

*POSIBLEAREN
JOKOA*

FRANÇOIS JACOB

**ISLADA
BILDUMA**

9

**XX. MENDEKO
KLASIKOAK**

ELKAR

ELHUYAR

*POSIBLEAREN
JOKOA*

François Jacob

Itzultzailea: *Iñaki Azkune Mendia*

XX. mendeko klasikoak bildumaren arduradunak

Inaki Irazabalbeitia

Alfontso Martinez Lizarduikoa

ELKAR

Jatorrizko izenburua: *The Possible and the Actual*

© François Jacob (Random House, Inc.-ko Pantheon Books delakoarekin
eginiko akordioz itzulia)

© Euskarazko bertsioarena: Elhuyar Kultur Elkarte, Donostia

© Argitarapen honena: Elhuyar Kultur Elkarte eta Elkar S.A.

ISBN 84-7529-774-9

Lege-gordailua: NA. 104-1990

Inprimatzailea: Lizarra inprimategia, S.L. Tafallarako bidea. 1. km. Lizarra (Nafarroa)

"Ezinezko gauzak ezin dira sinetsi"
–zioen Aliziak–.

"Trobatzea falta zaizula iruditzen zait"
–erantzun zion Erreginak...– *"Inoiz gertatu izan zait gosaldu baino lehen ezinezko sei gauza sinestea."*

Lewis Carrol
Ispiluaren beste aldean

A U R K I B I D E A

	<u>Or.</u>
Aitzin–solasa	5
1. Mitoa eta zientzia	11
2. Eboluzioaren brikolajea	51
3. Denbora eta etorkizunaren asmaketa	89
Erreferentziak	125

AITZIN-SOLASA

Zoologiaz diharduten XVI. mendeko lanek, askotan grabatu ikusgarriak dituzte, gure planetan bizi diren animaliak erakutsiz. Liburu batzuetan zehatz-mehatz deskribatzen dira arrainburu batzuk agertzen dituzten emakumeak. Espezie desberdinetako ezaugarriak nahastuta azaltzen direneko munstroen ideia ez da harrigarria; gutako edozeinek asmatu edo marraztu bait dugu hibrido hauetakoren bat. Lan horietan txundigarria ordea, honako hau da: alegia, XVI. mendean izaki horiek irudimezko mundukoak ez eta errealitatearen parte izatea. Jende askok ikusiak zituen eta ipi-apa guztiak emanez deskriba zitzakeen. Munstro haiek ohizko animaliekin batera bizi ziren. Nolabait esan, posible zenaren mugetan zeuden.

Ez dezagun ordea barrerik egin; guk ere gauza bera egiten bait dugu geure zientzi fikziozko liburuetan, adibidez. Urrutiko planetaren batean galdurik dabilen astronauta gaixoaren ondoren harrapatu nahian ari diren izaki gaitzeskarriak, beti agertzen zaizkigu Lurreko organismoen konbinazio gisa. Urrutiko espaziotik gure planeta miatzera etorritako bilatzaileek beti dute giza itxura. Gehienetan beren plater hegalarrietatik irteten erakusten zaizkigu. Oso garbi ikus daiteke ornodunak, ugaztunak eta atzeko hanken gainean zutik dabiltzanak direla. Aldaketak

gorputzaren tamainan eta begi–kopuruan bakarrik izaten dira. Normalean izaki hauek gurea baino garezur handiagoa izaten dute eta horrela guk baino garun handiagoa dutela adierazi nahi zaigu. Batzuetan burua antenaz horniturik edukitzen dute, guztiz zentzu sofistikatuen jabe direla iradokitzeke edo. Hor ere harrigarria, posibletzat kontsideratzen dena da. Darwin baino ehun eta hogeit hamar urte geroago, unibertsoko beste zokoren batean bizirik baldin badago Lurreko animalien antzekoek sortu behar dutela pentsatzen da. Ideia hori indarrean dago, eta are gehiago, eboluzioak nahitaez gizakion antzeko zerbaitera jo behar duela sinesten da.

Izaki guzti hauen garrantzia, kultura batek posible denari aurre egin eta bere mugak nola ezartzen dizkion ikustean datza. Taldeka ala bakarka kontsideraturik, giza bizitza orok bere baitan du denaren eta izan zatekeenaren arteko etengabeko elkarrizketa. Sinesmen, ezagumendu eta irudimenaren nahaste zoli batek geure begien aurrean posible denaren irudi aldakorra eraikitzen digu, eta irudi horri egokitzen dizkiogu geure asmo eta beldurrak. Posible den horretara moldatzen ditugu gure portaerak nahiz ekintzak. Giza iharduera asko (arteak, zientziak, teknikak edo politika adibidez), nolabait bakoitza bere arauekin posible denaren jokia egitea besterik ez da.

Normalean pentsatu ohi ez bezala, zientzian produktua bezain garrantzitsua da izpiritua; ondorioa bezain garrantzitsua da (hau oso berria izanagatik) irekitasuna, kritikaren nagusitasuna eta ustegabearekiko menpetasuna. Denboraldia igaro da zientzilariek argitzeaz dagoen "errealitatearen" irudi zehatzari, azken egia ukiezinaren ideiarri, uko egin ziotenez gero. Orain badakite zatiarekin eta behin-behinekoarekin etsi egin behar dutela. Jarrera hau batzuetan ez dator bat gizakiaren berezko izakerarekin; honek munduaren forma desberdinetako irudikapenean batasun eta koherentzia eskatzeko joera bait du. Unibertsalaren eta lokalaren edo betierekoaren eta behin-behinekoaren arteko auzi hau, aldika plazaratzen da munduaren ikusmolde orokor eta inposatua arbuiatzen dutenen eta ikusmolde horren premian aurkitzen direnen arteko eztabailetan. Bizitza eta gizakia ikergai, eta ez errebelaziozko, bihurtu direla gutxi onartzen du.

Duela zenbait urtez gero, askotan erasotzen zaie zientzilariei. Bihotz eta kontzientziaz gabeak izatea aurpegiatzen diete. Ez omen dira gainerako gizakiez arduratzen. Pertsona arriskutsuak direla esatera ere ausartzen zaizkie, suntsiketa- eta bortxaketa-tresnak asmatu eta erabiltzeko zalantzarik ez dutela leporatuz. Guztiz ohoragarria da hori zientzilarientzat, zeren eta ergel eta inozoen proportzioa populazio-lagin guztietan agertzen bait da; zientzilarien, aseguru-agenteen, idazleen, nekazarien,

elizgizonen zein politikarien artean. Dena den, Frankenstein eta Maitasunero doktoreak egonagatik, historiako hondamenak ala apaizei nola politikariei gehiago zor zaizkie zientzilariei baino.

Gizakiek ez dute interesengatik bakarrik elkar hiltzen; dogmakeriagatik ere bai baizik. Arrazoi izatearen segurtasuna bezain gauza arriskutsurik ez da. Absolututzat hartutako egiaren itsumenak adina ez du beste ezerk suntsitu. Historiako krimen oro fanatismoren baten ondorio izan da. Hilketa guztiak zer-baiten izenean egin dira: bertutearen, egiazko erlijioaren, bidezko nazionalismoaren, politika egokiaren edo justiziazko ideologiaren izenean. Beste era batera esanda, bestearen egiaren edo Satanen kontrako borrokaren izenean. Zientzilariei maiz aurpegiatzen zaien hoztasun eta objetibotasuna, agian berotasuna eta subjektibotasuna baino hobeak dira zenbait giza arazotan. Izan ere, zientziako ideiek ez dituzte grinak pizten; baizik eta grinak baliatzen dira zientziaz beren helburuak defendatzearren. Zientziak ez gaitu arrazakeriara eta gorrotora bideratzen. Aldiz, gorrotoa zientziaz baliatzen da bere arrazakeria zurrizteko. Zientzilari batzuei lepora dakieke zenbaitetan beren ideiak berotasunez defendatzea, baina inolako genozi-diorik ez da burutu oraindik teoria zientifiko batek irabaz dezan. XX. mende honen bukaeran guztiontzat garbi geratu behar luke munduaren alderdi eta xehetasun guztiak argitzeko gai den sistemarik ez dagoela. Betiereko egia ukiezinaren ideia

desegiten lagundu izana ez da izango behar bada iharduera zientifikoaren ohorerik txikiena.

* — * — *

Herentzia eta ugalketa da liburu honen gaia; sexualitatea, zahartzapena eta molekulak. Beste ezer baino lehen, eboluzioaren teoriak, bere "status" eta edukiaz, dihardu. Izan ere eboluzioaren teoriak eskainitako markorik gabe oso zaila da nondik gatozen eta honelakoak zergatik garen ulertzea, baina aldi berean komeni da teoria zientifiko bezala ez eta mito bezala funtzionatzen zein mugetatik aurrera hasten den jakitea.

