a faj génkészletéből azok az allélok válogatódnak ki, melyekkel a faj az új körülményekhez alkalmazkodottabbá válik (ez a módszer meglepően eredményes lehet, hiszen mint tudjuk egy gén több tulajdonságot, több gén egy tulajdonságot alakíthat ki: az eredeti körülmények között sose (alig) látott verziók kerülhetnek túlsúlyba.) Másrészt rendelkezésre állnak a viselkedéses alkalmazkodások is, melyek teljes arzenálját bevetheti az élőlény. Ha az eredeti körülmények megváltoznak, éppen, mert a viselkedés nem konkrétan öröklődik, csak a viselkedés kialakításának lehetősége és módja, az eredeti környezetében sosem gyakorolt viselkedések kialakítására képes. Természetesen azoknak a viselkedéseknek a kialakítása megy egy élőlénynek a legkönnyebben, melyeket eredeti környezete tipikus problémahelyzeteire adott válaszként tanul, s a tanulás egyre hosszabbá, a viselkedés egyre túlbonyolítottabbá válik, minél jobban különböznek problémái a régiektől. A változatlan gén-pool mellett kitüntetett allélkészletével, és viselkedéses alkalmazkodási lehetőségeinek szélsőségesen specifikus kiaknázásával egyre mélyebbre hatolhat az új niche-be, s így már annak – az eredetitől eltérő – környezeti hatásai lesznek a szelekciós tényezők. Az új környezet másfajta mutációkat fog előnyben részesíteni, mint a faj eredeti környezete: olyanokat, melyek olyan speciális fenotípusos (morfológiai vagy viselkedésajátítás-képességbeli) alkalmazkodást hoznak létre, mely könnyedén megvalósítja azt a fenotípust, amit a tanulás – ESS egyensúly-eltolódás (azonos génkészlet mellett bizonyos allélok javára való eltolódás így is megfogalmazható) – csak megközelítően és nyögvenyelősen. *Az előadaptációk tehát nem csak azért fontosak, mert ők teremtik meg a változás belső körülményeit, hanem azért is, mert ők teremtik meg a külsőket is (abban az értelemben, hogy ők teszik lehetővé, hogy a faj egyedei az eredetitől eltérő szelekciót produkáló környezetbe kerüljenek).* Az új fajok többnyire nem csak a kőszia véletlen hatására keletkeztek itt vagy ott: a mutációs folyamat „irányát” a Baldwin-hatás befolyásolja.

Az eszközhasználó virtuálisan önmegváltoztató viselkedés (a Baldwin-hatás egyfajta analógiájaként) a valóban önmegváltoztató viselkedés evolúciója számára teremtett kedvező lehetőséget, amennyiben a pro-kulturális „szimbionták” koevolúciója az „endoszimbiozis” előtt csakugyan feltételezésünk szerint ment

végbe, azaz a technikai eszköz vált proto-mémmé; valamint ha a mémek közvetítésével csakugyan megváltoztatjuk viselkedésünket. (Hogy valójában hogyan is jön létre, mi is ez az önmegváltoztató viselkedés, ahhoz – mint fentebb az összes pszichikus szint megmagyarázásához – releváns pszichológiai empiriára, és komoly pszichológiai elméletre kell támaszkodnunk. Erre teszek kísérletet tanulmányom befejező részében.)

Mindenesetre, ha evolvál az az egyetlen tanult viselkedés, az önmegváltoztató viselkedés, amit érdemes volna genetikusan örökölni, már át is léptünk a kultúra szintjére, ahol az átöröklés nem a gének, hanem a mémek közvetítésével valósul meg. Így oldódik fel az a paradoxon, hogy szükségszerű, hogy a tanult viselkedések nem átörökölhettek, ám mégis találtunk olyat, amit érdemes átörökölni.

Logikai mélység és átöröklés

S most térjünk vissza Maynard Smith sejtéseihez. A leírtak azt támasztják alá, hogy bármely élet-szerű evolúciós szinten a szerzett tulajdonságok öröklése lehetetlen.

Gondolatmenetünket egészítsük ki még egy utolsó érvel. Maynard Smith sejtésében nem használta ugyan, de a – nemcsak „önzőgén” elméleti alapokra helyezkedő – evolucionistáknak egyik kedvenc idevágó megállapítása, hogy a gének, amikor az anyaszervezetben fehérjéket szintetizálva fenotípust építenek, már a legelső lépésben olyan folyamatot produkálnak, melyet elméletileg nehéz, gyakorlatilag lehetetlen „visszafejteni”. Az információnak nincs útja (dekódoló mechanizmusa) fordított irányban, különösen, amint a fenotípust felépítő ismétlődő szekvenciák során – melynek mindenkori átmeneti kiindulópontja már az addig elért állapot – a test fokozatosan „kicsomagolódik”. Ezzel az érvel Maynard azért nem élt, mert elméletileg – vélhetően – lehetségesnek tartotta, hogy a replikációnak–fenotípusépítésnek esetleg ez csak a biológiában létező, nem feltétlenül szükségszerű módja, ő pedig „minden” életről fogalmazta meg sejtéseit. Nos, ha a „logikai mélységen” alapuló kódolása szükségszerű az átörökítő digitális egységnek, akkor ezt az érvet is használhatta volna, mint nem biológia-specifikus szükségszerűséget. Megjegyzendő, hogy a „logikai mélységen” alapuló kódolási „trükknek” van még egy érdekes következménye. Elvileg az is elképzelhető volna „valamely életben”, hogy az örökítő digitális egység, miután felépítette (miközben felépíti) a fenotípust, „eltűnik”, pontosabban a fenotípus osztott paramétereiben és struktúrájában tárolódik, majd az újabb szaporodáskor valahogy rekonstruálódik, visszaépül, visszakódolódik (azaz ama másik életben a test nem hordozna géneket). Ez az eljárás bár lehetséges, ám kockázatos, mivel a fenotípus analóg-pontatlanságú, ráadásul „tulajdonságokat szerez”, ami veszélyezteti a pontos visszafejtést. Ráadásul – s ez a fő érv – bonyolult, idő- és energiaigényes a visszafejtés. Az építész is akkor jár legjobban, ha zsebében hordja a tervrajzot. A szelekció minden életben a gyors, pontos, kevés ráfordítást igénylő megoldásokra szelektál: *a digitális átörökítő egység megőrzése a fenotípus által a következő replikációig szükségszerű.* (És nem amiatt, mert az átörökítő egység is vezérel – hiszen a fenotípusépítés során e funkciói átkódolódhatnak.) A biológiai evolúció e logikai mélységből következő ökonomikus megoldást többszörösen kihasználja: nemcsak átöröklés céljából őriz testünk néhány pontos átörökítő tervrajz-

zot, de minden egyes sejtünkben is, a lokális vezérlés praktikus megoldására. Azaz: klónozni a marsbeli élőlényeket is lehet. (A mémek pontos másolása, átöröklése végbemehet némileg különböző pszichostruktúrák esetében is: például, ha a szubjektumhoz képest külső tárgyba írt mintázatot /vagy ennek memorizált képét/ az egyed lemásolja, létrehozza – tételeztem fel korábban. Ha tehát a kultúra – a logikai mélység vonatkozásában is – olyasvalami, mint az élet, akkor ez nem lehetőség, hanem szükségszerűség.)

Szükségszerűségek ide vagy oda, Dennett kemény tényekre hivatkozik a lamarcki nyíl védelmében, amikor leírja, hogy a jól ismert vírusoknál a szerzett tulajdonságok öröklődnek, sőt, „a Földünkön kifejlődött élet legnagyobb része, több mint 99%-a, ilyen rendszerben alakult ki, ... (amelyekben nincs világos) módja annak, hogy a mutációkat a fenotipikus szerzett tulajdonságoktól megkülönböztessük”. Ez bizony komoly ellentmondás, amely csak úgy tűnik feloldhatónak, ha mély lélegzetet veszünk, és feltételezzük, hogy ez a 99%-nyi valami nem él. Replikálnak ugyan, de a biológiai evolúciós cikluson belül evolúciós szintjük más, mint az életé.

S ne feledjük: a vizsgált kérdéskör azért került előtérbe, mert Dennett a biológiai szint analógiájával kívánta megvilágítani, hogy az emberi kultúra közegében a mémek esetében vélhető a fenotípus-genotípus közötti éles határvonal hiánya, és a lamarcki folyamatok lehetősége nem jelenti a darwini evolúciós mechanizmus tagadását.

Kvantumosból makroszkopikus (ad. Maynard Smith 3.)

Mielőtt megpróbálnánk bővebben is kifejteni, hogy merész feltételezésünkkel mit is mondtunk egyáltalán, röviden térjünk ki Maynard Smith harmadik sejtésére: az öröklődés bármely helyzetben „lehetővé teszi a kvantumos események makroszkopikus szintű eseményekké való felerősödését.”

Ez a sejtés az előző kettő következménye. Ha van fenotípus-genotípus megkülönböztetés, és ha az átöröklő (és vezérlő) egység digitális, és ha az élőlény (az evolúciós szint alrendszere) nagy logikai mélységű információval leírható, akkor az átöröklő egység akár mikroszkopikus változásai makroszkopikus változásokat is okozhat. (A fenotípusé nem.) Az, hogy ezek a mikro-események éppen kvantum-események, nem feltétlenül szükségszerű. Inkább arról van szó, hogy véletlenszerűeknek kell lenniük azon a szinten, amelyen a gének illetve a fenotípusok szerveződnek és kölcsönhatásaikat kifejtik, hiszen nem-véletlenszerű mikrováltozások esetén a mikrohatások szintjének törvényszerűségei „tartanak pórázon” a géneket. A biokémiai szinten, melyen a gén is, és a biológiai organizmusok is szerveződnek, a kvantumos hatások (gamma sugárzás, kozmikus részecskék, stb.) véletlenszerűek. Meglehet, egy másik „életben” egy másik alsóbb szint, de *nem a kvantumfizikai szint* hatásai jelentkeznek véletlenszerűen. Ugyanis a véletlenszerűség relatív, és szintfüggő. Ha egy – mondjuk n-ik – evolúciós szint csak rá jellemző mozgástörvényei valamely közvetlen „alatta levő” n-1 evolúciós szint sajátosságait, egységeit, hatásait, törvényeit kombinálják új minőséggé – de nem feltétlenül mindet, hiszen n-1-ik szint egyes hatásai olyanok is lehetnek, hogy az n-ik szintű új minőségek szempontjából (közel) indifferensek lehetnek, azaz az n-ik szintű alrendszerek stabilitását nem befolyásolják – és az eggyel alacsonyabb szint önszerveződése, evolúciója „ugyanígy járt el” n-2-ik szint vonatkozásában, akkor joggal

feltételezhetőek olyan n-2-ik szintű események, melyek hatni képesek n-ik szintre, és onnan nézve véletlenszerűek.

A továbbiakban a korábban felmerülő kérdések közül kettőre térek még ki. Az egyik a Dawkins–Maynard és Smith–Dennett implicit élet meghatározások ellentmondásai által vetődik fel. A másik a kultúra kialakulásával kapcsolatos kulcskérdés: az állati (főemlősi, akár belátásosan teleologikus) pszichológiai folyamatokból hogyan lehetnek kulturális folyamatok, milyen pszichológiai megközelítés segít feltárni ezt a változást?

Az evolúciós ciklus és az élet

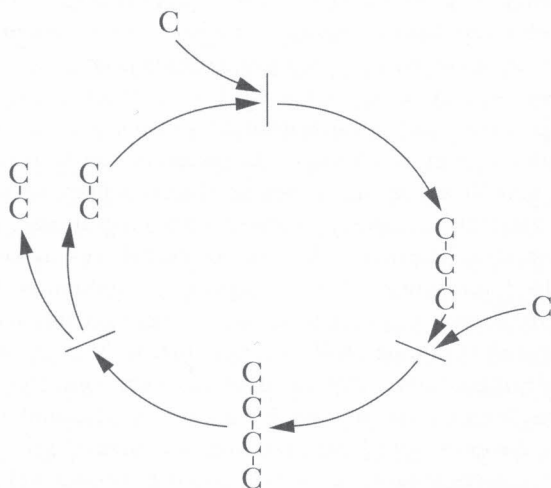
A kultúra és a mémek mozgásformái megértéséhez elengedhetetlen, hogy az evolúciós szint alakulásának egymást követő szakaszairól és összefüggéseiről többet megtudjunk. A gyümölcsöző analógiát, másokhoz hasonlóan mi is a biológiai evolúciós szinten keressük, vizsgálva az evolúciós szint kialakulását, a replikáció létrejöttét. A folyamatok jobb megértésében segítségül hívjuk Leydesdorff kommunikációs–evolúciós megközelítését, melynek általános érvényű megállapításai nem csupán a biológiai szintű érvényességre tartanak igényt.

Az élet keletkezését megelőző eseményekről Dawkins így ír: „Kémiai eseményként kezdődhetett ... az a jelentős, kritikus esemény, amely kiváltotta az élet robbanását... önmagukat kettőző egységek keletkezése, de nevezhetjük az öröklődés megjelenésének is – olyan folyamatnak, amelyet legegyszerűbben úgy jellemezhetünk, „hasonló hasonlót nemz”.” (Dawkins 1995). Nyilvánvaló: a „replikálódó egységek eltérő túlélésének mechanizmusa” nem működik replikátorok nélkül.

„Julius Rebek és munkatársai, a Massachusetts Institute of Technology (MIT) kémikusai komolyan vették a kihívást, hogy ön-sokszorozó molekulákat hozzanak létre. ... két kisebb molekulával (foglalkoztak) ... nevezzük őket A-nak és B-nek. Mikor A és B oldatát összekeverték, egy harmadik vegyületet alkottak – mint bizonyára kitalálták –, a C-t. Mindegyik C-molekula templátként, öntőformaként működött. Az oldatban szabadon lebegő A- és B-molekulák ebbe az öntőformába illeszkedtek. A és B illeszkedése minden esetben C-t hozta létre. Ezek a C-molekulák nem álltak össze kristállyá, hanem külön maradtak. Ettől kezdve mindegyik C öntőformául szolgált az újabb C-k számára, s így a C-k populációja mértani hatvány szerint növekedett.... Ez a rendszer még nem rendelkezik a valódi öröklődés képességével, mindazonáltal efelé mutat. (...) Még nagyobb szerencse, hogy ultrabolya-sugárzással kiválthatjuk a C-molekula „spontán mutációját”. Az új, mutáns változat „tökéletesen szaporodott”, amennyiben pontosan önmagához hasonló lány-molekulákat hozott létre. Ez a változat a kutatók nagy meglepedésére túlszárnyalta a szülőformát, és rövidesen uralma alá hajtotta a kémcsővilágot, amelyben e furcsa őslények tenyésztek.”

Nos, replikáció van már, de ez még nem az igazi, mivel ahhoz, hogy „az élet robbanása méltóvá váljon nevére, olyan öröklődésre van szükség, amely *meghatározatlan, lezáratlan számú változattal* dolgozik.” Dawkins történetében ezután áttér a DNS-re – Gánti Tibor, aki az élet mivoltáról írt könyvében többfélét ismertetett a fentihez hasonló körfolyamatokból (Gánti 1989), beiktat még egy lépcsőfokot: „Vajon létezik *szerves vegyületekből álló* egyszerű, néhány lépéses autokatalitikus körfolyamat is?...

Idestova egy évszázada ismert ez a reakció... Az ábra egy igen egyszerű „önreprodukáló kémiai kerék” működési elvét mutatja be, megfelelő kétszénatomos szerves molekula (glikolaldehid) példáján.