Azken urteotan gai hauetako batzuk bi hitzalditan jorratu ditut: bata Israeleko Weizmann Institutuan eta Kaliforniako Berkeley Unibertsitatean eman nuen (*Science* aldizkarian argitaratu zen, eta gero *Le Monde* egunkarian "*Evolution et bricolage*" izenburupean), eta bestea Pariseko Kirurgi Akademian (*Journal de Chirurgien* argitaratu zuten, eta gero *Le Monde* egunkarian "*Mon Dissemblable mon frère*" izenburuaz). Washingtoneko Unibertsitateko "Jessie and John Danz Lectures" delako hitzaldiak emateko gonbiteak, gogoeta horiek sakondu eta zabalduz liburuska hau idazteko aukera eskaini dit. Gonbite horretan aldez edo moldez zerikusia izan duten eta

Seattle–n egon nintzenean adiskidetasunez hartu ninduten guz-
tiak eskertu nahi nituzke.

1

MITOA ETA ZIENTZIA

"Teoriak joan egiten dira. Igela gelditu egiten da.

Jean Rostand

Biologo baten oharrak

Agian egunen batean fisikariek honako hau frogatuko dute: unibertsoaren funtzionamenduak errealitatean duenarekiko desberdina izateko aukerarik ez zuela. Behar bada halako batean gure munduak honelakoxea izatea beste biderik ez duela egiaztatuko digun teoria osatuko dute; alegia, beste ezaugarri batzuk dituen materia ez dagoela sortzerik erakutsiko digun teoria. Hala eta guztiz ere, zaila da naturaren egitura eta funtzionamenduan apeta edo fantasia ez aurkitzea. Nere haurtzaroko ipuin batean, maitagarri batek printze gazteari aholku hau ematen zion: "Jo ezazu zeure adarra eta munstroaren gaztelua suntsitu egingo da." Biblian, Josue-k Jerikho-ko harresiak tronpeta jota eraitsi zituen. Bi unibertso hauetan, inola ere instrumentua jo eta harresiak erortzea lotzen dituen arrazoiren bat badago. Munduak horrela funtzionatzen du. Gauzak horrela dira. Beste maila batean, gure unibertso fisikoan ere badira arbitraltasunak. Hor ere gauzak horrelaxe dira. Zaila da, nerezat behintzat, bat gehi bat bi ez deneko munduaz pentsatzea. Lotura horretan bada ezinbesteko alderdi bat, agian gure garunaren funtzionatzeko era erakusten duelako. Erraz asma daiteke ordea lege fisiko desberdinak daudeneko beste mundu bat; izotza, adibidez, azalera igo ordez uretan hondoratzen denekoa, edo sagarra arbolatik erori ordez zeruan ezkutatzearaino igoko litzatekeenekoa.

Badirudi gertaera hau izaki bizidunen munduan nabarmen-tzen dela argi eta garbien, eta ez bizidunek oso forma desber-dinak eduki ditzaketelako bakarrik; beren funtzionamenduagatik (heriotza eta ugalketa bezalako berezitasunengatik) ere bai baizik. Zaila gertatzen da arbolek fruituak eduki ditzaten ino-lako premiarik somatzea. Orobat animaliak zahar daitezen, edo sexualitatea izan dezaten. Zergatik behar dira bi hirugarrena sortzeko? Gorputzaren funtzio guztitan, zergatik da ugalketa bakarrik bakoitzak behar den organoaren erdia baizik ez due-nekoa, beste erdia aurkitzen energia eta denbora asko gasta-razten zaiolarik?

Berez biziarentzat sexualitatea ez da beharrezko baldintza. Organismo askok ez du sexurik izaten, eta besteak bezain zoriontsu dirudite. Erdibituz edo bikoitzuz ugaltzen dira, orga-nismo bakarra bi berdin sortzeko aski izanik. Beraz, guregan zergatik ez da gauza bera gertatzen? Zergatik animalia eta lan-dare gehienetan emaitza bera lortzeko bi behar dira? Eta biren orde zergatik ez daude hiru sexu? Egia esan, gizaki berriak sortzeko bi sexuren orde z hiru beharko liratekeen mundua asmatzeko ez dago inolako oztoporik. Zenbat ondorio izango lituzke hiru sexuren premiak! A zer nolako gai berriak nobela-gileentzat! Edo kasu desberdinak psikologoentzat! Edo arazo-piloak legegizonentzat! Baina, agian hori gehiegizkoa litza-

teke. Behar bada hainbeste atsegin eta oinaze jasateko ez ginateke gauza izango. Onets ditzagun bada geure bi sexuak.

Bi sexu hauek izatea, giza kultura bakoitzak mito batzuen bidez agertu ditu eta mito horietan oinarritu ditu munduaren, animalien eta gizakien jatorria. Baina funtsean sexuen sorrerari begiratzeko bi era bakarrik daude eta mitologiek bi era hauek konta ezin ahala forma desberdinez landu dituzte. Lehenik eta behin, sexualitatea nolabait esan fenomeno primariotzat har daiteke. Bi sexu egotea mundua bezain zaharra da, eta hori baino lehen biziak ez zeukan existitzerik. Sexu-bikoiztasunak bikoiztasun kosmikoa isladatzen du; mundua gobernatzen dutela pentsatzen den bi indar-poloena. Bi indar-poloak gainera, fenomeno natural guztietan ikus daitezke (eguna eta gaua, zerua eta lurra, ura eta sua). Taoismoan horiek dira Ying eta Yang deituak; gauza guztiak, bizitza eta higidura sortzen dituzten printzipio ar eta emea. Taoismoan bezalatsu, sumeriarren kosmogonian ura da munduko biziaren lehen agerpena eta bi alderdi ditu: Apsu (ur geza edo arraren oinarria) eta Tiamat (ur gazia edo emearen oinarria). Apsu eta Tiamat elkartzetik Mummu jaiotzen da; logos eta izpiritua dituen ur bizia. Antzeko zerbait aurkitzen da Egipto zaharreko eskuskribu zenbaitetan. Han hasieran Khum jainkoa bakarra zuten, baina demiurgoaren lehen kezka Txu eta Tefnut bikotea eratzea izan zen, gero haiek ohi bezala gizateriari sorrera eman ziotelarik.

Desberdintasun interesgarria Veda-koa da, zeren eta sortutako lehen bikotea Yimi eta Yama bikiezin osatua bait da kasu honetan. Gizateria beraz, intzestuen ondorio litzateke.

Dena den, sexu-bikoiztasuna bigarren mailako fenomenoztat ere har daiteke. Sortutako bat bakarra zen, eta gero bihurtu zen bi. Ildo horretan desberdintasunak bi sexuen eraketarako mekanismoan daude; jatorrizko batasuna hausten duen gertaeran. Upanishads-en arabera, Jainkoa bakardadetik ihes egiteko sexu desberdineko bi zati egin zen eta handik eman zitzaion gizateriari sorrera. Beste kultura batzuetan aldiz, sexu-desberdinketa erdi-jainko erdi-gizaki direnen baitan agertzen da. Zarathustraren pasarte batzuetan adibidez, Yima (demiurgoak sortutako izakia) bi sexuz hornitutako munstro antzeko bat da. Batasun hori behin-behinekoa izan zen ordea, Yima berehala bi zati egin zelako. Antzeko egoera adierazten da Aristophanesek Platonen Oturuntzan egiten duen kondaketan: Olymposan jainko eta jainkosen arteko sexualitatea oso eraginkorra zen garaian, gero gizateria izango zenak artean Androgino-egoera gainditu gabe zuen. Organismo esferiko haiek bi aurpegiko burua, lau hanka, lau esku eta ernalketa-organo bikoitzak zituzten. Beren burua errodatuz guztiz bizkor desplazatzen ziren. Beren indar eta ausardiak azkenean Zeus kezkarazi egin zuten, eta bitan banatzea erabaki zuen; Platonek dioenez "arrautza zurdaz ebakitzen den bezalaxe".

Apollo arduratu zen Androginoak ebaki eta gero josteaz, gizaki hilkorrak apalagoak izan zitezen eta itxura hobea izan zezaten. Harez gero erdi horietako bakoitza beste erdiaren bila ari da, baina greziarren kasuan beste erdi horrek ez zuen derrigorrez sexu desberdinekoa izan behar. Azkenik, Testamentu Zaharrean dugu gai honi buruzko beste desberdintasun bat. Giza itxura arreko forma sortzen da lehenbizi eta ez munstro aitzindaria. Gero Eba Adanengandik jaioko zen. Bakarra zatituz edo gizonezkoa emakumearengandik moztuz, genesiak hasierako izakia aldatzera behartzen ditu, ugaltzeko.