1. ábra

Ha ez egy egyszénatomos molekulával (formaldehid) reagál, háromszénatomos molekulává (glicerin aldehid) alakul, amelyből egy újabb reakcióban négyszénatomos molekula (tetróz) lesz. Ez azonban el tud bomlani két kétszénatomos (glikolaldehid) molekulára, s ezzel a kiindulási molekulánk reprodukálódott. Ám a folyamat mindkét molekulával folytatódhat, a következő ciklusban 4, majd 8, 16, 32, 64 stb. glikolaldehid molekulát eredményezve. Az ábrán az áttekinthetőség kedvéért a molekuláknak csak a szénvázát tüntettük fel.” „A formaldehid a Világegyetem egyik leggyakoribb szerves vegyülete. Jelen volt az Ősföld atmoszférájában is, sőt nemcsak jelen volt, hanem a Nap ultraibolya sugarainak, a villámlásnak, a radioaktív, a kozmikus sugárzásnak stb. hatására folyamatosan keletkezett is a légkörben levő metánból. ... a formóz reakció az Ősföld egyik leggyakoribb kémiai folyamata volt”

Innen már csak egy ugrás Dawkins „igazi öröklődése”, amely egyrészt pontos, másrészt meghatározatlan, lezáratlan számú változattal dolgozik. „A természet valódi önszaporító molekulái – a DNS és RNS nevű nukleinsavak – összességükben gazdagabb változatokat alkotnak. Míg Rebec replikátora csupán két láncszemből álló lánc, a DNS láncmolekulája tetszőleges hosszúságú; több száz láncszeme a négy alapelem bármelyike lehet. (...) A négyféle bázis minden elképzelhető elrendeződése előfordulhat, és hűségesen lemásolódik a DNS-lánc kettőződése során. Azontúl, mivel a DNS-láncok hossza is tetszőleges, ez gyakorlatilag végtelenre növeli a változatok számát. Mindez már elegendő alapot teremt az információs robbanáshoz”

Mit tud ez a pontosan másoló, meghatározatlan, lezáratlan számú változattal dolgozó molekula? Egyrészt lehetővé teszi a pontos átöröklést, illetve azt is, hogy mutáció esetén alapfelépítését és mechanizmusait megtartsa, s így biztosítsa a variációk lehetőségét. Másrészt „az élő rendszer programvezérelt kibernetikai rendszer” (Gánti 1989), s a digitális génsztruktúrák tudnak programvezérelni is. Harmadrészt

programvezérlésük túlélőgép-építésre is alkalmas: minden együtt van tehát az élet Maynard Smith-i kritériumaiból.

Dennett az eukarióták előtti s mondjuk a legegyszerűbb körfolyamat utáni „valamikre” is érvényesnek tartja a darwini elveket. Amikor tehát Dawkins azt mondja, hogy minden élet replikálódó egységek eltérő túlélése révén fejlődik ki, hallgatólagosan hozzáfűzi: akkor, ha a replikátorok evolúciója központi vezérléshez vezet.

„Nincs világos, – vagy ahogy azt a MIT intézetben szoktuk mondani „elvi alapon álló” – módja annak, hogy a mutációkat a fenotipikus szerzett tulajdonságoktól megkülönböztessük” – mondja Dennett. Logikusnak tűnik, hiszen ha a 99%-nyi központi vezérlés nélküli manapság is megfigyelhető példányait kozmikus sugárzás éri, akkor esetleg valamely anyagcsere körfolyamata megváltozik, és kész: központi vezérlés hiánya nem teszi lehetővé „a kvantum események makroszkopikus szintű eseményekké való felerősödését.” Ha valamilyen biokémiai környezeti hatás következtében változik meg, ugyanez történik, s az így vagy úgy szerzett tulajdonság öröklődhet. Logikusnak tűnik, de ettől még nem biztos, hogy így van.

Annak megállapítása, hogy a 99%-nyi darwini valami nem élet, csupán egy hiány konstatálása. Ahhoz, hogy tisztábban lássuk a darwini kritériumok érvényesülését, és az egyes következményeket, így például azt, hogy a „valamik” szintjén a mutáció és a lamarcki oksági nyíl becsapódásának hatása azonos-e, többet kell tudnunk e szint mechanizmusairól. A „tulajdonképpen élet” előtti folyamatok áttekintéséhez idézzük fel Leydesdorff evolúcióval kapcsolatos egyik gondolatmenetét.

Darwinizmus helyett koevolúció?

Leydesdorff folyóiratunk előző számában így ír: „Általánosságban, a kommunikációs rendszerek úgy fejlődnek, hogy folyamatosan újrendezik, amit kommunikálnak. E folyamattal kapcsolatban megkülönböztethetünk önmagára vonatkoztatást (az üzenet belső feldolgozása úgy, hogy a kommunikáció anyagának *a priori* elosztása utólagossá, *a posteriori* változik), és külső vonatkoztatást valamennyi hivatkozási rendszerre.” Majd így folytatja: „ezért a kommunikációs rendszerek egymás számára potenciálisan sokváltozós környezetet nyújtanak.”

E gondolatokat jobban megértjük, ha betekintünk a szerző egy másik, a „Kommunikációs rendszerek evolúciója” (Leydesdorff 1994) című cikkébe: „A háromdimenziós rendszerek hajlamosak arra, hogy négydimenzióssá váljanak, és ilyenformán élet-ciklust mutassanak fel. A valószínűségi energia folyamatos disszipációja végső soron minden entrópiikus rendszert pusztulásba visz.” (Amint a statisztikus mechanikában a szabad energia az entrópia /S/ „párja”, úgy párja a valószínűségi energia a valószínűségi entrópiának/H/ – K.P.)

Az ön-replikátorok („élet-ciklus”) létrejötte tehát Leydesdorff szerint szükségszerű. De mi akadályozhatja meg – tekintve hogy valószínűségi entropikus rendszerek – a gyors pusztulásukat? „Talán a magasabb rendű emergens (az alacsonyabb szinten, melyből kialakultak még nem létező, a magasabb szintű (al)rendszerre jellemző, lényegében annak megmaradásának minéműségét, azaz megmaradási törvényéhez kapcsolódó minőség valószínűség-eloszlását és Shannoni mértékét kifejező – K.P.) információ megőrzésének és további evolúciós fejlődésének lehetőségével rendelkeznek-e a magasabb rendű rendszerek, vagy attól függ, hogy elegendő

valószínűségi entrópia jön-e létre minden releváns kontextusban? (Értsd: például a formóz reakció – nevezzük így – „folyamatreplikátor”, a DNS „struktúrareplikátor”: megmaradási törvényük implikálta minőség, tehát emergens információjuk más és más – és az ősseves által lehetséges többi „kontextusban” is létrejöhetnek replikátorok, a rájuk jellemző megmaradással, emergens információval – K.P.). ...Ha a valószínűségi entrópia csak egy kontextusban generálódik, ezen „eloszlás-zaj” megmaradása meglehetősen borotvaélen táncol, s csupán mint egyfajta stochasztikus sodródás értelmezhető. (Tehát ha az adott szinten lehetséges emergens megmaradási törvények egyikét mutató rendszer jön létre, az hamar degenerálódhat: csak átmeneti jelenség lehet. Ennek oka az, hogy az illető „egy kontextusú” magasabb szintű rendszer elemei ki vannak téve az alacsonyabb rendszer összes többi /releváns/ kontextusú destruktív hatásainak – K.P.) ... ez az emergens információ kommunikációs jelként funkcionálhat a többi kontextusban létrejövő emergens magasabb rendű rendszer számára (Példánkban az egyes replikátortípusok anyagcseretermékeikkel és nyersanyagigényeikkel – is – hatnak egymásra. – K.P.) Mihelyt a többi rendszer feldolgozza ezt a jelet, koevolúció kezdődhet el (korábbi terminológiánkkal egy olyan ESS kialakulási folyamat, melyben a résztvevők stratégiája egymás hatására változik – ám minden pillanatban az ESS játékszabályai az irányadók – K.P.), és magasabb rendű stabilitás jöhet létre. Később ez a kommunikáció lokalizálódik a magasabb rendű rendszerbe (egyesített magasabb rendűek multikontextionális rendszere – K.P.), és egy magasabb rendű stabilitás jöhet létre. Természetesen a magasabb szintű rendszeren is mutatkozhat hanyatlás, ám ez már a magasabb szinthez rendelhető reguláció szintjén történhet – az alacsonyabb szint eseményei csak véletlenszerűen befolyásolják.”

A leírtak alapján Leydesdorff nem véletlenül írja idézett tanulmányának bevezetésében: „Az evolúciós elmélet hagyományosan a természetes környezet szelekcióját tételezi fel. ...Ha a szelekció információt táplál vissza az evolúciós rendszerbe, a környezet tovább már nem konceptualizálható adottként, hanem úgy kell felfognunk, mint egy másik kommunikációs rendszert, amely szintén variációkat produkál. A rendszer/környezet viszony következképpen kommunikációs rendszerek közti viszony ... (A kölcsönös, kovariációkat eredményező kommunikáció következtében) a rendszerek koevolválni kezdenek, vagyis kölcsönösen formálják egymást.... *A koevolúció és nem az evolúció az alkalmas általános koncepció a fejlődés dinamikájának megértésére... (az aktuális szinten megvalósuló koevolúcióra jellemző) stabilizáció a korábbi variációhoz és szelekcióhoz adódó harmadik mechanizmus.*” (Kiemelés tőlem – K.P.)

Úgy tűnik, a stabilizáció kooptálása az evolúciós folyamatokba minden ellentmondást felold. Mint gyakorta, amikor egy új, releváns megközelítést alkalmazunk: a paradoxon úgy oldódik fel, hogy „mindenkinek igaza van”. Az őssvalamik a kémiai szinttől minőségileg különböznek, nem kémiai törvények regulálják őket, saját megmaradási törvényeikhez új minőségek, mozgásegyenletek és információk rendelhetők. Koevolválnak, „összecsiszolódnak”, és a stabilizációs folyamat végén a sok külön megmaradást egyetlen komplex megmaradás váltja fel, egy olyan stabil rendszer, mely az őssvalamik folyamatait belsejében, összehangoltan mutat fel. Akkor Dennettnek, a prokarióták és támadóik endoszimbiózisának oly kedves aktusát, valahogy úgy kell értelmeznünk, mint a stabilizációs folyamat egyik végső, döntő fontosságú részét. A stabilizáció ezután természetesen folytatódott, s az előző szint-

től való elkülönülés betetőződéseként szinte teljes központi vezérlés alakult ki, úgy, hogy a digitálissá, egészen pontosan másolódóvá stb. evolválódó (az ilyen irányban szelektálódott rendszerekből találunk többet egy későbbi mintavételkor) vezérlő-átörökítő egység tökéletesen védetté vált mindazon alacsonyabb (pl. kémiai) szintű hatásokra, melyeket a korábban különböző kontextusokban replikáló ősvalamik kontrolláltak. A dawkinsi értelemben vett élet és a Maynard Smith kritériumok a stabilizációval kiegészült variáció és szelekció eredményei, a kémiai szint szóbajöhető kontextusaiban spontán létrejövő, élet-ciklusokat mutató ősvalamik koevolúciójának termékei.

De akkor mit kezdünk a mutációval? Lehet, hogy annak csak központi vezérlés esetén van jelentősége? Lehet, hogy a leydesdorffi stabilizációs folyamatokkal minden leírható az új evolúciós szint fejlődésének első szakaszában? Vagy inkább, mint Dennett állítja, e szakaszban a mutációs, és a többi környezeti hatások nem különíthetők el?

Az evolúció általános törvényszerűségeiről

Az alábbiakban látni fogjuk, hogy az evolúciós folyamat bármely szakaszában a mutáció nem váltható ki koevolúcióval, és nem kezelhető együtt a többi környezeti hatással. Mibenlétének feltárása lehetővé teszi, hogy az új evolúciós szintek kialakulásának egy lehetséges forgatókönyvét vázoljuk.

Idézzünk fel két apró részletet Gántitól és Dawkinstól, amikor a *valemik* keletkezéséről írnak. „A formóz körfolyamat elengedhetetlen alapanyaga, a formaldehid ... jelen volt az Ősföld atmoszférájában is... a Nap ultraibolya sugarainak, a villámlásnak, a radioaktív, a kozmikus sugárzásnak stb. hatására folyamatosan keletkezett is a légkörben levő metánból.” És: „Még nagyobb szerencse, hogy ultraibolya-sugárzással kiválthatjuk a C-molekula „spontán mutációját”. Az új, mutáns változat „tökéletesen szaporodott”. Tehát: „Az önreprodukáló kémiai kerekék tehát ... maguktól keletkezhetnek az arra alkalmas körülmények között.” – kommentál Gánti, Dawkins pedig különösebb hangsúly nélkül, metaforaként írja le a „spontán mutáció” terminust.

Pedig az UV fény vagy a kozmikus sugárzás és a „nagyon sokféle egy időben és egymásra ható kémiai folyamat”, bár egyaránt jelen voltak az ősvalamik ősföldi környezetében, minőségileg egymástól különbözőek. Az egyik kémiai szintű, a másik az alsóbb, fizikai szintről jön: nem simulnak feltétlenül a kémiai mozgásformák (kontextusokhoz rendelt) törvényeinek öntőformáiba. Meglehet, az élet „magától” keletkezett, „alkalmas körülmények között”, „szerencsés” – de előfordulható – véletlenek hatására. Kétségtől, a különböző szintű jelenségek együtt voltak jelen az Ősföldön. De a régvolt – és igen sok vonatkozásukban „régészeti” rekonstruálhatatlan – folyamatok általános törvényszerűségekből következő szükségszerűségei alapján, a megértésére megalapozott feltételezéseket csak akkor tehetünk, ha az evolúció általános, a szintátmenetekre is alkalmazható törvényeit feltárjuk, és alkalmazzuk. Erre esélyünk sincs, ha a szintek összekeverednek.

A kémiai szint törvényeit, minőségeit, kölcsönhatásait ismerjük. Mégsem eleendőek ezek az ismeretek ahhoz, hogy e szintek időbeli kibontakozását modellezzük. Innen az evolúciós törvények; darwini törvények, a Baldwin-hatás és a Leydesdorff által leírt stabilizáció jelentősége, mert ha pontos forgatókönyvet nem is adnak e kibontakozás leírására, behatárolják a végbemehető elemi változások körét, s

megrajzolják az időbeli folyamat kereteit. (Vegyük észre, hogy a kultúra kialakulásával kapcsolatban igencsak hasonló helyzetben vagyunk.)

Nem csak a kozmikus sugárzás vagy a villámcsapás „kooptálása” problematikus. Az energia – például napenergia – ami a kémiai szint körfolyamatait „hajtja”, nem kémiai szintű. Az agyagkristályok, vagy más speciális felületek, alakzatok, melyekről feltételezzük, hogy az élet kialakulásához szükséges replikáló kémiai molekulák a felszínükön jöttek létre (Dawkins 1994), szintén a fizikai világ változásának termékei.

Újra kell gondolnunk a Leydesdorff-féle emergenciát, amely elképzelhető, hogy létrejöhetnek új minőségű alrendszerek, melyek ugyan nem elég stabilak ahhoz, hogy tartósan fennmaradjanak, de ha ilyen különböző kontextusokat reguláló rendszerek kommunikálnak és koevolválnak, akkor fennmaradhatnak. Tekintsük most a valószínűségeket – természetesen csak kvalitatívan. Ahhoz, hogy n-ik szint valamely kontextusát reguláló alrendszer (a hozzátartozó új megmaradási törvénnyel, új minőséggel és mozgástörvénnyel) létrejöjjön, mint mondta, kicsi a valószínűsége. Nem baj, hiszen az evolúcióban a kis valószínűségű események bekövetkezésére is bőven van idő. Igen ám, de a tartós fennmaradáshoz az is kell, hogy egy térbeli helyen és egyetlen időpillanatban valósuljon meg több, nagyon valószínűtlen emergens reguláció, ráadásul a lehetséges regulációk készletéből éppen azok, amelyek „összekapaszkodva” támogathatják egymást. Ez bizony a nagyon kicsi valószínűséget nagyságrendekkel tovább csökkenti. De tételezzük fel, hogy erre is volt elég idő. És most számoljunk visszafelé: akkor a nem egy időpontban megvalósulás nagyságrenddel valószínűbb, hiszen a nem egy helyen és a nem pont egymáshoz illés tovább növeli a valószínűséget. Ha most egy ilyen emergens rendszer létrejötte nem is olyan valószínűtlen, akkor miért ne vehetett volna részt n-ik szint koevolúciójában, stabilizációjában, miért ne lenne rendszerminősége n-ik szinthez rendelve? S egyáltalán, ha egy bármilyen kis valószínűségű rendszer az n-ik szint entitásaiból alakul ki, s bármely közbülső, nagyobb valószínűségű formára igaz, hogy maradéktalanul érvényesek rá az n-ik szint törvényei, és nem lelünk benne az n-ik szintre jellemzőtől eltérő törvényeket, megmaradásokat, akkor minden körülményt változtatlanul hagyva abban az egyben miért találunk? Azért mert „a három dimenziós rendszerek hajlamosak arra, hogy négy dimenziósakká váljanak, és ilyenformán élet-ciklust mutassanak fel.”? Ez alatt a hajlam alatt mit értsünk? Ha semmi többet nem tudunk meg róla, akkor ez az állítás csupán azt jelenti, hogy „a világ olyan, amilyen”; esetleg még azt, hogy magyarázható az evolúció mutáció nélkül is. Ehhez hasonlóan mondhatnánk, hogy „a géneknek hajlama van arra, hogy megváltozzanak”, és a DNS megismerése előtt érdemileg ennél sokkal többet nem is mondhattunk volna, ám ez annyira magyarázó erejű, mint a „horror vacui”.

Mondhatnánk azt is, hogy a mutációknak csak a központi vezérlés megjelenésétől van szerepe az evolúcióban: de akkor hogyan magyarázzuk, hogy a DNS éppen olyan, amilyennek a mutációt létrehozó hatások minőségeihez, eloszlásához képest lennie kell ahhoz, hogy a tulajdonképpeni élet DNS mutációkkal fennmaradjon, és fejlődhessen?

Darwini gondolkodással utóbbi kérdésre csak azt válaszolhatjuk: ilyenéne evolvál. Ez esetben viszont a mutációnak sajátos szerepet kellett betöltenie a központi vezérlés kialakulása előtt is.

A „mutációs hatás”

A leydesdorffi megfontolásokban rejlő veszélyeket akkor kerülhetjük ki, ha n-ik szinten nem kis valószínűsűgű, hanem egyenesen lehetetlen rendszert választunk az emergens minőség megtestesítőjének. De megvalósulhat-e, ami lehetetlen? Igen. Ami tegnap lehetetlen volt, s amit az n-ik szintű evolúciós rendszer „nem vehetett figyelembe”, nem regulálhatott kialakulásakor, az ma már lehetséges.

Ugyanis n-ik szintű rendszer „nem általában” jött létre, hanem n-1-ik szintű rendszer valamely tér- és időtartományában. Az n-ik szintű rendszer létrejöttének nem feltétele az n-1-ik szintű teljes stabilizációja: csupán az szükséges, hogy az n-1-ik szintű rendszer n-2 szintű rendszerre vonatkozó regulációi, új minőségei és mozgástörvényei elég stabilan létezzenek ahhoz, hogy az n-1-ik szinten az n-ik szintű reguláció megindulhasson. Az n-ik szintű reguláció egyrészt n-1-ik szint entitásából (minőségeiből, kölcsönhatásaiból, mozgástörvényeiből) „dolgozik”, másrészt olyan konkrét körülmények között, melyeket (némi egyszerűsítéssel – alsóbb szinteket most figyelembe nem véve) n-1-ik rendszer adott stabilizációjának szintjén annak alrendszerének tér- és időbeli eloszlása tesz ki. Ezeknek az n-1-ik szintet megkülönböztető rendszerminőségekhez képest származtatott minőségeknek eloszlása stacionáriusnak tételezhető n-ik rendszer kialakulásának időléptékében: ellenkező esetben n-ik szintű rendszer regulációinak kialakulására nem lett volna mód. Másként úgy is fogalmazhatunk, hogy az n-ik szintű rendszer kialakulásakor az n-1-ik szintű rendszer stacionárius állapotaihoz, mint környezethez adaptálódott. Ám a változatlanság viszonylagos: az n-ik szintű rendszer kialakulása után és stabilizációja során n-1-ik szintű rendszer stabilizációja tovább folyik: a különböző szintű stabilizációk átlapolódnak. Amikor az n-ik szintű rendszer kialakult, regulációi az összes releváns kontextusban „lefedték” az n-1-ik szintű rendszert: ez szükséges ahhoz, hogy az új szint megmaradó legyen. Egyszerűsítve ez nem jelenti azt, hogy minden kontextusban, és egy-egy kontextusban 100%-osan: csak azokban és annyira, amely elegendő ahhoz, hogy az n-ik szint minőségei, mozgástörvényei stb. elegendően megmaradjanak a stabilizáció folytatódásához. Azok a kontextusok, amelyek nem hatottak n-ik szintű rendszer minőségeire (vagy csak nagyon kis valószínűsűggel), nem kellett, hogy regulálódjanak. Ugyanígy, a reguláció, ha nem teljesen tökéletes valamely kontextusban, de csak rendkívül kicsit tökéletlen, már elegendő új szint kialakulásához. (Elegendő: azaz a későbbi mintavételkor ezeket a regulációkat megtalálhatjuk. Természetesen ez függ a két mintavétel időbeli távolságától: de mint ahogy – gondoljunk vissza Dawkins okfejtésére – a gének is csak viszonylag halhatatlanok, más evolúciós minőségektől sem várunk többet). Az n-ik szint számottevő valószínűsűggel megvalósuló folyamatai és struktúrái mind az n-ik szint regulációinak engedelmeskednek. Ám az egymást követő szintek stabilizációjának átlapolódása következtében a stacionárius paraméterek megváltozhatnak (igazából nem csak időbeli, hanem tér- és időbeli változások lehetségesek – de ez most szempontunkból egyre megy). Ez lehetővé teszi, hogy n-ik szintű entitások n-ik szintű törvényeknek engedelmeskedve olyan alrendszereket hozzanak létre, amelyek az n-ik szint kialakulásakor nem voltak lehetségesek, így az n-1-ik szint n-ik szintű regulációi ezeket a lehetőségeket „nem is vehették figyelembe”. Például kémiai szinten, ha megváltozik a kémiai rendszert érő energiaáram (pl. fény) mennyisége és minőségeinek (frekvenciák) eloszlása, vagy egész egyszerűen a

hőmérséklet, akkor olyan körfolyamatok valósulhatnak meg (természetesen még mindig az n -ik szint mozgástörvényeinek engedelmeskedve, azaz n -ik szintűek), amelyek a (földi) kémiai szint kialakulásakor nem. Avagy a fizikai szint stabilizációja olyan térbeli makrostruktúrák kialakulását eredményezheti, melyek felszínén olyan kémiai struktúrák jöhetnek létre, amelyek a kémiai szint kialakulásakor nem (természetesen még mindig az n -ik szint kölcsönhatástörvényeinek engedelmeskedve, azaz n -ik szintűek); ráadásul nagy valószínűséggel, tartósan fennmaradva és sok (most függetlenedtünk a leydesdorffi emergencia kis valószínűségeitől). Ma lehetséges, ami tegnap lehetetlen volt, és az n -ik szint regulációi, amikor létrejöttek, nem ehhez a stacionárius állapothoz „alkalmazkodtak”: ennek következtében az $n-1$ -ik szint n -ik szint regulációi által nem lefedett kontextusaiból érkező hatások ezekre a struktúrára és folyamatokra már számottevő hatást gyakorolhatnak. (Ennek az ellenkezője volna meglepő: a regulációk nem láthatnak előre.) Természetesen ebben a folyamatban a fizikai-kémiai-biológiai szint nem kitüntetett: az n -ik szint bármelyik szint lehet, következésképpen a megfontolást szukcesszíven alkalmazhatjuk tovább „felfelé és lefelé”.

A korábban lehetetlen, ám a stacionárius változások miatt létrejövő n -ik szintű rendszerekre gyakorolt $n-1$ -ik szintű hatások mások mint n -ik szint hatásai, melyekre az n -ik szintű, annak entitásaival, törvényeivel stb „dolgozó” alrendszerek minőségüknek, nagyságuknak és lefolyásuknak megfelelő „választ adnak”, hiszen ezek a hatások az n -ik szinten reguláltak: mozgástörvények stb. érvényesek rájuk. A nem regulált $n-1$ szintű hatásokra az n -beli rendszerek nem tudnak n -ik szinten reagálni, n -beli minőségek mennyiségi változásával nem tudnak „alkalmazkodni” hozzájuk. Az $n-1$ -ik szintű hatásra a speciális, új stacionárius állapotokhoz igazodó n -ik szintű rendszer megváltozik. Nagy valószínűséggel n -ik szintű hatásokra nézve instabil lesz (n -ik szintű környezet destruálja), kis valószínűséggel pedig stabil, akár stabilabb mint volt. Ez akkor lehetséges, ha $n+1$ -ik szintű reguláció alakul ki benne. Az $n+1$ szintű reguláció azt jelenti, hogy az n -ik szint törvényei továbbra is érvényesek, az n -ik szint folyamatai és kölcsönhatásai továbbra is végbemennek: csupán térbeli és időbeli megszorításokkal – hiszen az entitások, melyből $n+1$ épül n -ből vétetnek.

Ezen a ponton megelégedhetnénk azzal, hogy indokoltuk újszerű n -beli struktúrák létrejöttének lehetőségességét, továbbá, hogy a magasabb szintű reguláció nem ismeretlen természetű hajlam, hanem jelen megközelítésben kezelt természetű hatás következtében alakul ki.

De haladjunk tovább. Ha egy n -ik szintű struktúra az $n-1$ -ik szintű hatásra megváltozik, azt jelenti, hogy a struktúra entitásai között $n-1$ -ik szintű hatások lépnek fel. Ha ez a hatásrendszer olyan, hogy valamely $n-1$ szintű reguláció érvényes rá, akkor ez a reguláció működésbe lép. A rendszer immár két szinten stabil. De nem lehet minden n -ik szintű regulációja által megengedett állapotban, csak olyanokban, ahol az $n-1$ -ik szintű reguláció is érvényesül. És viszont: nem lehet minden $n-1$ -ik szintű regulációja által lehetséges állapotban sem, csak olyanokban, ahol az n -ik szintű reguláció is érvényesül.

Másként fogalmazva: a megváltozott stacionárius hatások következtében létrejött egy olyan n -ik szintű (n -ik szintű regulációnak adott kezdeti feltételek mellett elegendő tevő) rendszer, amely majdnem pontosan modellezett egy $n-1$ -ik szintű regulációval stabilizálható rendszert. Az $n-1$ szintű hatás pedig eltüntette a „majdnem”-et.

Nem úgy bántunk el a koevolúció egyik leydesdorffi folyamatával, hogy egyszerűsítettük az evolúciós szintek elkülönültségét és önállóságát? Nem, mert $n+1$ -ik szintű reguláció az n -ik szint kialakulása és stabilizálódása nélkül nem jöhetett volna létre. Viszont nem is kellett feltételeznünk az emergenciához valamiféle, semmi másból nem következő „hajlamot”.

Stabilitás és replikáció: a mutációs hatás lehetséges következményei

A feltételezett forgatókönyv szerint végbemenő evolúciós szintváltás magában hordozza a stabilizálódás és a replikáció lehetőségét. A replikáció lényegében már kialakulásakor pontos, és a szerzett tulajdonságok nem öröklődnek.

Ha az $n+1$ szintű reguláció csakugyan a leírt módon megy végbe, a létrejött $n+1$ -ik szintű rendszer további alapvetően fontos sajátosságokkal bír.

1. Az egyik az, hogy bizonyos fajta és nagyságú n -ik szinten nem regulált *$n-1$ -ik szintű hatásokra nézve stabil* (annak ellenére, hogy éppen az $n-1$ -ik szintű hatásokra való érzékenysége következtében alakulhatott ki). Ugyanis valamely $n-1$ -ik szintű reguláció (és megmaradás) is érvényes rá. (A másik sajátosságról majd később.)

Ez a sajátosság fontos az $n+1$ -ik szint jövője szempontjából. Ugyanis bármely $n+1$ -ik szintű alrendszer érhet $n-1$ -ik szintű hatás, és ezek nagyobb része olyan, hogy az általa megváltozott $n+1$ -ik szintű alrendszer n -ik szintű környezetben instabil. Bár az $n+1$ -ik szintű alrendszer az 1.-ben foglaltak szerint bizonyos hatásokat kivéd: ám úgy tűnhet, ez csak elodázza destabilizálódását. Amelyik $n+1$ szintű alrendszer túlél, annak csak várnia kell, hogy később elérje egy kedvezőtlen $n-1$ -ik szintű hatás. Amennyiben az $n+1$ -ik szintű alrendszerek térbeli eloszlása véletlenszerű és az $n-1$ -ik szintű hatásoké is, akkor az $n+1$ -ik szintű alrendszereket az $n-1$ -ik szintű hatások kiirtják. Természetesen úgy, hogy közben folyamatosan újra is termelik: ne feledjük, az $n-1$ -ik szintű hatások voltak $n+1$ -ik szintű alrendszer „emergenciájának” kiváltói – ám a destabilizáló hatások valószínűsége nagyobb. Hogy tudnak ez ellen $n+1$ -ik szint rendszerei „védekezni”?

Replikációval. Az $n+1$ -ik szintű alrendszerek replikációs elszaporodása jelenlegi szempontunkból nem más, mint a térben és időben véletlenszerű $n-1$ -ik szintű hatások elleni védekezés: hiszen nagyobb elemszám mellett kevesebb $n+1$ -ik szintű alrendszer fog elérni egy időben destabilizáló $n-1$ -ik szintű hatás, a többi pedig replikációval pótolja a veszteséget. Természetesen, ha van replikáció, azok az $n+1$ -ik szintű alrendszerek szaporodnak el jobban, melyeket a természetes szelekció ismert hatásai előnyben részesítenek: adott környezetben – beleértve az $n-1$ -ik szintű hatásokat is – jobban, pontosabban másolódnak. Így az 1. típusú sajátosságok feldúsulhatnak. Nyilvánvaló: azzal, hogy megállapítottuk, hogy a replikáció egy jó megoldás, még nem szükséges, hogy legyen (mármint a megközelítésünkben: ezen az sem segít, hogy tudjuk: a valóságban van).

2. Szerencsénkre a replikáció lehetősége a másik fontos sajátosság, mellyel a leírt módon létrejövő $n+1$ -ik szintű regulációjú rendszer bír.