Beti bezala, mito hauek (bakoitzak bere poesia bereziarekin) gizakiaren izakera guztiz ongi argitzen dute. Hasierako mozketaren bidez, giza gorputzak arnasa hartzeko, liseritzeko eta pentsatzeko (ez ugaltzeko) behar duen guztia zergatik daukan azaltzen dute. Umeak egitea, hasierako batasuna berreskuratzea da; gizabanako gisa desagertu eta espeziearekin bat egitea. Ernaketaz gizonak eta emakumeak etengabe izaki bakarra osatu nahian dabilta. Horrela betiko bestearen ondoren ibiltzea justifikaturik gelditzen da; espeziea behin eta berriz elementu desberdinetan banatu eta behin eta bider elkartzea alegia.

* — * — *

XIX. mendearen erdi aldera arte zientziak sexualitateaz zeresan handirik ez zeukan. Barietateak zerrendatu eta deskribatzearekin aski zuen. Gertaera bat zen, eta Buffon-ek zioenez, gertaerarentzat "gertaera bera beste soluziorik ez dago"¹. Eboluzioaren teoria agertu zenean lortu zuen sexualitateak zientzi estatusa. Orduan bakarrik egon zen sexualitatearen inguruko galderak sorrera-maila utzita funtzio-mailan egiterik. Funtzioa gainera, Darwin berak eta August Weismannek iradoki zuten. Weismannek 1885.ean² idatzi zuenez, "bakoitzaren desberdintasunak birsortu behar ziren, horien bitartez hautespen naturalak espezie berriak era ditzan".

Izan ere hautespena (beraz aldaketa) berdinak ez direnen artean bakarrik egin daiteke. Indibiduen desberdintasunek elikatzen dute eboluzioa. Indibiduoek berezitasun heredarriak dituztelako desberdin ugaltzen dira eta batzuk besteak baino ugariago. Weismannentzat sexualitateak, izaki bizidunengan duen forma-desberdintasun itzelarekin, banakakoaren desberdintasuna sortzeko balio bazuen zeukan zentzua.

Biologia modernoarentzat, edozein izaki bizidun kromosomatan kodetutako programa gauzatzen denean eratzen da. Sexurik gabeko organismotan, erdibituz ugaltzen direnetan adibidez, belaunaldi bakoitzean programa genetiko berbera errepikatzen da. Mutari arraro batzuk ezik, populazioko indibi-

duo guztiak berdinak dira. Horrelako populazioak, ingurunearen eraginez mutari horietan hautetsiz bakarrik egoki daitezke. Sexualitatea ugalketarako derrigorrezkoa denean ordea, programa bakoitza ez da programa bakar bat errepikatuz sortzen; beste bi programa desberdinen sintesia eginez baizik. Horren ondorioz, programa genetiko bakoitza (indibiduo bakoitza alegia) besteengandik desberdina da, bitelo bakarretiko bikien kasuan ezik. Bikote jakin baten ume bakoitza, loteria genetikoaren emaitza da. Ume-pilo handi bateko kasu bat besterik ez da eta beste ume guztietako edozein sor zezakeen bikote berberak egoera berean, baldin eta amaren obulua aitak utzitako milioika espermatozoideetako beste batek ernaldu balu. (Amaren obulua ere posible direnen arteko bat da era berean). Eta ume posible guzti horiek elkarrekiko desberdin izango ziratekeen, bizi diren umeak elkarrekiko diren bezalaxe. Gure geneak beste pertsona batenekin nahastea hain konplexua zergatik denaren arrazoia, honako hau da: gure umea geure beste umeak edo geu ez bezalakoa izatea. Ugaltzeko bi behar badira, beste bat egiteko da.

Sexualitatea beraz, desberdintasunak egiteko makina da. Galdera asko dago oraindik erantzunik gabe, eta horietako batzuk sexualitatea eboluzioan nola agertu zen, partenogenesiaren eta hermafroditismoaren forma batzuek ugalketa sexualaren ondoan duten abantaila erlatiboa, sexuen proportzioa, talde-

–hautespenaren garrantzia (baldin badu), etab. dira. Baina R.A. Fisher³ eta H.J. Müller-ek⁴ (eta berriki G.C. Williams⁵ eta J. Maynard Smithek⁶) azpimarratu dutenez, belaunaldi bakoitzeko material genetikoaren horniketak mutazio onurakorrak berehala gainjartzeko aukera ematen du, eta sexualitaterik gabeko organismoetan banandurik geratuko ziratekeen. Sexualitatedun populazioak, sexualitaterik gabekoak baino bizkorrago eboluziona dezake beraz. Luzera, sexudun populazioak sexugabekoak desagertuko liratekeen inguruan irauteko gauza dira. Gainera sexuzko ugalketa duten organismoek ondorengoetan fenotipo–sorta zabalagoa uzten dute. Inguruneko aldaketek eragindako baldintza berrietara egokituko diren izaki berriak sortzeko aukera hobekak dituzte. Sexualitateak beraz, inguruneko ziurgabetasunaren aurrean segurtasuna eskaintzen du. Ustegabetarako aseguru da.

* — * — *

Alderdi batzuei dagokienean, mitoek eta zientziek eginkizun berbera dute. Biek erakusten diote gizateriari munduaren eta bera gobernatzen duten indarren irudikapena. Biek zehazten dituzte posiblearen mugak. Zientziak, beren forma modernoan, Errenazimentuaren amaieran jaio ziren; mendebaldeko gizakia inguratzen zuen munduarekiko harremana erabat aldatzen ari

zen garaietan. Aldi hartan, bere zentzumenez jasotakoarekin bat zetorren unibertsoa berriz sortu nahian ari ziren jo eta ke. Errenazimentuaz gero mendebaldeko artea beste guztietatik bereiztu egin zen. Perspektiba, argia, sakontasuna eta adierazkortasuna bide, pinturaren funtzioak Europa belaunaldi gutxitan eraldatu egin zuen; sinbolizatu ordez pintura ordezkatzen hasi zen. Museoa bisitatuz, zientziak izan duen antzeko esfortzu–segida ikus daiteke. Lehenengoetatik barrokoetaraino, pintatzaileak atertutako gabe aritu ziren beren adierazpen–bitartekoak hobetzen eta gauzak zein izakiak ahalik eta fideltasun eta zehaztasun handienaz azaltzen. Ilusio optikoez baliatuz, mundu berria sortu zuten; hiru dimentsioko mundu irekia. Cimabue–ren Madonnaren (bere belo artean zurrun eta espazio sinbolikoan dagoelarik) eta Tiziano–ren ohean etzandako emakumearen artean, Erdi Aroko mundu itxiaren eta Giordano Bruno–ren ondoren agertzen zaigun unibertso infinituaren arteko adinako haustura dago. Pintura–arloan aldaketa hark, munduaren konkista politikoari lotutako iraultza isladatzen zuen. Konkista haren bitartez, mendebaldeko gizakia munduaren irudikapena aldatzera iritsi zen. XIII. mendetik aro klasiko europarra arte pintura–adierazpenak sinbolizazioa ordezkatzeaz gain, historiak kronika, ekintzak otoitza, dramak misterioa, nobelak kondaketa, polifoniak monodia eta teoria zientifikoak mitoa ordezkatu zuen. Baina zalantzarik gabe mito judu–kristauak eskaini zion zientzia modernoari bidea, zeren eta mendebaldeko zientzia

unibertso ordenatuaren monastegi–dotrinan oinarrituta bait dago; Jaungoikoa naturatik kanpo dagoelarik, gizakien adimenak uler ditzakeen legeez gobernatzen duela dioen dotrinan hain zuzen.

Agian giza izakeraren premia izango da munduaren adierazpen batu eta taiutua edukitzea, eta hori ezean herstura eta eski-zofrenia agertzen dira. Onartu beharra dago ordea, batasun– eta taiutasun–alderdiari dagokionez adierazpen mitikoak zientifikoa oso erraz gainditzen duela. Zientziak, izan ere, berez ez du unibertsoaren azalpen oso eta erabatekoa egiteko asmorik. Esparru txikitan dihardu. Mugatzen eta definitzen dituen fenomenoetan saiakuntzak zehatz–mehatz eginez jokutzen du. Behin–behineko erantzun partzialak aski ditu. Aitzitik, beste azalpen–sistemek (magiko, mitiko nahiz erlijiosoek), dena hartzen dute beren baitan; edozein arlotara aplikatzen dira; zeinnahi galderarentzat dute erantzuna; Unibertsoaren jatorriaren, orainaren eta geroaren berri emateko gai dira. Mitoek edo magiak eskainitako azalpenak txartzat eman daitezke, baina batasuna eta koherentzia dutela ez dago ukatzerik, zeren eta inolako zalantzarik gabe edozein galderari erantzun eta edonolako oztopoa gaindi bait dezakete *a priori* argumentu erraz eta bakar baten bitartez.