A térbeli ismétlődés, „másolódás” még nem feltétlenül $n+1$ -ik szintű sajátosság: adott stacionárius körülmények között például struktúramásolódás megy végbe, amikor kémiai szinten a kristályok növekednek. Ez még nem replikálás. De most tételezzük fel, hogy kristályunk valamilyen speciális formájú felszínen (mely az új stacionárius körülmények között jöhetett létre) növekszik. Ez esetben, ha a növekedés formatartó, és ha a valahányadik, időben utoljára létrejövő kristálysík struktúrája olyan, hogy $n-1$ -ik szintű hatásokra érzékeny, $n+1$ -ik szintű regulációval stabilizálódhat. Ha ennek a struktúrának elemei úgy kapcsolódnak egymáshoz erősebben, hogy egyszersmind az előző kristálysíkhöz gyengébben kötődnek, akkor az új struktúra leszakadhat. Ha $n+1$ -ik szintű struktúra nem vesztette el az eredeti n -ik szintbeli növekedési (térbeli ismétlődés) képességét, akkor újabb réteg alakul ki rajta, ám ha egyszersmind az $n+1$ -ik szintű regulációnak megfelelő szerkezet másolódik, akkor az új réteg, mielőtt kompletté válik, leszakad. (A leírt folyamathoz hasonló a menetrend, ha a növekedő kristály nem térben sajátos alakzatú, hanem – szintén $n-1$ -ik szintű hatásokra – sajátos minőségű és eloszlású, másolódo rácshibák alakulnak ki benne.)

A replikáció egy lehetséges módja kialakulásának e hipotézisben az újdonság a különböző evolúciós szintű jelenségek elkülönítése, ezek megjelenéséhez és valószínűségéhez kötöttsége, valamint az, hogy a leírt folyamatok nem a fizika-kémia-biológia színhármassághoz kötöttek, hanem – az $n+1$ -ik szintű reguláció kialakulásához hasonlóan – bármely szomszédos szintek esetében végbemehetnek. (A speciális formájú felszín csak a könnyebb elképzelhetőség kedvéért hoztuk fel példánkban: valójában bármely olyan stacionárius $n-1$ -ik szintű hatás megfelel, ami új, korábban – az n -ik szintű rendszer kialakulásakor – nem létrejöheto struktúra megvalósulását eredményezi.)

Annak ellenére, hogy még meglehetősen az általánosság szintjén vagyunk, érdekes megállapításokat tehetünk az átörökléssel, és a fenotípusos-genotípusos változások ekvivalenciájával kapcsolatban.

Tételezzük fel, hogy valamely $n-1$ -ik szintű hatásra létrejött $n+1$ -ik szintű reguláció, s így az $n+1$ -ik szintű rendszer többféle megvalósulása is lehetővé válik (ésszerű feltevés, hiszen a rendszer csak egyetlen kontextusban regulált): ez esetben a konkrét környezet dönti el, hogy melyik verzió valósul meg, illetve környezeti hatásokra az egyik megengedett verzió át is alakulhat egy másik megengedett verzióvá. Sok minden megtörténhet, de bármi nem (ettől reguláció). Ha a nem megengedett megtörténik, akkor a reguláció érvénytelenné válik, a rendszer felbomlik.

Másolódáskor ugyanerről van szó. Bizonyos entitások, struktúrák vagy folyamatok a replikáció során egymás alternatívái lehetnek, s a replikációs aktus körülményeitől függ a másolás pontossága. Ám a pontatlanság lehetséges fajtái és mértékei meghatározottak: nem megengedett pontatlanságok megvalósulása esetében a másolatban nem működik az $n+1$ -ik szintű reguláció. Az $n-1$ -ik szintű hatásra létrejövő $n+1$ -ik szintű regulációk tehát öröklődnek, vagy nincs replikáció.

Az $n+1$ -ik szintű rendszer életútja során létrejövő változások vagy átöröklődnek, vagy nem: a változás lehetséges mértéke, és a másolás pontatlanságának lehetséges mértéke egy töről fakad. Lehetségesek olyan körülmények, melyek az $n+1$ -ik szintű reguláció által megengedett verziók közül ugyanazt részesítik előnyben, mint amelyik megvalósulását másoláskor. Ilyenkor a szerzett tulajdonságok látszólag örök-

lődnek. Azért „látszólag”, mert az azonosság nem „kikényszerített”, valószínűségi mozzanatokot tartalmaz, s az „öröklött” szerzett tulajdonság könnyedén elveszhet.

A szerzett tulajdonságok tehát fenotípus-genotípus egybeesés esetén sem öröklődnek, a másolás pedig $n+1$ szintű regulációk vonatkozásában pontos.

Korábban megállapítottuk, hogy a replikáció lehetőséget nyújt az $n-1$ -ik szintű hatásokra létrejött regulációk felhalmozódására. Ebből a szempontból lehet jelentősége a szerzett tulajdonságok látszólagos öröklődésének: ha a körülmények olyanok, hogy a látszólagos, szerzett tulajdonságok, azaz a nekik megfelelő struktúrák és folyamategyüttesek túlsúlyba kerülnek a vizsgált $n+1$ -ik szintű rendszer lehetséges verziói közül, akkor a „soron következő” $n-1$ -ik szintű hatás egyrészt nagy valószínűséggel az ilyen struktúrákat is tartalmazó $n+1$ -ik szintű rendszerben hoz létre újabb regulációt, másrészt azok a környezeti feltételek fogják dominálni az új reguláció környezetét, s így meghatározni szelekcióját, melyek a látszólagosan öröklött szerzett tulajdonsághoz illeszkedtek. Egyfajta tágabb értelemben vett Baldwin-hatásról beszélhetünk.

Összegezve: a variáció, szelekció és stabilizáció nem elegendő valamely evolúciós szint leírásához. *Mutációs hatás* nélkül nem érthetjük meg az új evolúciós szint kialakulását (a Leydesdorff-féle emergencia nem elegendő), sem a központi vezérlés kialakulásához vezető koevolúciós folyamatokat (a mutációkat a fenotípusos szerzett tulajdonságoktól meg kell különböztetnünk – Dennett véleményével szemben – már az evolúciós szint kialakulásakor). A *mutációs hatás* differencia specifikuma az, hogy egy „kettővel lentebb” lévő evolúciós szint „közbülső” szint által nem regulált hatásai új, „magasabb” evolúciós szintű minőségek kialakulását eredményezik, mely magasabb szintre már hatással lehet. A szigorú értelemben vett öröklődés (és emellett az öröklött regulációk által lehetővé tett, környezeti hatások által preferált-szelektált variációk), a szerzett tulajdonságok örökölhetetlensége, és a tágabb értelemben vett Baldwin-hatás a teljes evolúciós ciklus ismérvei: a központi vezérlést megelőző szakaszé is.

A „mutációs hatás” (a „hatás” toldalékkal különböztetjük meg a hagyományos értelemben vett mutációtól) megközelítésükben nem más, mint, az új, $n+1$ -ik evolúciós szintet megelőző (alatti) második, $n-1$ -ik szint hatásai, melyek n -ik szint rendszerei által nem reguláltak (nem releváns kontextusok), de ettől még $n+1$ -ik szint rendszereire képesek hatni. Ezek a hatások véletlenszerűek $n+1$ -ik szinten ($n-1$ -ik szinten természetesen nem azok). Ha az $n+1$ -ik szint történetesen a biológiai szint, akkor az $n-1$ szintű hatások éppenséggel kvantumusak, hiszen a kémia alatti szint kémiai törvények által nem regulált, a kémiai entitások és törvények szempontjából jó közelítéssel irreleváns hatásairól van szó, melyek a kvantummechanika törvényeinek engedelmeskednek.

Az általánosságnak már ezen a szintjén a kultúrával kapcsolatban elmondható, hogy egy önálló evolúciós szint fejlődésének bármely szakaszánál is tart, nem beszélhetünk a szerzett tulajdonságok öröklődéséről. Szintspecifikus replikátorainak másolódnása a szintspecifikus minőségek (regulációk) vonatkozásában ugyan pontos (ami természetesen lehetővé tesz környezetfüggő, adott, engedélyezett variációkat), s új replikátor-komplexek létrejöhetnek koevolúcióval, minőségileg újak csak mutációs hatás következtében alakulhatnak ki. (Korábbi terminusokkal: új memkomplexek létrejöhetnek memek új kombinációjával, ám a kultúra változása mutációs innovációt feltételez.)

És most utoljára, hogy még egy lényegbevágó kérdést feltehessünk, újabb belátásaink birtokában kanyarodjunk vissza a biológiai evolúciós ciklushoz, melynek immár kezdeti szakaszát – felismerve a látszólagos különbözőségek mögött az azonosságot – nincs alapunk „nem élet”-nek nevezni.

Mi az, ami megmarad?

Javaslatot teszünk a rendszerspecifikus információ fogalmának bevezetésére, és úgy találjuk, hogy az evolúciós szint kialakulása és stabilizációja egyszersmind a rendszerspecifikus információ létrejötté.

Újabb ismereteink birtokában új arcukat mutatják Dawkins törvényei. Idézzük fel őket:

- Minden élet replikálódó egységek eltérő túlélése révén fejlődik ki.
- A replikátor azzal a különleges tulajdonsággal rendelkezik, hogy képes önmagáról másolatot készíteni.
- A replikátor elterjedését három sajátosság befolyásolja:
 - a./ az élettartam
 - b./ a replikáció sebessége
 - c./ a replikáció pontossága.

(Ha két különböző időpontban mintát veszünk, az utóbb vett minta nagyobb arányban fog olyan replikátorokat tartalmazni, amelyek hosszabb életűek, termékenyebbek, és nagyobb másolási megbízhatóságúak.)

Próbáljuk meg továbbgondolni az értelmező toldalékot. Dawkins szerint a gén örökéletű, hiszen minden mintavételkor megtaláljuk a róla készült másolatot. Rámutat arra is, hogy a gén digitális „tisza információ”. Természetesen az „örökéletű”-t, vagy akár csak a „hosszú életű”-t is a maga viszonylagosságában kell érteni: az illető evolúciós szint más rendszereihez képest. Azaz: „Minden életben” van olyan rendszerspecifikus információk, amelyek megmaradnak.

Hiszen teljesen mindegy a kópiák száma: száz példány se hordoz több üzenetet, mint egy. „Minden élet” alatt a maynard smith-i „bármely élet”-et értjük, s ez nem hogy szénvegyületekhez nincs kötve, de evolúciós szinthez sem: csupán a smith-i kritériumokhoz. A rendszerspecifikus információk, amelyek megmaradnak nem mások, mint amelyek az evolúciós rendszer fenotípusait építik fel, vezérlik.

Ha egy stabilizációs folyamat végén kialakulna egy „végső” ESS, és a környezettel való teljes egyensúly (azaz a környezet nem változna, és nem volna több mutáció), akkor azt is megállapíthatnánk, hogy: *valamely evolúciós szintű életben a rendszerspecifikus információ (minőségileg és mennyiségileg) megmarad.*

Értelmezhető-e a rendszerspecifikus információ megmaradása a központi vezérlés kialakulása előtti szakaszban, és ha igen, hogyan? A központi vezérlés kialakulása előtt a replikátorokat n-ik szint valamely releváns kontextusának n+1-ik szintű (egy vagy néhány) regulációja stabilizálja. Mint beláttuk, az n-1 hatásra létrejövő n+1 regulációk vagy öröklődnek, vagy nincs replikáció. Az n+1-ik szintű rendszer egy regulációja valamely kontextuson úgy érvényesül, hogy az n-ik szintű kontextushoz tartozó folyamatokat csak meghatározott módon, meghatározott helyen és időben engedi

végbemenni. A reguláció nem más mint egy új (szintű) mozgástörvény, mely új $n+1$ -ik szintű entitásokat, minőségeket (az ezekben vett mennyiségeket) és hatásokat tételez, a törvény „ezeken” érvényesül, és innen nézve az $n+1$ -ik szintű rendszer stabilitása nem jelent mást, mint hogy a rá érvényes $n+1$ -ik szintű törvény(ek) $n+1$ -ik szintű megmaradási tétel(ek) érvényességét biztosítja. Amennyiben a rendszer replikál, a másolat ugyanezzel a vektorral írható le: ezt a vektort a rendszer rendszer-specifikus információvektorának tekinthetjük. Valamely rendszer eloszlásaiból önkényesen sokféle információt definiálhatunk, s reprezentálhatunk a választott önkényes minőségeknek megfelelően. Ám a rendszerspecifikus információ kitüntetett: egyrészt egy evolúciós rendszer alrendszerei alapján kommunikálnak, másrészt a következő szintű reguláció csak azzal az információvektorral értelmezhető entitásokra vonatkozhat.

Fogalmazzuk át ennek megfelelően Dawkins replikátorokra vonatkozó megállapítását. A *replikátorok rendszerspecifikus információjának megmaradását* három sajátosság befolyásolja:

- a./ az élettartam
- b./ a replikáció sebessége
- c./ a replikáció pontossága

Hogyan értelmezzük C.-t, hiszen a másolás az $n+1$ -szintű reguláció szintjén mindig nagyon pontos, illetve semmilyen – vagy létrejön a másolatban a reguláció, vagy nem? A reguláció nem feltétlenül egyértelmű: több verziót is kialakulhat: a replikáció során különféle verziók jöhetnek (replikációs környezettől függő valószínűséggel) létre. Az n -ik szintű konkrét környezetben nem minden lehetséges verzió reprodukciós esélye mindig azonos; a környezet igényeihez jobban igazodó tud elszaporodni. A többféle verzió lehetősége egyfajta rugalmasságot biztosít. Ugyanakkor, ha a rendszer csak egy, vagy néhány reguláció által lett stabilizálva, azt az általa nem regulált n -ik szintű hatások destruálják. Az $n+1$ -ik szintű rendszer nem érzéketlen az n -ik szint által nem regulált $n-1$ -ik szintű hatásokra, így bennük további $n+1$ szintű regulációk jöhetnek létre, s így másolódhatnak. Több reguláció együttes jelenléte több kontextusú n -ik szintű „alkalmazkodást” (n -ik szintű destruktív hatás kivédést) tesz lehetővé. Ez egyszersmind több $n-1$ -ik szintű hatás hatékonyabb kivédését is lehetővé tevő akkumuláció. Több regulációt szimultán kevesebb n -ik szintű konfiguráció tud kielégíteni, azaz egy rendszeren minél több reguláció érvényesül, annál egyértelműbben behatárolódik, milyen másolat-variáns engedélyezett, s egyre kevesebb fajta lesz engedélyezett. Tehát a mutációs hatás és s szelekciós nyomás következtében egyre nagyobb lesz a fennmaradó alrendszerek rendszerspecifikus információja, s a másolás „pontossága” – ami alatt most egyértelműséget értünk – növekszik. (Nincs baj információ-fogalmunkkal – nem kerültünk ellentmondásba a shannoni információ meghatározással? Ugyanis – minden matematika nélkül – belátható, hogy minél több a reguláció egy rendszerben, annál több szabályszerűség érvényesül, azaz a rendszer információja algoritmikusan egyre inkább tömöríthető lesz. És ha ezt a lehető legrövidebb „leírást” tekintjük a rendszer információtartalmának, akkor a regulációk számának növekedésével az információ éppenséggel csökken. A probléma feloldható, ha a Shannon-képletet az n -ik szintű

rendszer minőségeinek n -ik szintű valószínűségi eloszlásait alapul véve alkalmazzuk: akkor minél több az $n+1$ -ik szintű reguláció, az n -ik szintű minőségek eloszlása annál valószínűtlenebb, azaz a rendszer shannoni információtartalma annál nagyobb.)

A multikontextualitás egyrészt javítja a replikátorok túlélési esélyeit, hiszen a környezet többféle hatását tudják kivédeni, ugyanakkor egy adott kontextussal kapcsolatos környezeti változásokra – mivel a lehetséges verziók száma csökken – a rendszer sérülékenyebbé válik. Ez behatárolja a replikátor információjának (komplexitásának) növekedését: a szelekció „beállítja” a multikontextualitás és a rugalmasság konkrét „ideális arányát”, amihez egy adott másolási „pontosság” (egyértelműség) tartozik.