Lehen gainbegiradan, egiten dituen galderak eta aurkitzen dituen erantzunak kontutan harturik, zientziak ez dirudi mitoa bezain handiguratsua. Egia esan, zientzia modernoa galdera orokorren ordeztatuak erabiltzen hasi zirenean jaio zen; "unibertsoa nola sortu da?, materia zertaz dago egina?, biziaren esentzia zein da?" bezalako galderen ordeztatuak "nola erortzen da harria?, nola dabil ura tutu batean?, zein ibilbide du odolak gorputzaren barruan?" eta antzekoak egiten hasi zirenean alegia. Aldaketa honek ustegabeko emaitza sortu zuen. Galdera orokorren ordeztatuak aurkitzen ziren bitartean, galdera mugatuak gero eta erantzun orokorragoak iradokitzen zituzten. Gaur eguneko zientzian ere gauza bera gertatzen da. Analisiaren bidez heldutasunera iritsi direnean arazoak epaitzea, arlo zahar bat berriz aztertzeke garaia noiz den erabakitzea eta lehentxeago argitutzat edo ebatzezintzat jotako gaiak berriz jorratzea, zientzilariaren bertuterik handienetakoa da. Zientziaren esparruan askotan sorkuntza, arlo horretan dagoen epaitzeke segurtasunari zor zaio. Maiz gertatzen da eskarmenturik edo ezagumendurik gabeko zientzilari gaztea galdera mugatuekin konforme ez gelditzea. Galdera orokortzat kontsideratzen direnetan bakarrik aritzea nahi izaten dute.

Bere bilakaeratik, metodo zientifikoak munduaren irudikapena zatikatzea jotzea zuen irteera bakarra. Zientziaren adar

bakoitzak bere hizkuntza eta teknika propioak ditu. Arlo berezi bat aztertzen du, eta ez derrigorrez inguruko arloei loturik. Zientzi ezagumendua beraz, irla isolatuz osaturik agertzen zaigu. Askotan, zientziaren historian zehar, aurrerapen garrantzitsuak orokorpen berrien ondorio izan dira, ordurarte banandutako arlo ziruditenak elkarlotzeko bide eman dutelako. Termodinamika eta mekanika adibidez, mekanika estatistikoari esker batu ziren. Optika eta elektromagnetismoa ere bai, Maxwollen eremu magnetikoei buruzko teoria medio. Halaber kimika eta fisika atomikoa, mekanika kuantikoaren eskutik. Orokorpen guzti hauek egonagatik ordea, ezagumendu zientifikoan luzaro irauteko arriskua duten hutsune handiak daude.

Munduko kaosean ordena aurkitu eta beren funtzioa betetzeko ahaleginean, mitoek eta teoria zientifikoek printzipio berean oinarrituz lan egiten dute. Beti ere ikusten den mundua indar ikustezinez esplikatu nahi da; behatutakoa imajinatutakoaz lotzea hain zuzen. Tximistak Zeusen haserrearen adierazpentzat har daitezke, edo fenomeno elektrostatikotzat. Gaitz bat sorginkeriaren emaitza dela esan daiteke, baina baita mikrobio–infekzioaren eragina dela ere. Nolanahi ere, fenomenoak esplikatzeko ikusten den emaitza arrazoi ezkutu baten ondorioztat jotzea da, arrazoi hori beti mundua gobernatzen duten indar ikustezinei loturik dagoelarik.

Gizakiak munduaren azalpen mitiko zein zientifikoa egiten duenean, bere irudimenak partehartze nabarmena izaten du. Izan ere askotan uste ez bezala, prozedura zientifikoa ez da behatu, datu esperimentalak bildu eta hortik teoria bat ondo-rioztatzea bakarrik izaten. Gerta liteke objektu bat urteetan aztertzen egon eta zientzi alderditik interesgarri izango den ezer ez lortzea. Zientzi aldetik baliagarria izango den behaketaren bat eskuratzeko, ezer baino lehen behatu behar zaionari buruz zerbait jakin behar da. Posible denaz erabakia hartuta egon behar da. Zientzia, askotan, gauzen alderdi ilunen bat argitzen delako garatzen da eta ez nahitaez tresneria berria agertu delako; objektuak aztertzeko era berriagatik, ikusmolde berriagatik, baizik. Ikusmolde berri hori, nola edo hala "errealitatea" izan daitekeen ideiarene batez gidaturik dago. Beti du berekin ezezagunaren kontzeptzio moduren bat; logikak eta esperientziak sinesten uzten dutena baino harantzago dagoen arlo horren kontzeptzioren bat alegia. Peter Madawar-en hitzetan⁷, ikerketa zientifikoa mundu posiblea edo mundu posiblearen zati bat asmatuz hasten da beti.

Pentsamendu mitikoa ere horrelaxe hasten da, baina azken hau hortxe gelditzen zaigu. Mundurik onena ezezik posible bakartzat jotzen duena eraiki ondoren, inolako zailtasunik gabe txertatzen du errealitatea berak sortutako markoaren baitan. Ekintza oro, gertakizun bakoitza, mundua gobernatzen duten

indarrek igorritako seinaleztat hartzen da eta horrelaxe frogatzen du badirela eta garrantzitsuak direla. Pentsamendu zientifikoarentzat aldiz, irudimena jokoko elementu bat gehiago bai- zik ez da. Aldi bakoitzean kritikaren eta esperientziaren aurrera azaldu behar du, berak erakitako munduaren irudiari amets- -zattia mugatzearren. Zientziarentzat mundu posible ugari dago, baina interesgarri, existitzen dena eta aspalditik funtzionatzen duela frogatutakoa bakarrik zaio. Prozedura zientifikoak eten- gabe parekatzen ditu izan zatekeena eta dena. Hori da guk "errealitate" deitzen diogunetik gero eta hurbilago munduaren irudikapena egiteko bidea.

Mitoen eginkizun nagusienetako bat, gizakiei beren izaera- gatiko estutasuna eta absurdua jasaten laguntzea izan da. Giza- kiak bere eskarmentutik ondorioztatzen duen ikuspen nahas- garriari zentzu bat ematen ahalegintzen dira; oztopoak sufri- mendua eta miseria egonagatik bizitzarenganako konfidantza sorterazten hain zuzen. Mitoek munduaren ikusmoldeaz pro- posatzen dutena beraz, eguneroko bizimoduarekin eta giza emozioekin estu loturik dago. Kultura jakin batean gainera, belaunaldiz belaunaldi era berean eta hitz berberetzat errepikatzen den mitoa ez da munduaz ondorioak ateratzeko historia ba- karrik. Mitoak edukin morala du. Esanahi propioa du berekin. Bere balioak jariatzen ditu. Mitoan gizakiek beren legea (hitza- ren zentzurik gorenean) aurkitzen dute, bila ibili beharrik

gabe. Bila ibilita ere, ez masaren eta energiaren kontserbazio-
-legean eta ez eboluzioaren "jatorrizko zopan" ezin dute legerik
aurkitu. Berez prozedura zientifikoak, ikerketa eta ezagumen-
dutik edozein emozio kentzeko ahalegina esan nahi du. Zien-
tzilaria, ulertu nahi duen mundutik bere burua aldentzen saia-
tzen da. Atzean gelditu nahi du, ikertzen ari den mundukoa ez
den ikuslearen lekuan. Estratagema honen bidez, zientzilariak
"inguratzen duen mundu erreala" analizatzea espero du. Delako
"mundu objetibo" hori izpiritu eta armarik gabe gelditzen da;
alaitasun eta tristurarik gabe, desio eta esperantzarik gabe.
Labur esanda, mundu zientifiko edo "objetibo" hori gure egu-
neroko bizimoduko mundu etxetiarretik erabat banandurik gel-
ditzen da. Jarrera hau mendebaldeko zientziak Errenazimentuaz
gero ehotako ezagumendu-sare osoaren azpian dago. Mikrofi-
sika etortzearekin batera ordea, behatzaile eta behatuaren arteko
muga zerbait lausotu egin da. Mundu objetiboa ez da harez
gero uste bezain objetiboa.

* — * — *

Natur zientzien arloan etengabe burrukatzeko premia egon
da antropomorfismoa baztertzearen eta izaki desberdinei giza
berezitasunak ez ematearren. Zehazkiago esanda, giza iharduera
askoren ezaugarri den finalitate edo zertarakoak, denbora luzez

naturan helburu batera zuzendurik dirudien edozer argitzeko eredu unibertsal gisa balio izan du. Hori da hain zuzen izaki bizidunen kasua, zeintzuen egitura, berezitasun eta portaerak plan edo asmo bati erantzuten diotela diruditen. Izaki bizidunen munduak beraz, kausa xedezkoaren itu kuttuna eratu du. Egia esan, Jainkoaren existentziaren "froga" nagusia denbora askoan "intentzio-argumentua" izan da. Argumentu hau batez ere Paley-k garatu zuen bere *Teologia naturala* ⁸ izeneko liburuan, zeina *Espezieen jatorria* baino urte batzuk lehenago argitaratu bait zen. Aipatutako argumentua, honako hau da: zuk erlojuren bat aurkitzen baduzu, hura erlojugileren batek egin duela ez duzu zalantzatan jartzen. Ere berean organismo konplexu samarra (bere organo guztiek ageriko helburua dutelarik) kontsideratzen baduzu, nolatan ez duzu Egile baten borondatez sortua izan dela ondorioztatuko? Beraz zentzuga-bekoa litzateke, Paley-k dioenez, ugaztun baten begia adibidez (bere optika eta geometriaren doitasuna kontutan hartuz) zori hutsez sortua izatea.

Bizidunen munduko itxurazko "helburua" azaltzeko, gehiegitan nahasten diren bi adierazpen-maila guztiz desberdin daude. Lehen maila indibiduoari, organismoari, dagokio, zeren eta bere berezitasunak (egiturazko zein funtzionamendu edo portaerazkoak) egiazki helburu batera zuzendurik bait dirudite. Hori da adibidez ugalketa-fase desberdinen, enbrioi—

garapenaren, arnasketaren, liseriketaren, elikadura–bilaketaren, harrapariarendik ihes egitearen, migrazioaren eta abarren kasua. Izaki bizidun bakoitzean aurrez ezarritako asmo– edo plan–mota hori, bizigabeen munduan ez da ageri. Horregatik denbora luzez agente berezi batera, fisikaren legeetatik at zegoen bizi–indar batera, jo behar izan da. Mende honetan zehar desagertu da batetik izaki bizidunaren ihardueran interpretazio mekanizista eta bestetik bere ezaugarri eta portaeraren arteko kontrakotasuna. Biologia molekularrak informazio–teoriari organismoan dagoen informazio genetikoaren deskribatzeko programa hitza eta kontzeptua maileguz hartu zizkionean, paradoxa ebatzia geratu zen. Ikusmolde honen arabera, ernaldutako obuluko kromosomek DNAn inprimaturik dituzte geroko organismoaren garapen, iharduera eta portaerarako planak.

Bigarren adierazpen–maila ez dagokio banakakoaren organismoari; bizidunen munduaren multzoari baizik. Horrela Darwinek banakako kreazioaren edo espezie bakoitza egile batek banaka asmatu eta eratu izanaren ideia goitik behera bota zuen. Intenzio–argumentuaren kontra, Darwinek honako hau azaldu zuen: mekanismo sinple batzuk konbinatuz, aurrez ezarritako asmoa simula zatekeela. Hiru baldintza bete behar ziren horretarako: egiturek aldatu egin behar zuten, aldaketek heredagarri izan behar zuten eta bariante batzuen ugalketari

ingurugiroaren baldintzek lagundu behar zioten. Darwinen garaian, herentziaren oinarrian zeuden mekanismoak artean ez ziren ezagutzen. Harez gero genetika klasikoak eta geroago biologia molekularrak, birsorkuntzari eta aldakuntzari oinarri genetiko eta biokimikoak eskaini dizkiete. Emeki–emeki biologoak, oraindik erabat osoa ez bada ere bizidunen munduko eboluzioaren motore nagusi edo hautespen naturalaren arrazoizko irudia eratuz joan ziren.

Hautespen naturala, izaki bizidun bakoitzari ezarritako bi mugen ondorio da. Honako hauek dira bi mugak: 1) Birsorkuntzaren exigentzia, zeina mutazio, birkonbinazio eta sexualitatezko mekanismoak martxan jartzeko bide genetikoez asetzen bait da, mekanismo horien bitartez sortzaileen antzeko organismoak (eta ez berdinak) lortzen direlarik; 2) Inguruarekiko etengabeko elkarrekintzaren exigentzia, zeren eta izaki bizidunek termodinamikalariek sistema ireki deiturikoak eratzten bait dituzte: materia, energia edo informaziozko fluxu etengabeaz bakarrik iraun dezakete. Aipatutako lehen faktoreak, ausazko aldaketak sortzen ditu eta indibiduo desberdinez osatutako populazioak eratzen dira. Bi faktoreen konbinazioak, berekin du indibiduo desberdinak sortzea eta populazioak gero eta gehiago kanpoko baldintzen, portaeraren, ingurune ekologiko berrien eta abarren arabera eboluzionatzera behartzen ditu. Askotan besterik uste bada ere, hautespen naturala ez da muta-

zio kaltegarriak desegin eta mutazio onurakorrak bultzatzeko bakarrik. Epe luzera, mutazioak integratu egiten ditu; egokitza-penari dagokionez multzo koherentetan eratzen ditu, milioika urte eta milioika belaunalditan ingurugiroaren desafioari erantzuteko prestatuz. Hautespén naturala da aldaketari nora-bidea ezartzen diona, zoria orientatzen duena eta poliki-poliki, emeki-emeki, gero eta egitura konplexuagoak, organo berriak eta espezie berriak eratzen dituena. Ikusmolde darwindarrak ondorio saihestezina du beraz: oraingo bizidunen mundua, gure inguruan agertzen dena, posible askoren arteko bat da. Bere oraingo egitura, Lurraren historiaren emaitza da. Oso desberdina izan zatekeen. Agian ez existitzea ere gerta zatekeen!

* — * — *

Kreazioa eta hautespén naturala kontrajartzeak, Joshua Lederbeg-ek⁹ mekanismo hautakor eta mekanismo irakasgarri edo didaktiko deitutakoen arteko eztabaida erakusteko balio dezake. Darwinen eredia hautakorra den bitartean, teoria teista didaktikotzat har daiteke. Egileak, izan ere, materiari hartu behar duen forma irakasten dion eskultoreak bezalaxe jokatzeko du; edo programa egin eta ordenadoreari egin behar dituen eragiketak irakasten dizkion informatikariak bezalaxe. Mitologia guztiek erabiltzen dute irakaskuntza eta sorkuntzaren giza

eredua. Guztiek dute joera antropomorfikoa eta didaktikoa. Darwinen ebazpenean garrantzitsua honakoa izan zen: hautespen-mekanismoaren bitartez berez sistema didaktiko dirudiena adieraztea.

Hautespenaren eta irakaskuntzaren arteko eztabaida, biologia osora hedatu zen. Bere alderdirik ezagunena hartutako ezaugarrien herentziari buruzkoa da; izaki bizidunek beren ingurunetik ekintza batzuk errepikatuta heredagarri bihurtzen diren (beraz, belaunaldiz belaunaldi transmititzen diren) informazio batzuk jasotzen dituztela dioen ideiarri buruzkoa. Herentziaren ikuspegi lamarckar honen arabera, oroimen genetikoak nerbiozko oroimenak bezalaxe ikasiz funtzionatzen du. Jarrera didaktikoa, gizakien adimen-prozesuak prozesu biologikotan kalkatu beharraren emaitza da. Hortik datorkigu herentzia eta eboluzioaz teoria irakasgarri edo lamarckarrean sinesteko irriki bizia. Biblia bera ere lamarckarra zen, Jakob-en esperientzia bikain batek frogatzen duenez. Bere ardiak aitagarrebarenekin ez nahastearren, ardi listoi eta pintoz osatu zuen taldea. Horretarako zurzuri-adar batzuk hartu, azaleko zerrenda batzuk zuritu eta ibaira edatera etorritakoan parekatzen ziren lekuan ipini zituen. "Makilen aurrean parekatu ziren eta arkume listatu eta pintoak erditu zituzten". Mendetan zehar honelako saioak askotan egin dira, baina hain emaitza bikainez inoiz ere ez.