Struktúra-replikátorok, és folyamat-replikátorok

A rendszerspecifikus információ két fő irányban növekedik, ám az ezzel együttjáró komplexitásnövekedés korlátokba ütközik. A teljes stabilizációhoz szükséges a reguláció-komplexek kombinációja.

Hogy lássuk, mit is értsünk ez alatt, és mi ennek a következménye, kicsit vissza kell lépnünk. Bármely evolúciós n -ik szinten entitásokat, kölcsönhatásokat és törvények meghatározta folyamatokat találhatunk. Ha az információmegmaradás létrejötté pedig nem n -ik szinthez rendelt, akkor két fő lehetőség nyílik meg előttünk: az egyik a kölcsönhatások, a másik a folyamatok szintjén. Az $n+1$ -ik szintű regulációk egyik vonatkozásban struktúrákat, másik esetben körfolyamatokat regulálnak úgy, hogy stabilizálják őket, hiszen megmaradási tétel(ek)e)t érvényesítenek valamely $n+1$ -ik szintű minőségre vonatkoztatottan. Replikáció esetén ezeket struktúra-replikátoroknak, illetve (kör)folyamat-replikátoroknak nevezzük. A mutációs hatás következtében létrejövő újabb $n+1$ -ik szintű reguláció struktúra-replikátor esetében csak újabb entitás-kölcsönhatásokat reguláló törvény, míg folyamat-replikátor esetében újabb folyamat reguláló törvény is lehet, hiszen az egyik fajta reguláció dinamikussága (adott helyeken különböző időkbén más és más entitásokat követel meg) miatt a másik fajta statikus reguláció érvényesülését akadályozná, és viszont. A mutációs hatás és a szelekció eredményeképpen egyre komplexebb struktúra-replikátorok és folyamat-replikátorok jönnek létre.

A komplexitásnövekedés más gondot is okoz. A folyamat-replikátorok esetében az $n-1$ szintű hatásra létrejött reguláció ugyanis azt jelenti, hogy az $n-1$ szintű stabilizáció hatására megvalósuló stacionárius feltételek megváltozása miatt olyan körfolyamatok is egymáshoz kapcsolódhatnak, melyek korábban nem tudtak. A kapcsolódást n -ik szinten úgy érthetjük, hogy „nyersanyagigényeikkel” és „végtermékeikkel” kiszolgálják egymást: igaz, statisztikus ingadozással, pontatlanul (térben nem pont ott keletkezik az egyik folyamat „végterméke”, ahol a másik „nyersanyagigénye” fellép). Az „újfajta” körfolyamatok olyanok is lehetnek, amelyek korábban nem: így két körfolyamat egy időben létező állapotai (konkrét entitások) mutációs hatás következtében egymáshoz kapcsolódhatnak, s ha a két új körfolyamat közbülső termékei az egész ciklus során éppen megfelelőek ($n-1$ -ik szinten „komplementerek”), akkor a kapcsolt termékek egyszersmind egy $n-1$ -ik szintű körfolyama-

tot is megvalósíthatnak. Ez a résztvevő „újfajta” körfolyamatokat mintegy szinkronizálja, az egymást kiszolgáló „végtermékek” és „nyersanyagigények” térben és időben immár *nem* statisztikus ingadozással jelentkeznek. Az $n+1$ -ik szintű reguláció egyszersmind térbeli viszonyt is definiál a két körfolyamat között; bár nem feltétlenül szigorúan és egyértelműen. Sok reguláció esetén az egymáshoz kapcsolt körfolyamatok csak akkor működnek jól, ha szigorú térbeli elrendezésben vannak: ugyanakkor ezt semmi sem garantálja, hiszen az $n+1$ -ik szintű körfolyamat-reguláció nem ilyen sajátosságokat szabályoz. (Ráadásul, amennyiben a replikáció a körfolyamat-komplex spontán térbeli kettészakadása, minél több térbeli preferencia érvényesül, azaz minél heterogénebb a komplex, annál kisebb a pontos, eredményes másolás valószínűsége.)

Struktúra-replikátornál a „gond” a másolás folyamatában jelenik meg. Az $n+1$ -ik szintű regulációk nem tetszőleges sorrendben jöhetnek létre a struktúra-replikátorban: a már megvalósuló regulációk alakították olyanná az $n+1$ -ik szintű struktúrát, hogy a soron következő reguláció $n-1$ -ik szintű hatás következtében létrejöhessen. Ennek a replikáció folyamatában az a következménye, hogy egyre szigorúbban meghatározott, hogy milyen sorrendben milyen és mennyi leendő struktúraelem jelenlétére van szükség ahhoz, hogy a másolás végbemehessen, s a feltételek véletlenszerű teljesülése egyre több időt vesz igénybe: s így a replikáció lassul. (Ráadásul, minél hosszabb idő kell ahhoz, hogy a replikációs feltételek véletlenszerűen előálljanak, annál nagyobb a valószínűsége, hogy a struktúra-replikátor megnövekedett rugalmatlanságát az n -ik szintű környezeti hatások „kihasználják”: a törékenyebbé vált struktúra szét is török.) A struktúra-replikátornak semmilyen „eszköz” nincs ahhoz, hogy replikációjának körülményeit javítsa.

A fejlődésben (rendszerspecifikus információ-növekedés) a zsákutcába jutott folyamat- és struktúrareplikátor(ok) egymást „húzzhatják ki a bajból”. A folyamat-replikátor biztosíthatja, hogy megfelelő időben és helyen megfelelő minőségű entitások álljanak a struktúrareplikátor rendelkezésére, a struktúra-replikátor pedig a folyamat-replikátor anyagcseréjébe bekapcsolódva annak egyértelmű és stabil térbeli elrendezést adhat. Lássuk jól: ez a szimbiózis nem következhet be a kezdeti $n+1$ -ik szintű regulációk megjelenésekor, sőt, a rendszer stabilizációjának első szakaszában sem, mert az evolúció mindig a rövid távú előnyökre van tekintettel: amíg az egyiknek folyamat-, a másinak struktúra-reguláltság irányban előnyösebb (szelektációs értelemben, természetesen) tovább fejlődnie, ez fog bekövetkezni (és kezdetben a szimbiózis „főlöleges” is, hiszen a probléma, amit megold, később jelentkezik).

„Később ez a kommunikáció lokalizálódik a magasabb rendű rendszerbe (egyesített magasabbrendűek multikontextionális rendszere – K.P.), és egy magasabbrendű stabilitás jöhet létre.” – írja Leydesdorff, és valóban, a most leírt fejlődés a fizikai-kémiai-biológiai szintekre vonatkoztatva oda vezet, hogy a magasabb rendű biológiai rendszer a kémiai szint összes releváns kontextusát regulálja. A biológiai szint stabilizációja vélhetően a DNS alapú replikáció megjelenésével zárul le.

Digitális genotípus: adaptáció a mutációs hatáshoz

A „tulajdonképpeni élet” előtti stabilizáció egy új fejlődési formába torkollik, mely egyszerre mind az addig elért vívmányokat konzerválja. Bár az egyes evolúciós események „céltaanok”, az evolúciós szintek jellegzetességei nem véletlenszerűek.

Úgy tűnik, ellentmondásba kerültünk a valósággal, hiszen a biológiai élet látványos fejlődése éppenséggel az önző gének megjelenésével kezdődött meg! Ám ez csak a látszat, ugyanis a DNS alapú életben a kémiai szintnek minőségileg új regulációja már nem jelenik meg. Ez annak köszönhető, hogy új gének, s még inkább új génkomplexek kialakulhatnak, de a genetikai kód változatlan marad. Ám a helyzet továbbra is ellentmondásosnak tűnik: az új reguláció a mutációs hatás következménye, és köztudott, hogy a mutációk a biológiai életben éppen a géneken keresztül érvényesülnek, sőt, növekednek makroszkopikussá – s az előbb pedig azt állítottuk, hogy nincs új reguláció!

Mint láttuk, az $n+1$ -ik szintű regulációk az n -ik szint által nem regulált $n-1$ -ik szintű hatások következtében jönnek létre, egyszerre mind biztosítják az $n+1$ -ik szint rendszereinek stabilitását bizonyos fajta és mértékű $n-1$ -ik szintű hatásokkal szemben. Ebben az értelemben az $n+1$ -ik szintű regulációk – s a replikáció során ezek öröklődnek – az $n-1$ -ik szint ezen hatásaihoz alkalmazkodottak: annál inkább, minél több reguláció akkumulálódik. A DNS ennek a fejlődésnek (is) a betetőzése: egyrészt véd az olyan destruktív $n-1$ -ik szintű hatásokkal szemben, amelyek már létező $n+1$ -ik szintű rendszert destabilizálnának, másrészt *véd* az olyan *konstruktív $n-1$ -ik szintű hatásokkal szemben*, amelyek olyan regulációt hoznának létre, amely a DNS alapú élettől különböző $n+1$ -ik szintű rendszert hozna létre, mely a DNS alapú életre ártalmas lehet.

A DNS kód – általánosabban a digitális kód – tűnt korábban az átöröklés egyetlen elegendően hatékony megvalósítójának, most pedig láthatjuk, hogy a mutációs hatások elleni egyetlen tökéletes védelem. Az $n-1$ -ik szintű hatások egy része a DNS-re egyszerűen nem hat. Túlnyomó részük olyan változást hoz létre, melynek következtében nem a négy, a kódban alaki értékkel bíró DNS egység valamelyike jön létre: a változás nem értelmezhető. A maradék túlnyomó része, ha a négy értelmezhető egység valamelyikét hozza is létre (vagy egy meglévőt egy másikká változtat), génhosszúságnyi kontextusban értelmetlen, (fehérjekészítésben) értelmezhetetlen „szöveg” (utasítás) jön létre. S végezetül a változások törpe kisebbsége értelmezhető lesz: ők a „tulajdonképpeni” mutációk. Attól függetlenül, hogy ezek túlnyomó többségét a környezet kiküszöböli (nagy logikai mélységű fenotípusoknál már a testépítés folyamata elakad: lám, a DNS mutációs mechanizmus sokkal inkább szűr, mint felnagyít e vonatkozásban is), a lényeg az, hogy a létrejöheto „tulajdonképpeni” mutációk a DNS alapú élet tartományába tartoznak.

Másrészt a mutációk révén a stabilizálódott biológiai szint rendszerei képesek alkalmazkodni a környezet (beleértve az $n-1$ -ik szint stacionárius hatásait is) továbbra sem szűnő változásaihoz, úgy, hogy az evolúciós szint stabil marad.

A maynard smith-i értelemben élet-szerű evolúciós szinteken a vezérlő-átörökítő egység *szükségképpen digitális*, mert csak így maradhat fenn stabilizálódott, önálló szintként a mutációs hatásoknak kitéve, s a környezet változása ellenére.

Megállapíthatjuk, hogy a DNS kialakulásába torkolló stabilizációjú, s a DNS kialakulása által *stabilizálódott biológiai evolúciós szinten a rendszerspecifikus információ megmarad.*

Bár példáinkat a fizikai-kémiai-biológiai evolúciós szintekről vettük, a tárgyalt általános szükségszerűségek nem kötődnek ezekhez a szintekhez: így remélhetjük, hogy a biológia (agyfiziológia)-pszichológia-kultúra szintjeinek vizsgálatakor is alkalmazhatjuk őket.

Az evolúció „barkácsol”, a mutáció és szelekció hatására bekövetkező változások mindig helyi és pillanatnyi előnyöket tükröznek. Mégis, a vizsgált evolúciós szakasz végállapotáról megállapításokat tehetünk, annak ellenére, hogy egyes konkrét változások véletlenszerűek. Egyrészt az új evolúciós szint az előzőt minden releváns kontextusban regulálja. Másrészt az új evolúciós szint regulációi a kiinduló szint és a mutációs hatást gyakorló szint (mutációs hatás minőségében létező) regulációinak eleget tesznek. Harmadrészt, amennyiben az evolúciós szint stabilizációjának végső állapota központi vezérlés, az digitális lesz, és olyan, hogy a mutációs hatások az elért stabilitást ne kezdhesék ki (a kód és a rendszerspecifikus információ ne változzon). E három szükségszerűség az *adott kezdeti feltételek mellett kijelöli az evolúciós szint lehetséges végállapotait*.

Kulturális evolúció

Vigotszkijtól két kérdésre reméltük a választ. Az egyik az volt, hogy létrejöhett-e az az egyetlen tanult képesség, amit érdemes örökölni: a pszichikum önmegváltoztató képessége? A másik pedig az, hogy kulturális szinten lehetséges-e olyan struktúra-replikátor, amely vezérlőként és átörökítőként funkcionál az adott képességet produkáló pszichikus folyamatok vonatkozásában?

Az alábbi idézetek egy 1930-ban elhangzott előadás téziseiből származnak (L. Sz. Vigotszkij, 1971): „A természetes (*naturális*) aktusok és viselkedési folyamatok mellett meg kell különböztetni a viselkedés mesterséges vagy instrumentális funkcióit és formáit. Az előbbieket az evolúciós fejlődés folyamatában keletkeztek és álltak össze magasabb rendű állatokban; az utóbbiak az emberiség későbbi szerzeményei, a történelmi fejlődés termékei, a viselkedés specifikusan emberi formái. (...)”

A pszichológiai eszközök mesterséges képződmények; természetük szerint lényegében szociális, nem pedig szervi vagy individuális alkalmazkodások... A pszichológiai eszköz, mivel bekapcsolódik a viselkedési folyamatba, ugyanúgy megváltoztatja a pszichikus funkciók egész lefolyását és egész struktúráját, tulajdonságaival meghatározva az új, eszközös aktus felépítését, ahogy a technikai eszköz megváltoztatja a természetes alkalmazkodás folyamatát, meghatározva a munkaműveletek formáját. (...) Valamely inger nem azoknak a fizikai tulajdonságainak következtében válik pszichológiai eszközzé, amely tulajdonságokat (pl. az acél keménysége stb.) a technikai eszközben használnak fel. Az eszközös aktusban a külső jelenség pszichológiai sajátosságait használják fel. Az inger azért válik pszichológiai eszközzé, mert mint a pszichikumot és a viselkedést befolyásoló hatás eszközt használják fel. Ezért minden eszköz feltétlenül inger; ha nem lenne inger, vagyis nem rendelkezne a viselkedést módosító képességével, nem lehetne eszköz sem. Azonban nem minden inger eszköz. (...)”

A mesterséges (*instrumentális*) aktusokat nem úgy kell elképzelni, mint természetfelettieket.

Az eszköz bekapcsolódása a viselkedési folyamatba:

1. az adott eszköz felhasználásával és irányításával összefüggő funkciót készítenek működésre;
2. elveti és szükségtelenné teszi mindazokat a természetes folyamatokat, amelyek munkáját az eszköz végzi el;
3. megváltoztatja valamennyi, az eszközös aktus állományába tartozó pszichikus folyamat lefolyását és egyes momentumait (erősségét, időtartamát, sorrendjét stb.), egyes funkciókat másokkal helyettesít, vagyis átalakítja, átépíti a viselkedés egész struktúráját, ugyanúgy, ahogy a technikai eszköz alakítja át a munkaműveletek egész felépítését.

(...) A pszichológiai eszköz semmit sem változtat meg az objektumban, ez a saját magunkra (vagy más személyre), a pszichikumra, a viselkedésre, nem pedig az objektumra való hatás eszköze. Az instrumentális aktusban tehát az aktivitás saját magunkkal, nem pedig az objektummal kapcsolatban jelenik meg.”