XIX. menderarte herentziaren izaera didaktikoa ez zen zalantzan jarri ere egin. Lehen saiakuntza antiriakasgarria 1880. urte inguruan August Weismannek¹⁰ egin zuen, soma eta hoziaren arteko independentzia frogatzearen. Hozi–zelulak gorputzaren gorabeheretatik aparte geratzen direla egiaztatu nahian, Weismannek ondoz ondoko arratoi–belaunaldiak hartu zituen, eta isatsa mozten zien jaio orduko. Hogei belaunaldi baino gehiagotan prozesua errepikatu ondoren, Weismann pozik geratu zen arratoiak beti isats normalaz jaiotzen zirela ikusita. Hala ere, saiakuntza hura ez dirudi aski konbentzigarri izan zenik, eta mende honen hasiera arte herentzia ez zen bereiztu hartutako karaktereetatik; orduan elkartezin agertu bait zen gene eta mutazioen ezaugarriekin. Harez gero edozein saiakuntza hipotesi didaktikoa ebaluatzekotan kontu handiz prestatu eta zorrotz burutu den bakoitzean, hipotesia faltsua dela frogatu da. Biologia modernoarentzat zuzenean DNAn inprimatzea onartzen duen inolako mekanismo molekularrik ez dago; hautespen naturalaren edo ingurunetiko aginduen bihurgunetatik igaro gabe ez bait dago inprimatzerik. Horrelako mekanismoren bat teorikoki ezinezkoa dela ez dago esaterik, baina errealitatean horrelakorik ez dago.

Hartutako karaktereak heredagarri izatea beraz, gaur egun biologiak mundu erreal deitzen dionetik desagertu egin da. Ideia hori desagerteraztea ordea, guztiz zaila izan da; ezikasien

pentsamendutik ezezik baita zenbait biologorenengandik ere. Denbora luzez (eta gaur egun ere bai) teoria hori salbatzeko saiakuntzak egin dira. Hartutako karaktereen herentzia, beren asmoak errealitateari inposatu nahi dizkietenen arlo kuttun bihurtu da. Lysenko-ren arazoa argigarria da gai honi dago-kionean, eta baita faltsifikazio-pilo bat ere, famatuena Arthur Koestler-ek bere *Apoaren besarkada* izeneko nobelan zehatz-mehatz deskribatu duelarik. Zientzian joko-araua iruzur ez egitea da; ez ideien eta ez ekintzen bitartez. Konpromezu logiko zein morala da. Iruzur egiten duenak, bere tiroan huts egiten du; bere porrota bermatu besterik ez. Bere buruaz beste egiten du. Horregatik maulak zientzian harrigarri bezain interesgarri dira. Harrigarri dira, zeren eta funtsezko gaietan engainuak denbora luzez argitu gabe iraungo duela pentsatzea umekeria bait da. Iruzurgileak beraz, erabat konbentziturik egon behar du bere iruzurraz, frogatu uste duen emaitzaren posibilitateaz eta errealitateaz. Maulak interesgarri ere badira, zeren eta emaitzak maltzurkeriaz aldatzetik zientzilariaren portaera normalaren desbidaziotxorainokoak (batzuetan gainera konturatu gabe eginak) izaten direlako. Zientziaren eta zientzilarien alderdi psikologiko eta ideologikoekin ere izaten dute zerikusirik. Garai jakin batean zientziaren garapenari oztopo egin dioten aurrez bururatutako zenbait ideia ulertzeko ere, lagungarri izan daitezke. Horregatik maulak ere zientzien historiako zati dira.

Proteina batzuen propietate espezifikoak argitzeko ere, hipotesi didaktikoetara jo izan da. Bakterio askok adibidez, azukre-mota ugari erabil ditzakete. Gehienetan ordea, beren kultibo-medioan azukre-mota jakin bat ez badago azukre hori metabolizatzeko behar den iharduera entzimatikorik ez dute garatzen. Azukreak bakterioari informazioa ematen ziola uste izan da denbora luzez; nolabait esan, proteinari irakatsi egiten ziola iharduera entzimatico konkretu bat garatzeko hartu behar zuen forma. Baina bakterioei analisi genetikoa egiteko modua egon zenean, hipotesi didaktikoa faltsua zela ikusi zen. Azukrea, proteinaren sintesiari hasiera emateko seinalea besterik ez da; geneek azken xehetasuneraino erregulatzen dituzten prozesuak martxan jartzeko seinalea alegia. Zerrenda genetikotik, proteina hori kodetuta daukan genea aukeratzen eta aktibatzen du. Proteinaren egitura eta iharduera ordea, azukrearekiko guztiz independente dira. Mekanismoa erabat hautakorra da.

Antigorputzen ikerketan historia bera gertatu zen. Proteina-molekula hauek ornodunek antigenoren bat sartzen zainean sortzen dituzte, hots, gorputzak berea ez eta arrotza dela kontsideratzen duen egitura molekularra sartzen zaienean. Antigenoa sartutakoan, dagokion antigorputza sintetizatuz organismoak espezifikoki erantzuten du. Hori dela eta ugaztun batek hamar milioitik ehun milioi antigorputz desberdinetaraino sor ditzake eta horietako bakoitza egitura molekular jakin bat

"ezagutzeko" gai da; baita lehenago inoiz ikusi ez badu ere. Guztiz ugari direlako eta kromosomatan antigorputza kodeztearren bakoitzarentzat gene espezifiko bat edukitzea ezinekoa delako, inmunitate-sistema denbora luzez hipotesi didaktikoentzat "agindutako lurraldea" izan da. Bertan finkatzeko, antigenoak antigorputz-molekulari hartu behar zuen konfigurazioa irakasten ziola uste zen. Gaur egun badakigu ziur sistemak ez duela horrela funtzionatzen; askoz ere mekanismo konplexuagoaz baizik. Antigenoa oso arraroa bada ere, immunizazio-erantzuna beti zelula linfoidetan dagoen informazio genetikoaren aktibazioari dagokio, eta zelulak antigenoaren egitura molekularretik jasoko lukeen irakaspen-motaren bati. Antigorputzen produkzioa ez da prozesu lamarckarra; darwin-darra baizik. Produkzio horretan mekanismo didaktikoak ez eta hautespen-mekanismoak parte hartzen du.

Oraindik arlo batean irakaspen/hautespen delako eztabaidak irauten du: nerbio-sisteman hain zuzen. Oraindik oso gutxi dakigu sinapsiak eratzeaz, hots, enbrioaren garapenean neuronon arteko konexioez. Halaber, deus gutxi dakigu geneek nerbio-sistemaren "kableaketan" duten zuzeneko edo zeharkako zereginaz nahiz ikasketa-prozesuaz. Inmunitate-sisteman bezala, ugaztunaren nerbio-sisteman eratutako sinapsi-kopurua ikaragarria da. Hozizelulan sinapsi bakoitzeko gene berezi bat egoteak ez dirudi posible denik. Guzti hori medio,

sinapsien eraketa mekanismo ez–genetiko eta oso malguz adierazten da. Garuna da definizioz didaktikaren egoitza. Arlo honetan hautespen–teoriak normalean ez dira ontzat hartzen, ihardespenik ez duen argumentua dagoelako. Argumentu horrek dioenez, "*Misanthropoa* adibidez ezin da aurrez kableatu ikasten duen umearen buruan". Hemen ordea arazoa ez dira hitzak edo ideiak; sinapsiak baizik. Duela hamarkada batzuk, enbrioiaren garapenean sinapsi gehiegi era zatekeela iradoki zen. Ikasketari legokioke beraz sinapsi batzuk hautatu eta zirkuitu funtzional batzuekin konbinatzea, erabili gabeko sinapsiak desagertuz joango lirakeelarik. Dirudienez oraindik denbora asko beharko da ikasketa–prozesuaren izaera didaktikoa ala hautespenekoa den erabakitzeko.

* — * — *

Hasieran eboluzioaren teoria datu morfologiko, enbriologiko eta paleontologikotan oinarritzen zen. Mende honetan teoria hori sendotu egin da genetikan, biokimikan eta biologia molekularrean lortutako emaitza–multzoari esker. Arlo desberdin hauetatik ateratako informazioa orain maiz darwinismo moderno deitzen zaionean biltzen da. Eboluzioaren arrastoak gaur egun gure zelula edo molekula bakoitzean aurkitzen dira. Neodarwinismoaren oso antzeko teoriarik gabe ia ezinezkoa da gaur egun mendearen hasieraz gero metatutako datu–kopuru ikaragarria esplikatzea. Teoria hau *erabat hartuta* egunen batean gezurtatzeko probabilitatea, orain ia zero da.

Hala eta guztiz ere behin–betirako bertsioa edukitzetik oso urruti gaude; eboluzioaren mekanismoei buruzkoa batez ere. Genetikak organismoak bi maila desberdinetan kontsideratzen ditu. Maila bat ikusten diren karaktere, forma, funtzio, portaera, hitz batez *fenotipo* deitzen zaionari dagokiona da. Beste maila egitura ezkutuei, geneen egoerari, *genotipo* deitzen zaionari dagokiona da. Guztiz desberdinak dira bi mundu horiek. Lehenengoarentzat arazoa organismo errealak deskribatzea da; bigarrenarentzat aldiz, bere ezaugarriak egitura genetiko posibleen bidez esplikatzea. Eta geneek karaktereak kontrolatzen badituzte ere, bi mundu hauen arteko lotura ez da orain arte benetan zehazterik egon, ñabardura sinpleren batean ezik. Mekanismo batzuetan bakarrik (odol–taldetan edo entzima–

–eskasiatan adibidez) aurkitu da gene jakin baten eta bere adierazpenaren (genotipo eta fenotipoaren) arteko koerlazioa. Kasurik gehienetan egoera askoz ere konplexuagoa da. Askotan gene bakar batek karaktere askoren adierazpenean parte hartzen du eta karaktere bakar bat identifikatzen ez dakizkizun gene askoren bitartez kontrolatuta egon daiteke. Gainera eboluzioaren oinarrian dauden mekanismo guztiak ez ditugu ezagutzen, kromosomen egiturari buruzko ikerketa batzuek adibidez adierazten dutenez. Ia biologo guztiek onartzen dute gaur egun darwinismo modernoa, baina eboluzioa, organismo–, molekula– edo abstrakzio estatistikoen mailan ere azter daiteke. Eboluzioa (bere erritmo eta bere mekanismoarekin) kontsideratzeko beste modu asko ere badaude.

Intentzio–argumentuari Darwinek kontrajarri ziona, mol-daera izan zen. Kontzeptu hau, eboluzioan oinarritutako mundu biziaren edozein irudikapenen bihotzean dago. Biziaren sorrerari buruzko teoriari hertsiki loturik aurkitzen da. Eboluzio kimikoaren ondorio zen "jatorrizko zopa"n sortu zen dirudie-nez lehen aldiz bizia. Konplexu molekularren bat gauza izan bide zen disoluzio organiko hartako osagai batzuk erabiliz ugaltzeko. Baina ugalketaz sortutakoa ez zen oso berdina izango. Aldaketak gertatzeko aukera handiak zeuden. Harez gero hautespen naturala lanean has zatekeen. Organismo primitibo haiek beren ugalketa–eraginkortasuna gero eta gehiago

hobetu zuten eta dibertsifikatzen hasi ziren. Begetal deitutakoen adarrekoek, zuzenean eguzkitiko argiaz elikatzea lortu zuten. Beste adarra, animalia deitzen diegunena, begetalen propietate biokimikoez baliatu zen, haien bidez edo begetalak jaten zituzten beste animalia batzuen bidez elikatuz. Bi adarrek, ingurune desberdinetara moldatzearen etengabe berritzen ziren bizimoduak aurkitu zituzten. Azpi-adarrak agertu ziren eta gero azpi-azpi-adarrak, bakoitza ingurune jakin batean bizitzeko gauza zelarik: itsasoan, lehorrean, airean, polo inguruetan, iturri berotan, beste organismo batzuen barruan, etab. Milaka milioika urtetan zeharreko etengabeko adarkatze honetatik sortu dira gaur egun munduan dauden izaki bizidunen dibertsitate eta moldaera harrigarriak.

Malthus-enganetik Darwinek ondorioztatu zuen mekanismoak, beren fisiologia edo portaeragatik ugalketarako baliabi-deak ongien erabiltzen dituzten indibiduoek ematen die abantaila. Sistema genetikoa eta ingurunea lotzen ditu, honek hura azken finean lamarckismoaren antzeko prozesuaz aldatzen duelarik. Moldaera *indibiduo* arteko lehiaren emaitza da; bai espezie baten baitako eta bai espezie desberdinen baitako lehiaren emaitza. Mekanismo automatikoa da; zoria ingurune jakin bateko bizitzarekin bat datozen bideetara gidatzeko aukera genetikoak erabiltzen dituena. Biologo askoren ustetan, organismo, zelula eta molekula bakoitza azken ñabarduraraino

milioika urtetan eta milioika belaunalditan zehar etengabe izandako moldaera–prozesuaz eratu da.

Hautespen naturalaren eta bere botere absolutuaren sinemenak menperatu du azken berrogeitamar urteko pentsamendu eboluzionista. Azken aldian biztanleri genetika aztertzen duten batzuek kritikak aditzera eman dituzte. Organismo bakoitza azken xehetasuneraino hautespen naturalak hobetuz moldatu duela diotenekin ez datoz bat. Duela hamabost urte George C. Williams–ek¹¹ azpimarratu zuenez, moldaera premiazkoa denean baizik erabili behar ez den kontzeptu korapilotsua da. Kontzeptu hau nolana ere erabiliz gero, izaki bizidunen munduari garai batean Jainkoaren kreazio–efektuek zuten perfekzioa atxekitzeko arriskua dago. Organismoak karaktere diskretutan (alegia bakoitzak funtzio bat optimoki betetzen duen estrukturatan) zatitzearen prozedurak, S. Gould eta R. Lewontin–ek¹² "Pangloss erako unibertso" deitu dutena eraikitzea du azken finean berekin. Lurrikara beldurgarri batek Lisboan berrogeitamar mila pertsona hil zituela jakin zuenean, Pangloss doktoreak honela zioen bere ikasle Candide–ri: "Gerta zatekeen gauzarik onena gertatu da. Izan ere Lisboan bolkana baldin badago, beste inon egoterik ez dauka, zeren eta, dena ongi dagoelako, gauzak dauden lekuan ez egotea ezinezkoa bait da".¹³

Berez, moldaera ez da eboluzioaren nahitaezko osagaia. Populazio batek eboluziona dezan, nahikoa da populazio horretako ondare genetiko amankomuna aldatzea; dela bapatean, dela emeki–emeki belaunaldietan zehar. Gene desberdinen biziraupen erlatiboan aldaketa estatistikoa edukitzeak, ez du esan nahi derrigor moldaera dagoenik. Ugalketaren edozein etapatan zoriaren efektuak isladatzea izan daiteke besterik gabe. Zoriak edo azareak berak bakarrik, ez du argitzen, noski, lehorreko animaliek hankak, hegaztiek hegak eta arrainek hegatsak zergatik dituzten. Baina hautespen naturalaren ondoan eboluzioan parte hartzen duten beste mekanismo batzuk ere ezagutzen dira gaur egun: deriba genetikoa, geneak azarean finkatzea, kromosoma berean dauden geneen arteko loturak berekin duen zeharkako hautespena, organoen hazkuntza desberdina, etab. adibidez. Faktore hauetako askok hautespen naturalaren efektuak lausotzen laguntzen dute. Ezertarako balio ez duten egiturak ere era ditzakete. Arazoa, hau da: prozesu hauek eboluzioan duten pisu erlatiboa zehaztea.

Baldintza–pilo batek mugatzen ditu egitura eta funtzioen aldaketarako aukerak. Bereziki garrantzitsuak dira erlazioanatu-tako espezieen gorputzaren plan orokorrak, biziduna eratzen duten materialen ezaugarri mekanikoez eta batez ere enbrioia-
ren garapena gobernatzen duten arauak ezarritako mugak. Izan ere enbrioia-
ren garapenean lanean hasten dira organismoaren

programa genetikoan dauden instrukzioak eta genotipoa fenotipo bihurtzen da. Funtsean garapenaren eskakizunek genotipo posibleen multzoan aukera egiten dute, fenotipo errealak emanez. Gogoratzen naiz ume nintzela batzuetan gizakiok bi aho zergatik ez genituen galdetzen nuela: bata, gustuduna, gauza atseginak jateko eta bestea, gusturik gabea, gustatzen ez zitzaizkigun gauzak jateko. Edo gizakiok elikatzeke hainbat neke eta denbora behar izan gabe ea buruan ilearen orde zergatik ez genuen klorofilazko txapela. Berez erantzuna aski sinplea da. Ezaugarri horien jabe izanda bizimodua agian atseginagoa eta errazagoa izango litzateke. Gure gorputzaren antolakuntz plana ordea, gure arbaso ornodunen berdina da, eta gure arbaso ornodunek aho bakarra zuten, eta klorofilarik ez. Organismoei dagokienez, guztia ez da posible.