Vigotszkij (kísérleti eredményekből leszűrt) felismerései egy részének közelébe – közel háromnegyed századdal később – leginkább talán Donald jutott, aki az emberi gondolkodás eredetéről szóló könyvének előszavában így ír: „Az emberi elme szerveződésének legújabb változásai éppoly alapvetőek, mint azok, amelyek a korábbi evolúciós átmenetekben mentek végbe, csakhogy új memóriatechnológiák közvetítették, s nem az agy genetikailag kódolt változásai. Az ilyen technológiai változások hatásai fajtájukat tekintve hasonlítanak a korábbi biológiai változásokhoz, mert meg tudják változtatni az emberi emlékezet felépítését. A modern elme így az emberi felemelkedés korábbi állomásainak nyomait és annak szerveződését radikálisan megváltoztató új szimbolikus eszközöket is magában foglaló hibrid struktúra. Az egyéni emberi elme és a külső emlékezeti technológiák közötti strukturális viszony továbbra is változik” (Donald 2001) – mint olvashattuk, Vigotszkijnál sokkal többről van szó, mint külső „technológiai” memóriáról.

Vigotszkij kezünkbe adta a kultúra megértésére a hiányzó láncszemet: íme a pszichikus képességek biológiai fejlődésének végső állomása, ami létrehozza azt a pszichikus folyamatot, amivel a pszichikum képes önmagát megváltoztatni, az első szerzett tulajdonságot, amit érdemes továbbadni. Nemcsak érdemes, de lehetséges is, hiszen a pszichológiai eszközök és használatuk módja szinkronikusan és diakronikusan továbbadható. De ez a továbbadás már nem genetikusan, hanem kulturális.

A pszichológiai eszköz (PE) használatával – mint ahogy az minden új evolúciós szint kialakulásakor szükségképpen lenni szokott – az új, kulturális evolúciós szint minden sajátos minősége egyszerre megjelenik (másképpen nem is lehetséges, hiszen egymást feltételezik). *A PE új regulációt hoz létre a (natúrális) pszichikus szint entitásain*, folyamatain: s mint az új regulációk általában nem változtatja meg a pszichikus szint törvényeit, de „megváltoztatja valamennyi, az eszközös aktus állományába tartozó pszichikus folyamat lefolyását és egyes momentumait (erősségét, időtartamát, sorrendjét stb.), egyes funkciókat másokkal helyettesít, vagyis átalakítja, átépíti a viselkedés egész struktúráját”: *azaz létrehozza a magasabb pszichikus funkciót (MPF), amely az új, kulturális evolúciós szint „emergens” entitása.* „Valamely inger nem ... a fizikai tulajdonságainak következtében válik pszichológiai eszközzé... (a pszicholó-

giai eszközös) az aktusban a külső jelenség pszichológiai sajátosságait használják fel. Az inger azért válik pszichológiai eszközzé, mert mint a pszichikumra és a viselkedésre való hatás eszközt használják fel.” – Az inger kommunikáció-evolúciós terminológiában a rendszerek közti kommunikáció, melynek tartalma *a PE objektumban írt információ*. A PE-k megőrzése, másolása és pontos másolása (hiszen csak így tud MPF-t építeni) ésszerűnek tűnhet az emberelőd felől tekintve, hiszen a PE használat minőségileg növeli adaptációs lehetőségeit. Nekünk azonban a PE felől kell néznünk az új evolúciós szint mozgásformáit (a biológiai szintet is a gének „irányából” értjük meg). *A PE-k közül azok maradnak fenn, amelyek egyszersmind replikátorok: tehát úgy változtatják meg az egyedi pszichikumot, hogy azt képessé teszik a PE másolására, és kiváltják (motiválják) annak másolását (azon túl, hogy növelik az egyed fitnessét)*. Amelyik PE nem ilyen, azt egy későbbi időpontbeli mintavételkor nem találjuk meg (másként: a kulturális evolúciós szint létrejötté egyszersmind azt jelenti, hogy a PE-k replikátorok). Azok a PE-k, amelyeket csak egy egyed tud használni, de mások nem, (az egyed halálával) kiküszöbölődnek. A PE (által hordozott kulturális információ) megmaradása függ a PE tartósságától, a replikáció gyorsaságától és pontosságától. *A kulturális szinten a fenotípusok (első megközelítésben) a magasabb pszichikus funkciók*. Az egyedi pszichikumban a naturális pszichikus funkciókra épülő magasabb pszichikus funkciók rendszere található. „Nem jöhet létre evolúció létező dolgok közti szelekció révén, ha mindegyik létezőnek csupán egyetlen példánya van /az egyed/.” – mondta Dawkins a génekkel kapcsolatban, s megállapítása a kultúra esetén is helytálló. Az egyedek közötti szelekciót természetesen döntően befolyásolja a MPF-k által is befolyásolt fitness-ük, ám *a kulturális evolúció releváns szintje a (legalábbis az egyedi MPF komplexeknél – másolatok formájában – nagyságrendekkel hosszabb ideig fennmaradó) PE-k szintje*.

S most vegyük figyelembe, hogy az ember biológiailag is, előember (prokulturális) szinten is szociális lény. Azaz társas viselkedési formákat örököl génjeivel. Ezeket – akár a méheknél a közös kaptárépítést – lényegét tekintve nem az egyed, hanem a közösség örökli át (még akkor is, ha „fizikailag” az egyedek génjei öröklik át az öröklött társas viselkedést: ezek a gének – mint általában a gének – csak más gének társaságában fejtik ki fenotípusos hatásaikat, s ezek történetesen a többi egyedben megtalálhatóak – illetve természetesen a nekik megfelelő központi idegrendszer-szintű, vagy az embernél naturális pszichikus vezérlések). Ennek következtében (az ilyen értelemben *természetes közösségek* (pszichikus funkcióinak hálózatai) *is használhatnak pszichológiai eszközöket*, és ezek fejleszthetik ezt a pszichikus entitást: elemeinek, és/vagy hálózatainak átalakításával. (Gondoljunk például a mágikus szertartásokra (Donald 2001; Kolin 1976) Ezek nem a kiterjesztett fenotípus körébe tartozó jelenségek. *A pszichológiai eszközök szervezhetnek* – ők is csak önzők, olyan értelemben, mint a gének – új *kulturális intézményeket is, új fenotípust*: s míg a pszichológiai eszköz replikációt kezdetben az egyedek végzik, ugyanúgy végezhetik nemcsak a természetes közösségek, hanem a kulturális intézmények is.

A gének túlélőgéppükkel együtt élnek vagy halnak: többnyire, de nem mindig előnyös nekik túlélőgéppük fitnessének növelése (éppen a tanulságos kivételeket magyarázza meg Dawkins elmélete). Ugyanez igaz a pszichológiai eszközökre (PE) is – a továbbiakban a nem csak egyedre, hanem a természetes közösségekre ható, továbbadódókat nevezzük szociális eszközöknek (SE), a diakronikusan is átadódó kulturális intézményekre is hatókat pedig kulturális eszközöknek (KE), vagy mémeknek. *Minden mém (KE) pszichológiai eszköz, de nem minden pszichológiai eszköz mém*.

A PE természetesen nem csupán naturális pszichikus entitásokat képes regulálni, hanem bármely olyan entitást, mely az egyed pszichikumában éppen adott: legyen az naturális pszichikus funkció (NPF), vagy MPF. Így módon a kultúra kezdetei után a MPF-ek egyre nagyobb „logikai mélység”-gel jellemezhetőek.

Szögezzük le: *a PE (s így a mém is) a szubjektumon kívül van.* Ez ugyan nem kellene, hogy megrázó legyen, ha a kultúra „valamennyi nem örökletes információ, az információ szervezési és megőrzési módjainak összessége” (Lotman 1973), mégis, a mémeket a fenti definíció elfogadói közül is a legtöbben igyekeznek „emberen belül” tartani. (Korábban idéztük Dawkinst, aki szerint a mém az agy „informácótartalmának egységnyi része”, mely „az agyban fizikailag is jelenlévő tényező”.) Nem meglepő ez a törekvés, mert ha a mémek kívül vannak, óhatatlanul az lehet az érzésünk, hogy az ember kikerült a kulturális evolúció fókuszából. Bizonyos értelemben ez az érzés helytálló. A mémek pontos másolásra törekednek (az ilyenek maradnak fenn), és a különböző naturális pszichikus alapokon, különböző mémek szekvenciális közreműködésével és egyedi körülmények között kiépülő MPF komplexből való mémrekonstrukció pontossága (esetleg maga a rekonstrukció is) éppoly lehetetlen volna, mint az állati testből a genom „visszagombolyítása” (vagy legalábbis a replikációhoz túl hosszadalmas – s ez esetben a nagyobb gyorsaságú alternatíva győz). Jobb tehát, ha a mémeket „kívül tároljuk”. (Bizonyos értelemben belül is lehet kívül. Mivel a MPF-ben a mém implicit, kódolva tárolódik, egyes esetekben lehetséges egy minimális, dekódolási eljáráshoz eszközül szolgáló kulcs-emlékkép tárolása a memóriában, s szükség esetén a mémreplikáció segédlet nélkül végrehajtható. De ez a kulcs-emlékkép nem vesz részt az MPF normális működésében. Egy mém minél komplexebb és minél nagyobb, a külső hordozó felhasználása replikációnál annál előnyösebb. Megjegyzendő, hogy funkcionális értelemben a gének – mint átörökítő, s nem mint vezérlő egységek – is úgy vannak belül, hogy „kívül” vannak: a csírvonal intakt.)

Az eddigi következtetések összefoglalásaként a következő meghatározásokat tehetjük: „A mém a kulturális információ alapegysége, olyan pszichikus funkciókat építő pszichológiai eszköz, melyek egyrészt az egyed nagyobb rátermettségét (a populációt tekintve a rátermettség variációját) nyújtja, másrészt önmaga (különböző pontosságú és gyakoriságú) másolását is lehetővé teszi és kiváltja, s e két tényező által a kulturális öröklés evolúciós folyamatban megy végbe, így a mém egyszersmind a kulturális evolúció genotípusos alapegysége.(...) Olyan mém – komplexek is elterjedhetnek (például olyan értékek), melyek nem az egyes egyedek testi-lelki jólétére optimalizálják a túlélőgépek működését, hanem a kulturális intézmény teljes rátermettségének (fennmaradása, elterjedése) növelésére” (Kolin 1999).

„A kultúra nem más, mint a kulturális eszközök, az őket létrehozó, közvetítő és újratermelő kulturális intézmények és az általuk megvalósuló kulturpszichikus apparátusok rendszere” (Kolin 1980).

A civilizációs objektumrendszer pedig a kultúr-pszichikum vezérelte emberi tevékenység külső manifesztációja, kiterjesztett fenotípus. Ennek egységeit funkcionálisan meg kell különböztetnünk azoktól az objektumoktól, melyek mintázatai pszichológiai eszköz funkciót töltenek be.

A kultúra az evolúció évmilliárdokat átölelő folyamatának új önálló szintje az egyetemesen érvényes evolúciós törvényeknek „engedelmeskedve” jött létre úgy, hogy – mint korábban bemutattuk – a technikai eszközökből fejlődése során létre-

jöhetett az a replikátor, amely a prokulturális folyamatban a szintén saját lehetséges legmagasabb szintjére fejlődött pszichikus folyamatokkal koevolvál, szimbiontizált majd magasabb minőségben összekapcsolódott. *A kulturális evolúció releváns szintje a kulturális eszközök, a mémek szintje.*

A kultúr-evolúciós változásokat – akárcsak a biológiában – csak mutációk okozhatják (a mémek mémkomplexzé kapcsolása nem mutáció: a mém-poolt nem gyarapítja, csupán legfeljebb a stabil ESS-t befolyásolja): a mutációk pedig nem mások, mint a „mutációs hatás” véletleneinek következményei, olyan agyfiziológiai véletlenek következtében létrejövő változások, melyek egyszersmind új pszichológiai eszközös regulációnak felelnek meg. A véletleneket „megseghetheti” a Baldwin-hatás: a már létező kultúrpszichikus funkciók bonyolult kombinációival produkált (néha nehézkes és tökéletlen) kulturális alkalmazkodás, ami az éppen idevágó mutációk szelekciójára van hatással (ha egy témával való foglalkozás során, a közelítő megoldások készítése „megágyaz” az innovációnak, amelyet viszont nem lehet kiváltani: azokra nemhogy a kulturális szintű reguláció nem hat, de még a pszichikus sem. A „semmiből” fognak előbukkanni, mint Watson és Crick csigalépcsői.)

Bár a kulturális evolúció ebben az értelemben a miénk, ugyanakkor láthattuk az *n*-ik szint *n*-ik szinten nem regulálható: a kultúra változását a pszichológiai eszköz-replikátorok evolúciója determinálja. Sőt, ezt a mechanizmust át se láthatjuk; aminek szubjektív vetülete például az is, hogy magasabb pszichikus funkcióink működése számunkra nem transzparens. (Másként: nem kezelem azt, amivel kezelem az objektumrendszert, nem uralom azt, amivel uralom a külvilágot. Ez lehet az emberi kultúrában a transzcendencia egyik forrása, ezt az ellentmondást oldja fel – többek között – a vallás, számos babona és egyes áltudományok.) Illetve, ha kezd a kultúrpszichikus funkció transzparenssé válni, akkor joggal feltételezhetjük egy új, magasabb szint kialakulásának kezdetét, mely most már a kulturális szint minőségei egyes kontextusait regulálja – előfeltételként természetesen reflektálja, reprezentálja is.

A PE nyilván olyan, hogy érdeke az egyed fitnessét növelni, mert túlélőgépe, az egyed pszichikumában lakó kultúrpszichikus funkció (KPF) így él tovább. A SE esetében ez már nem feltétlenül igaz: az ő túlélőgépe a természetes közösségek KPF struktúrája, annak továbbélésén „fáradozik” – míg hatását az egyedi cselekedetekre fejti ki. Ezek egyáltalán nem feltétlenül szolgálják az egyed fitnessének növekedését – csupán az a minimumtörvény fejti ki hatását, hogy ha minden egyed kihal, akkor a természetes közösség, s ezáltal a KPF is. A SE-k nem mindig minden egyed reprodukcióját és szaporodását támogatják: de az (eredetileg) natúr (ám éppen a SE-k hatására a kultúrtörténet során alaposan megváltozott) közösségeket igen. A mémekről már ez se mondható el. „Céljuk” túlélőgépük, a kulturális intézmény fitnessének növelése. Ezért hozza zavarba a memetikusokat megannyi „káros” mém, s ezért is tartják őket vírusoknak. Nem károsak ezek, csupán az egyed, vagy valamely természetes közösség (baráti ismerősi kör, nagycsalád, baráti pár, szerelmespár, család, stb.) számára (fitnessük, pontosabban kultúrpszichikus funkcióik fitnessé számára) azok.

A mémeket jól láthatóan adják tovább például iskolák és médiumok: ám a televízió vagy az egyetem nem a releváns kulturális intézmény. A kulturális intézmény mindazon egyed és természetes közösség mindazon kultúrfunkcióinak (tehát nem a teljes kultúrpszichikumoknak, és végképp nem az egyedeknek vagy közösségeknek) rendszere, mely a mém(komplexek) replikálását végzi. Azon

mém(komplexek)ét, melyek (egyedek és közösségek viselkedését – előzőleg gondolkodását és szerveződését) az ismert módon determinálva, vezérelve meghatározzák a kulturális intézmény-túlélőgép specifikus viselkedésrendszert, mely a mém túlélőgépét fenntartja és működteti, és a mém replikációját megvalósítja. A kulturális intézmények a szociális rendszert mintegy „keresztbemetszik” (számos olyan tevékenység van például egy iskolában vagy televízióban, aminek adott mém replikációjához semmi köze) – így természetesen többnyire kevésbé felismerhetőek. *Mihelyst a kulturális intézmények (a dawkinsi hármaskritérium értelmében) jobb túlélőgépei a mémeknek, mint az egyedek, vagy a szociális szervezetek (többet, jobban és pontosabban másolnak hosszabb ideig), ők válnak a mémreplikáció lényegi szereplőivé, a kultúra tipikus és meghatározó fenotípusaivá.*

Az a folyamat, mely most is zajlik, és a mémek kultúraszervező, és ezáltal társadalomstrukturáló „tevékenységének” következménye, főként autopoiezisként leírható („főként” – hiszen párhuzamosan más koevolúciós folyamatok is zajlanak) melynek folyamatát Csányi Vilmos ábrázolja, és magyarázza (Csányi 1988).

Kultúrafelfogásunk eloszlatja a kultúra információival kapcsolatos homályt. Az $n+1$ -ik szintű rendszer bármely alacsonyabb szintű evolúciós rendszer objektíve létező információját tudja reprezentálni. Mindezen információkból egy különleges van: az, *amelyik pszichológiai eszköz funkciót tölt be. A Lotman-féle „valamennyi nem örökletes információ”-ból ezek képezik a kultúrát.* („minden eszköz feltétlenül inger ...azonban nem minden inger eszköz.” – Vigotszkij. Vagy számítógépes hasonlattal: ezek már nem installált szoftverekkel feldolgozandó adatok, hanem szoftverépítő exe-k. Ez is, az is bitek sorozata – de funkciójuk teljesen más.)

Nem meglepő az sem, hogy az információt kezelő eljárások, gépek kialakulása az emberi kultúrában, a kulturális intézmények szerveződése, sajátosságainak alakulása szempontjából rendkívüli jelentőséggel bír, hatva a potenciálisan túlélő mémek populációja körének mennyiségére és minőségi meghatározottságaira is. Gondoljunk itt például az írás és nyomtatás információkezelésére, melyet Nyíri Kristóf elemez briliáns gondolatmenetekkel (Nyíri 1994), vagy Z. Karvalics László meggyőző okfejtéseire (Z. Karvalics 2000). Természetesen itt is általános evolúciós szükségszerűségről van szó. Valamely evolúciós szint stabilizációjában alapvető fontosságú az alrendszerek kommunikációja révén megvalósuló koevolúció. Nem meglepő, hogy „Az evolúció sok fontos átmenete az információtárolás és átadás új megoldásaihoz kapcsolódik.(...) az egymást követő jelentősen különböző átöröklési szisztémák az autokatalitikus kémiai ciklusoktól a természetes nyelvekig az élet történetében a fő evolúciós átmenetekkel kapcsolódnak össze” (Jablonka-Szathmáry 1995)

Amennyiben kultúra-közelítésünk igaz, Dawkins önzőgén-elméletének számos (e dolgozat elején idézett) tételét szinte változtatás nélkül alkalmazhatjuk – a pszichológiai eszközös mechanizmus és néhány általános evolúciós következtetés birtokában bátrabban, mint Dawkins maga.

- A kulturális túlélőgépek (ezek eleinte az egyedi kultúr-pszichikumok, majd a természetes közösségek kultúr-szociálpszichikus struktúrái, és/majd a kulturális intézmények) az őket felépítő replikátorok (mémek) túlélési esélyeit növelik. A mémet (mémkomplexet) felfoghatjuk úgy, mint egyfajta tervdokumentációt a túlélőgép felépítésére.

- A kulturális evolúcióban a túlélőgépeket olyan egységeknek tekinthetjük, amelyek megpróbálják összes mémjeik számát növelni a kultúrában, hiszen azok a mémek terjednek el jobban, amelyek ilyen túlélőgépeket építenek.
- Egy adott mémnek sok különböző hatása van a túlélőgép (például az egyed kultúrpszichikuma) más és más részeire, és bármely mém sok más mémmel együtt hat a túlélőgép egyes részeire. (A mémek például valamely egyed esetében a már meglévő pszichikus entitásokból „építkeznek”, s az új MPF-k a már meglévőkre szuperponálódnak.)
- Azért nem a mémkomplex a replikációs alapegység, mert a replikáció során a mémcsoportok részei összekeverednek, átrendeződnek. Különböző egyedeknek különböző mémhalmaz által (különböző szekvenciában – a kultúrába belenövés különbségei) kialakított kultúrpszichikus funkciói vannak; továbbá egy egyed (valamely kultúrpszichikus funkciói) több „természetes közösség”, és több kulturális intézmény része, közreműködője lehet. Az egyedhez (kultúrpszichikumához) rendelhető mémkombináció rövid, a mém hosszú életű egymáshoz viszonyítva: az egyed (kulturális túlélőgép) mémkombinációja fennmaradásának hosszúsága az egyedi túlélőgép élettartama, míg a mémeké a kultúra fennmaradás időtartamának nagyságrendjébe esik. Egy adott mém természetesen nem azonos a néhány ezer, vagy sok tízezer évvel ezelőttivel, csak tökéletesen ugyanolyan. A kulturális túlélőgép utódja viszont már csak részben azonos mémkombináció: tökéletesen ugyanolyan kulturális túlélőgép a későbbiek folyamán nem lesz fellelhető.
- A szelekció közvetlenül a kulturális túlélőgép szintjén valósul meg. Ám a kulturális túlélőgépek nem véletlenszerű fennmaradásának, élettartamának és mémreplikációs sikereinek hosszú távú következményei a memkészlet változó memgyakoriságának formájában nyilvánulnak meg. „Nem véletlenszerű”: hiszen éppen a mémeken múlik, hogy milyen sikeres túlélőgépet építenek.

A Dawkins-parafrázisok helytállóságán túl lényeges különbségeket is találunk. Mivel az egyed kultúrpszichikus funkciói több szinten s több kulturális intézmény működtetésében vehetnek részt, így „konkrétan” ugyanazon mém több túlélőgép építésén, működtetésén is dolgozik. (A biológiában is vannak a svábbogárral azonos génjeink: de nem ilyen értelemben „konkrétan” azonosak.) Így egy mém sikerességében több kulturális túlélőgép is szerepet játszik, illetve egy mém több kulturális túlélőgép sikerességét befolyásolja.

Az előbbi különbségből, s abból, hogy az egyedek kultúrpszichikuma fokozatosan (mémről mémre) épül a kultúrába belenövés során az következik, hogy a kultúrában a mémek kétszintű szelekciója valósul meg; azaz a túlélőgép kiküszöbölődésén kívül – amit a biológiában is fellelünk – van egy másik szint is. Mint már többször is említettük, egy mém az egyed éppen adott (natúrális- és kultúr-) pszichikus entitásait regulálja magasabb minőségűvé. Természetesen nem mindegyiket: viszont bizonyos entítások híján a mém egyszerűen nem tudja kifejteni hatását (előképzetlenség) – illetve egyes MPF-ek megléte egyenesen akadályozhatja bizonyos mémek befogadását (gondoljunk egymást kizáró értékrendekre, ideológiákra). (Biológiai hasonlattal: valamely állat kromoszómájához nem ragaszthatunk génebeszétileg bármilyen géncsoportot úgy, hogy e „tervrajz-részlet” hatása túlélőgép-építésben realizálódjon. Számítógépes hasonlattal: ha PC-nk csak DOS-t

tartalmaz, vagy LINUX-ot, akkor a WINZIP nem telepíthető – a WINZIP.exe. nem találja a gépben azt, ami önkibontásához szükséges.) Egy adott kultúrkörben adott az egyes mémek gyakoriság-eloszlása, s így a MPF-k eloszlása is, melyeknek megtalálhatósága egy egyedben – mostani nézőpontunkból – véletlenszerű, de a kultúrkört tekintve nem: így az egyes mémek befogadhatósági különbségei egy „első szintű” mémszelekciót valósítanak meg.

További különbséget okoz az is, hogy a különböző MPF-k az egyedben nem függetlenek, beleértve azokat is, amelyek valamely kulturális intézmény struktúrájának elemei. Így egy adott mémkomplex replikálását végző túlélőgép fitnessse és mémreplikációs sikeressége az említett MPF-k egyedeken (természetes közösségeken) belüli, más kulturális intézmények replikálásában szerepet játszó MPF-k együttműködésén is múlik. (Biológiai hasonlat: szépreményű frigy ígéretes gyümölcsének létrejötte meghiúsulhat sejtanyagcsere-inkompatibilitáson.)

Számottevő az a különbség is, hogy a biológiai evolúciós szinttel szemben a mémek külső, tömeges (és pontos) másolása is lehetséges (ez a tény is kiemeli az információs gépek jelentőségét): pontosabban azok a mémek szelekciós előnybe kerülhetnek, melyek replikációs ciklusa efféle másolást is tartalmazhat.

Mielőtt reagálnánk a többi dawkinsi felvetésre is, ne hagyjunk kétséget afelől, hogy kultúrafelfogásunkból nem az következik, hogy mém csak a technikai eszköz „másik oldala” lehet. Csupán azt mutattuk be, hogy a technikai eszközök, illetve a természetes pszichikus folyamatok fejlődése tette lehetővé az új, kulturális evolúciós szint kialakulását, s a technikai eszköz pszichológiai eszköz funkciója a pszichológiai eszközös mechanizmus létét igazolja. Az ősseves első biológiai replikátorai is nagyon különböztek pl. az eukariótáktól: ám az új evolúciós szint kialakulása általuk valósult meg, és az új szint összes differencia specifikumát már ekkor fellelhetjük. Mostani, néhány tízezer éves emberi kultúránkban természetesen sok lényeges vonás érthetetlen a nyelv sajátosságának, funkcióinak megértése nélkül: ám a kultúra kialakulásában nem a nyelv kialakulása a lényeg. Ezzel nem azt állítjuk, hogy a technikai eszköz a lényeg, mint ahogy az sem érdekes, hogy a technikai eszköz PE-ként használata előbb volt, mint a nyelvhasználat: a lényeg a mindkettő mögött rejlő pszichológiai eszköz-használatban, a minőségileg új kultúrpszichikus funkció létrejöttében van, mivel „a pszichológiai eszközök felhasználása emeli és mérhetetlenül kibővíti a viselkedés lehetőségeit” (Vigotszkij 1971), s abban, hogy a PE az adott kezdeti feltételek mellett replikátorként funkcionálhatott, így az „önző mémek” szintjén megragadható kulturális evolúciós szint létrejöhett.

Bár kultúra-modellünk útmutatást ad a nyelv megközelítésére is, egyetlen dologra szeretnék csupán – most csak heurisztikusan – kitérni. A technikai eszköz „miután” pszichológiai eszközös funkcióját betölti, ismét technikai eszközként funkcionál (akkor is, ha az általa formált MPF által komplexebbé válik is). Ugyanígy, a kommunikációs jel (mely az állati kommunikációban is fellelhető), ha nyelvi jellé válik, azaz – felfogásunk szerint – pszichológiai eszköz funkciót tölt be, miután kialakította a megfelelő MPF-t, ismét kommunikációs jelként funkcionál (ha „magasabb szinten” is). Minden nyelvi jel (onto- és filogenetikusan) pszichológiai eszköz, de nem minden nyelvi kommunikáció mémreplikációs aktus.

„A mémek úgy terjednek a mémkészletben, hogy agyból agyba költöznek egy olyan folyamat révén, melyet tág értelemben utánpótlásnak nevezhetünk” – írja Dawkins. A mi megközelítésünkben a mémek oly módon terjednek, ahogy a kultúrát

átörökítjük, továbbadjuk: iskolában, tévében, családban, könyvben és kortárs csoportban. Tág értelemben tanulással: talán célszerű az új PE általi MPF kialakulást így neveznünk. Ennek egyik speciális esete az utánzás.

Dawkins és Dennett szerint „a kulturális tárgyakat, mémeket is felfoghatjuk úgy, mint parazitákat”, az embert (agyát) mint hordozót. Megfontolásaink szerint ezzel szemben a kulturális evolúciós szint túl van az endoszimbión: kialakultak a kultúrpszichikus funkciók, illetve azok komplexei.

Dawkins – a legtöbb memetikussal, kultúra-kutatóval egyetemben – nem tartja kizártnak a szerzett tulajdonságok öröklődését: „Elképzelhetők „lamarcki” oksági nyilak is.” – írja. Ezeknek a lehetőségét mi kizárjuk. A mémeknek lehetnek „alléljaik”; lehetséges, hogy ami egyetlen mémnek látszik, az valójában mémkomplex – s a mémkomplexek lehetnek kicsit eltérők; az egyes mémek különböző egyedek pszichikumában (az éppen ott és akkor létező pszichikus funkcióknak megfelelően) némileg eltérő struktúrákat hozhatnak létre; az is lehetséges, hogy a pontos másolás egyszersmind bizonyos szabadsági fokokban nem ad megkötéseket (v.ö.: egyértelműség); és főként lehetséges innováció. Mindez keltheti a pontatlanság látszatát, a szerzett tulajdonságok öröklődésének látszatát. Ám, mint általánosságban tetszőleges evolúciós szintre beláttuk: a másolás pontos, a szerzett tulajdonságok nem öröklődnek. A pontatlan másolás (a rendszerszintű regulációk tekintetében pontatlan) nem replikáció, azaz az így másoló entitás nem definiál evolúciós szintet. A „szerzett tulajdonság” pedig vagy nem érinti a regulációt, és akkor mellékes és nem öröklődő, vagy tönkreteszi, és ekkor a regulált rendszer stabilitása megszűnik, vagy új regulációt hoz be, de ez esetben mutációról beszélünk, és nem szerzett tulajdonságról. Az a benyomásom, hogy a „lamarcki” oksági nyilakat az emberi szabadság szerelmének Ámora lövi ki még Dawkins esetében is, aki pedig leírta, hogy „egy kulturális tulajdonság kifejlődhetett úgy, ahogy kifejlődött, egyszerűen azért, mert *önmagára nézve előnyös*”, és nem tévedett.

Végezetül a sok nyitva hagyott kérdés közül egyre még kitérek: mi készít minket a mémek befogadására? Mondhatnánk, hogy szülői tekintély vagy fenyegetés, iskolai szigor, érdeklődés, csoportnyomás, spontán utánzási hajlam, a villódzó színes képernyő arousal-növelő hatása, jutalmazás: sok mindent sorolhatnánk még (kivéve azt, hogy vonzóak, mert ez *circulus viciosus*), jogosan, de valami lényeges ezen a szinten maradva biztosan kimarad. Azért sajtóztatjuk el a mémeket, mert JÓ! Kultúrpszichikus funkcióink rendszere új minőség, (a stabilizálódás jelenlegi fokától függően bizonyos fokig; de alapvetően) független entitás. S mint ahogy vadászagyunkat jó érzéssel tölti el a problémamegoldás (az emberszabású majmok jutalom nélkül is tanulnak), ugyanúgy jó érzés kultúrpszichikumunknak a mémek befogadása, új pszichikus funkciók kialakulása: alkalmazkodtunk biológiai/kulturális külvilágunkhoz, növekedett kompetenciánk, túlélünk. Miként a gének ilyen érzéseket alakítottak ki saját fennmaradásukat elősegítve túlélőgépekben, akként a mémek is – önző érdekükben – kultúrpszichikumunkban. S hogy ez az érzés „biológiai érzés jellegű”? Nem csak jellegű, hiszen az új szint nem tünteti el a korábbi minőségeit, „csupán” – egyes kontextusaiban – regulálja. És hogy miért a legjobb érzés az innováció? Amiért a szex. Új (n+1)-ik szintű élet születik.

A vázolt kultúra-modell egy lehetséges vizsgálódásnak csupán a kezdete. Jelentős továbbhaladásra és operacionalizálásra van szükség, hogy egyáltalán a falsifikálhatóság szintjére jusson. A kulturális folyamatok feltárását megnehezíti a kétszintű szelekció; a mémek több túlélőgéphez rendeltsége; a kulturális intézmények

„rejtettsége”, a „jobban látszó” egyedeket, természetes közösségeket és társadalmi intézményeket „keresztbemetsző” mivoltuk; a kultúrpszichikus funkciók egymásra rétegezettsége (a biológiai fenotípusokhoz hasonló nagy logikai mélység), a kultúrában fellelhető információk mennyisége és keveredése (miközben csak egy részük mém); valamint a kulturális folyamatok transzparencia-hiányát elrejtő kulturális jelenségek sokasága. Rendkívül fontos az a tény is – melyet nem hallgattunk el, de nem is hangsúlyoztunk – hogy a mémek korántsem „tisztá lapra” írnak, hanem a „vadászgyat regulálják”: melynek átélt viselkedéses megnyilvánulásai – is – vagyunk. Továbbhaladnunk úgy tűnik egyes mémek konkrét elemzésével, illetve a „vadászgyat” rekonstruálásával lehetséges.

JEGYZETEK

¹ A hetvenes évekre eső amerikai reneszánsz még mindig nem múlt el: például a magyar nyelven 1997-ben kiadott Fejlődéslélektan USA kézikönyv a gyermek fejlődésének, társadalomba belenövésének, – illeszkedésének minden szakaszát négy nézőpontból vizsgálja. Ezek:

- biológiai érési megközelítés,
- környezeti tanulási megközelítés,
- univerzális-konstruktivista megközelítés,
- kulturális megközelítés,

melyek közül az utolsót kiemelten Vigotszkij munkásságához kapcsolja. Bár a kulturális evolúció, a kultúra átöröklése és az ember-egyed kultúrába belenövésének kérdéskörei egymástól elválaszthatatlanok, a fent említett tudósok közül kizárólag Pléh használja Vigotszkij elméleti vívmányait.

² Az állatok és emberek kifejezéseiről írt könyve csupán most egészült ki a közelmúltban, mikor lassított filmekben is megfigyelték az élő kommunikációs helyzetekben tudatosan követhetetlen gyors és apró arcmozdulatokat. (Donald 2002).

³ Archimédes – mint Szathmáry említi az utolsó számunkban vele készült interjúban – axiómává tette, hogy a mozgó testek egy idő múlva leállnak. Newtonnak gondolkodásában fordulatot okozhatott a kopernikuszi kivétel: a bolygók fáradhatatlanul keringenek a nap körül. Mechanikájából levezethető a rendes és „rendhagyó”, és úgy tűnt sokáig, minden más lehetséges eset is, s ráadásul a jövő is jóslható.

⁴ Michelson egyébként egyáltalán nem Newtont akarta cáfolni, hanem a Föld forgásának sebességét a korábbinál pontosabban mérni.

⁵ MEMETICS THEORY keresőszavakra a Google 2002. június 24 –én 10200 találatot mutatott

⁶ Felhívja a figyelmet arra, hogy a mémkomplexek fokozatosan is változhatnak, úgy, hogy bizonyos összetevőik megmaradnak, egyébként nem beszélhetnénk ugyanarról a „kulturális leltári tárgyról”, például társadalmi intézményről – mondjuk egy vallásról. Amennyiben a kulturális jelenséghez rendelhető mémkomplexnek egy része változatlanul marad, akkor – figyelembe véve azt, hogy egyes mémek jobban összeférnek a már létezőkkel, mint a többiek – a pszichológiai vonzerőre apellálótól különböző indoklását kapjuk egyes kulturális jelenségek tartós megmaradásának. Igaz, Dawkins eredeti megközelítésében – akár csupán mém-allél cserével – megváltozott társadalmi intézmény már nem ugyanaz, hiszen – akár csak a gének s élőlények esetében – a mém a tulajdonképpeni, pontosan, másolatok formájában megmaradó entitás. Bár velük is van gond e tekintetben.

- ⁷ Ha a napot és a földet gumipóráz kötné össze, ugyan mit változtatna ez a naprendszer minőségeinek, mozgástörvényeinek lényegén. Vagy – pontosabb hasonlattal – tegyük a pórásra kikötött kutyát egy olyan labirintusba, melyben a leghosszabb lehetséges út is rövidebb, mint a póráz hossza (a körültekintő kísérletező illet épít). Ha megfigyeljük (egy kolbászdarab társaságában) vajon mit látunk: egy pórázon tartott kutyát? Dehogy. Illetve igen, de nem lényeges. Egy labirintusban tájékozódó kutyát látunk, melynek mozgási lehetőségeit nem a póráz, hanem a labirintus struktúrája határozza meg. Nem a kötélszákítás, a póráz-korlátozás megszüntetése, hanem „felülírása” hozott be új, releváns mozgásformát (és struktúrát, és törvényeket, /pszichikus/mechanizmusokat).
- ⁸ Például megjelenítenek számunkra egy kis rajzocskát a képernyőn, mondjuk egy WINZIP ikont. Gondoljunk bele, mennyi és milyen bonyolult munkát kellene elvégezni saját PC-nk hardverén, ha azt a feladatot kapnánk, hogy saját képernyőnkön a rajzocskát megjelenjen. A tevékenység leírására vélhetően egy vaskos kézikönyv se volna elég. Ezzel szemben egy néhány tucat KB-os WINZIP.exe. pillanatok alatt létrehozza az ikont, s ráadásként még file-okat is tudunk tömöríteni, ha kétszer rákattintunk. Ha rossz irányokban elindulva kezdjük megoldani a feladatot, hamar rájövünk, hogy jobb ha elfeledkezünk az ikon közvetlen átkódolásáról, különösen hardver szinten. Ráadásul, ha megnézem gépemem, mekkora tárterületet foglal el a WINZIP, meglepetten látom, hogy nagyságrenddel többet, mint az exe.-je. Persze könnyű leleplezni a turpisságot: az exe. kibomlásakor szépen bekebelezte más, már korábban telepített programjaim egyes részeit, és ráadásul kapcsolatokat is épített hozzájuk: pl. ha jobb egérgombbal rákattintok egy mappára, a menüben megjelenik a WINZIP opció. Az exe. egyfajta új hálózatot alakított ki. E felismerések birtokában, ha azt szeretném, hogy tömörített fájlokkal kommunikáljak barátaimmal, akkor küldök nekik egy e-mailt, az WINZIP.exe-t csatolva, s a levélben megírom, hogy installálják. Ha sok barátommal szeretnék tömörített file-okat cserélni, azt is megírom, hogy küldjék tovább. Nem nehéz feladat, hiszen a levelezőben megmarad az exe., és szívesen megteszik, hiszen ők is olcsóbban levelezhetnek ezentúl. Még az is lehet, hogy nem is kell megírnom, hogy adják tovább, hiszen az előny erre sarkallja őket, sőt, talán még azt se, hogy installálják: a levél üres is lehet, elég, ha az exe. nevében benne van, hogy „file tömörítő program.” Minden megy, mint a karikacsapás, és eszükbe se jut feltételezni, hogy a lényeg, a „fájltömörítés funkció” digitálisan bebetűztetett volna az exe.-be, vagy akár a kibontott programba, sem az – minimális, fentebb leírt ismeretek birtokában –, hogy a gépemem levő program azonos volna az exe.-vel. Az exe. – továbbadáson kívül – nem jó már semmire. Lehet, hogy megtartom: hátha elromlik valami, és akkor újra kell telepítenem. Ha kukába dobtam, az se baj: valamelyik barátomtól, legrosszabb esetben a programot gyártó, őrző, továbbító cégtől, a „PC-tanodától” megkapom.
- ⁹ Azért nem mondom, hogy olyan, mint egy újszülött agya, mert akkor nem venném figyelembe a szocializációval szimultán végbemenő érési folyamatokat. Még így is tán túlzóan nemes egyszerűséggel mellőztem a mém-gén koevolúció problematikáját.
- ¹⁰ Nem túlzás ez a „függetlenség”? Nem. Néha egyetlen viselkedést, sőt annak összefüggő részeit különböző ösztönök, mi több, gének irányítanak. Dawkins idézi W.C. Rothenbuhler kísérletét (Dawkins 1976) a méhek higiénikus viselkedéséről: arról van szó, hogy a fertőző lárvathodásban szenvedő lárvákat a méhek megkeresik, kihúzzák őket a sejtéből, és kidobják a kasból. Kiderült, hogy a sejtről a viasztetőt levevő részviselkedés, és a lárvakidobó részviselkedés különböző gének által irányított. Ha valamelyik hiányzik, a higiénikus viselkedés vagy meg se indul „ösztönösen”, vagy (értelmetlenül) félig végbemegy, aztán megáll. (Rothenbuhler egyébként a második fázisra való független képesség meglétét úgy

igazolta, hogy ő maga vette le a tetőt, s a méh, aki addig bele se kezdett az akcióba, szépen eltávolította a fertőzött lárvát). Semmi túlzás nincs tehát abban, hogy ha az egyik pszichikus apparátus vezérelte viselkedés produkál egy külső fenotípusos objektumot, attól még a többi ugyanúgy kezelheti ezt a tárgyat, mint bármely másikat.

- ¹¹ Ha a két félszakócát Vadászunk egyszer csak összerakja és *lemásolja* (azaz nem újra kitalálja), akkor megvalósítja a legelső kulturális aktust. Ha pedig egyetlen apró pattintással továbbfejleszti (melynek következtében a külső eszköz-tárgy pszichikus segítségével olyan eszközt hoz létre, melyet veleszületett intelligenciájával, teleologikus képességével nem, csupán e külső eszköz beiktatásával volt képes), akkor már megvan az a közvetlen előny is, ami az evolúció motorja. A fejlettebb eszközt lemásolhatja, sőt továbbfejlesztheti csoporttársa is (jól látható helyen van a szuperszakóca: például nem az ősfeltaláló agyában), és innen nincs megállás.
- ¹² Donaldnál auditív tárgy. (Donald 2001) Azért használom inkább a „hangzó tárgy” kifejezést. Mert e terminust egy korábbi cikkemben (Kolin 1976) már bevezettem.
- ¹³ Másrészt, érdekes módon – könnyen átgondolhatóan – a pontosságnak egy génreplikációnál sokkal alacsonyabb szintjén, az evolúció egyrészt úgy fog hatni, hogy a másolás egyre pontosabb legyen, abban az értelemben, hogy egy későbbi minta összes fajta elemének átlag másolási pontossága nagyobb lesz, mint a korábbié, másrészt úgy, hogy az átlag termékenység nagyobb legyen. Kérdés, hogy ez elvezethet-e az „elegendően pontos” replikációhoz. Nos, ez attól függ, hogy a pontatlanság okának tartott analóg másolás pontosságának van e és hol felső korlátja. E kérdés – némi matematikai segédlettel megválaszolható.
- ¹⁴ Készen lennének? Megvallom, hogy „elfeledkeztem” legalább két problémáról. Az egyik a pontok méretének megválasztása. Itt az lehet az irányadó, hogy elegendően „alsó” szintre menve minden anyagcsere-folyamat minden mikroegysége között végbemenő minden mikro-folyamat digitális.
- ¹⁵ Mintha egy ház tervrajza először magába szívná a tájat, majd magába építene minden új felhúzott falat. Szinte intelligensnek tűnik a folyamat: véletlenül eljut egy építész egy telekre, ami megtetszik neki, és a fejében nincs más, mint a szándék „Kellene ide egy jó kis ház nekem és a családomnak”. És a többi menet közben, interaktívan és kreatívan alakulna ki. (Természetesen ne feledjük, hogy nem „egy embert” mondtam, hanem „egy építész”: fejében ott a szaktudás, és a táj igencsak determinálja a lehetséges megoldásokat.)
- ¹⁶ Ha egy fémlabirintusba, melynek falai le-fel járnak különféle bemenetnél különböző nyomású vizet vezetünk, és a falak az áramlási sebesség bizonyos értékeinél változtatnak diszkrét pozíciót, akkor a labirintus átstrukturálódik, és persze „digitális” marad. Ha viszont a labirintus sárból van (azért valamiféle labirintus, mert az előző lépésben azzá alakult), és egy fémrács-mintázattal préselve átalakítjuk, akkor az „analóg” sár ismét egy újabb „digitális” labirintussá válik.

IRODALOM

- Calvin, W.H. (1997): A gondolkodó agy. Budapest, Kulturtrade.
- Csányi Vilmos (1988): Evolúciós rendszerek. Budapest, Gondolat.
- Smith, J.M. – Szathmáry (1997): Az evolúció nagy lépései. Budapest, Scientia.
- Darwin, C.R. (1859): The origin of species. London, John Murray.
- Dawkins, R. (1986): Az önző gén. Budapest, Gondolat.
- Dawkins, R. (1989): A hódító gén. Budapest, Gondolat. 142-170.

- Dawkins, R. (1993): Viruses of the Mind In: Free Inquiry, summer 1993, vol 13 nr 3
- Dawkins, R. (1994): A vak órásmester. Budapest, Akadémiai.
- Dawkins, (1995): Folyam az édenkertből. Budapest, Kulturtrade.
- Dennett (1990): Memes and the Exploitation of Imagination Journal of Aesthetics and Art Criticism, 48, 127-35, Spring 1990.
- Donald, M. (2001): Az emberi gondolkodás eredete. Budapest, Osiris.
- Goodall, J. (1975): Az ember árnyékában. Budapest,
- Jablonka E. – E. Szathmáry (1995): The evolution of information storage and heredity. Elsevier Science vol. 10 no. 5 may 1995
- Kolin Péter (1976): Vallási funkciók és pszichikus funkciók. A mágia mint kollektív pszichológiai eszköz. Magyar Filozófiai Szemle 1976. 3.
- Kolin Péter (1999): Új kultúraelmélet felé. In: Magyar Tudomány 1999/11
- Kolin Péter (1980): A kultúra fogalmáról. Budapest, Kossuth.
- Leydesdorff (1994): „The Evolution of Communication Systems” Int. J. Systems Research and Information Science 6 (1994) 219-30.)
- Lotman, J.M. (1973): Szöveg – modell – típus. Budapest.
- Maynard Smith, J. (1990): Kulcskérdések a biológiában. Budapest, Gondolat.
- Nyíri Kristóf (1994): A hagyomány filozófiája. Budapest, T-Twins.
- Davies, Paul (1995): Isten gondolatai. Budapest, Kulturtrade.
- Pléh Csaba (2000): A gondolatok terjedési mechanizmusai: mémek vagy fertőzések. In: Replika 40. (2000. június): 165-185.
- Pribram, Karl, M. Nuwer, & R. Baron. (1974): „The holographic hypothesis of memory structure in brain function and perception”. In R.C. Atkinson, D.H. Krantz, R.C. Luce & P. Suppes (eds), Contemporary Developments in Mathematical Psychology, vol. 2.
- Vigotszkij L. Sz. (1971): A magasabb pszichikus funkciók fejlődése. Budapest, Gondolat.
- Wilson, E. O. (1978): Az emberi természetéről. (On Human Nature), Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Z. Karvalics László (2000): Az információtörténelem színpadra lép. Múltunk, 2000/3 123-141.