* — * — *

Jadanik garbi egon behar luke gaur egun unibertsoaren xehetasun guztiak formula edo teoria bakar batez esplikatzetik ez dela egongo. Hala ere, giza adimenak batasun eta koherentziaren horrenbestearainoko beharra duenez gero, garrantzitsu den edozein teoriak neurritz gain erabiltzeko eta mito bihurtzeko arriskua du. Arlo zabala hartzearen, teoria batek aldi berean nahikoa indarra eduki behar du gertaera desberdinak esplika-

tzeko eta nahikoa malgu izan behar du egoera desberdinetan aplikatu ahal izateko. Baina malgututasun handiegiaren eraginez indarra ahuleria bilaka daiteke, zeren eta gauza gehiegi esplikatzen duen teoriak azkenean ez bait du ezer esplikatzen. Bereizkuntzarik egin gabe erabiltzen denean, baliagarritasuna erabat galtzen du eta hitzaldi huts bihurtzen da. Fanatikoek eta zehazki bulgarizatazaileek, ez dute teoria heuristikoaren eta uste antzuaren artean dagoen muga mehea detektatzen beti jakiten. Uste antzu hori gainera, mundu erreala deskribatzeko ordez mundu posible guztietan aplika daiteke.

Horrelako gehiegikeriek deformatu dituzte batez ere Marx eta Freud-ek eraikitako monumentu intelektualak. Azken honek bere burua, eta baita mendebaldeko munduaren zati handi bat ere, inkontzienteko indarrek giza arazoetan zuten eraginaz konbentzitu zuen. Ondoren Freud bera, eta bere ikasleak batez ere, irrazionala razionaltzen saiatu ziren; kausa eta efektuzko sare hertsira sartzen. Konplexu, ametsen interpretazio, transferentzia, sublimazio eta abarrezko baliabide-multzo harrigarriari esker, giza portaeraren edozein alderdi ikuskor esplikatu ahal izan zen bizitza psikikoan zegoen zauri ezkutuaren batean oinarrituz. Marxi dagokionez, gizartearen eboluzioan berak "materialismo historiko" deitutakoak zeukan garrantzia frogatu zuen. Hemen ere, Marxen jarraitzaileek ñabardurarik

txikienetaraino historiaren zarata eta haserrea argumentu orkor berberaz esplikatzen beharra sentitu zuten.

Giza historiako xehetasun bakoitza, kausa ekonomiko baten zuzeneko efektu bihurtzen da horrela.

Darwinena bezain teoria indartsua ere, ezin zatekeen neurritz gain erabili gabe gelditu. Moldaeraren ideiak, edozein organismoan aurkitutako edozein egitura–xehetasun esplikatzen zuen batetik, eta bestetik, bizidunen munduaren eboluzioa argitzeko mekanismo gisa hautespen naturalaren ideiak izandako arrakasta ikusita, tentagarria zen argumentua orokortzea, birmoldatzea, munduan gertatutako edozein aldaketa esplikatzeke eredu unibertsal egitea. Horregatik edozein eboluzio–mota (kosmikoa, kimikoa, kulturala, ideologikoa, soziala, etab.) deskribatzeko antzeko hautespen–sistemak erabili izan dira. Baina saio horiek hasiera–hasieratik zuten porrota berekin. Hautespen naturala izaki bizidun bakoitzari ezarritako muga espezifikoen emaitza dugu. Konplexutasun–maila partikularra doituak mekanismoa da beraz. Maila bakoitzean jokorako arauak desberdinak dira. Maila bakoitzean printzipio berriak aurkitu behar dira.

Teoria zientifiko guztien artean, eboluzioaren teoriak egoera berezia du. Ez alderdi batzuetan esperimentalki aztertzea zaila izanik interpretazio desberdinak egin daitezkeelako bakarrik;

bizidunen munduaren jatorriaz, bere historiaz eta bere oraingo egoeraz berri ematen duelako baizik. Zentzu horretan eboluzioaren teoria askotan mitoa bezala erabiltzen da; jatorria azaltzen duen (eta beraz izaki bizidunek nahiz gizakiak munduan daukan lekua adierazten duen) historia gisa alegia. Lehenago ikusi dugunez, mitoen eskakizun honek (mito kosmologikoenak ere bai) edozein kultura edo edozein gizarteren ezaugarri amankomuna dirudi. Agian mitoek gizatalde bat elkartzen lagunduko dute, jatorri berbera eta arbaso amankomunak izatearen sinesmenaz bertako kideak lotuz. Behar bada sineste horri esker talde bat "besteengandik" bereiztu eta bere nortasun propioa definituko du. Nahiz eta giza eboluzioa askotan populazio "zibilizatuak" eta "primitiboak" kontrajarriz esplikatatu, gizateriaren batasunak (espezie den aldetik) eboluzioaren teoriari zeregin hori betetzen oztopo egiten dio (egunen batean gizakiek martiztarrengandik berezitu nahiko luketen kasuan ezik). Gainera mitoak, giza bizitzari zentzua eta balio moralak ematen dizkion esplikazio unbiertsalaren modukoa izaten du bere baitan. Horretarako saio ugari eginagatik, ez dirudi eboluzioaren teoriak zeregin hori beteko duenik.

Jainkoak sortutako unibertsoan, mundua eta bertako biztanleak izan behar zuten bezalakoak ziren. Natura, nolabait esan, moralaz moldatua zegoen. Eboluzioaren teoria agertu ondoren, tentagarria gertatu zen egoera alderantziz ipini eta

natura ezagutzetik morala ondorioztatzea. Darwinismoa, sortze beretik ideologiarekin nahastua egon da. Hasiera–hasieratik, hautespen naturalezko eboluzioa doktrina desberdinak (eta inoiz kontrajarriak ere bai) baieztatzeko erabili da. Prozesu naturalek balio moralik ez dutenez gero, zuriz ala beltzez pintatzerik egon da eta edozein tesirekin bat zetozeala aldarrikatzerik ere bai. Marx eta Engels–enzat, espeizeen eboluzioa gizartearen historiaren norabide berean zihoan. Ideologia kapitalista eta kolonialistentzat, darwinismoa aitzakia zientifikoa zen gizarte–desberdintasunak eta arrazismo–mota desberdinak justifikatzeko. XIX. mendearen erdi aldeaz gero, behin eta berriz burutu dira gogoeta etologiko–eboluzionistatan oinarrituriko morala sortzeko saioak, soziobiologiakoak azken adibideak izan direlarik. Berez, kode morala onartzeko gaitasuna giza portaeraren alderdi bat dela esan daiteke. Hori dela eta, hautespenaren indarrez moldatua izan bide da; Noam Chomsky–k "sakoneko egitura"¹⁴ deitzen duen hitz egiteko gaitasuna bezala adibidez. Zentzu horretan biologoei dagokie gizakiek eboluzioan zehar sineste moralak edukitzeko *gaitasuna* nola lortu duten argitzea. Baina hori ezin zaie inola ere sinesteen *edukiari* aplikatu. Gauza bat ez da "ona", "naturala" izate hutsagatik. Bi sexuen artean temperamentu– eta ezgutza–mailako desberdintasunak baleude ere (eta hori frogatu beharra dago), ez litzateke "bidezkoa" eta "ona" emakumeari gizartean esku-bide batzuk eta eginkizun batzuk ukatzea. Kode moralen

esplikazioa eboluzioan bilatzeko, ez dago poesiarena edo matematikarena bilatzeko baino arrazoi gehiago. Eta inork ez du inoiz fisikaren teoria biologikoa iradoki.

Etika natur zientzian oinarritu nahi izatea, berez Kant-ek bi kategoria desberdintzat kontsideratzen zituenak nahastea da. "Biologizazio" hori, nolabait esan, zientismoaren eragina da; zientzia honen metodo eta kontzeptuek egunen batean giza iharduere berri azken xehetasuneraino emango dutela sines- tearen eragina. Sineste hori ageri da soziobiologista askok erabiltzen duten terminologia nahasgarri samarraren atzean, edo beraiek batere justifikatu gabe dituzten suposizioen ostean, edo animaliengandik gizakiengana egiten dituzten estrapolazioen gibelean. Zientzia eta etikaren arteko nahaste berau ageri da zientzilarien kontrako jarreran ere, zeren eta soziobiologiaren ongi oinarritutako alderdi batzuk errefusatu egiten bait dituzte, egunen batean argumentu horiek beraiek gaitsesten duten gizarte-politikaren bati laguntzeko erabil daitezkeenaren aitzakiaz. Ez dute uste nonbait eboluzioaren teoria etengabe egiaztatu eta doitu behar den hipotesia denik. Aitzitik, gure gizarteari buruzko aurreritzi-, beldur- eta itxaropen- -multzoaren ikur dela usteko dute.

Eztabaida guzti hauek galdera garrantzitsuak sortera- zten dituzte: biologoek posible al dute aurreritzi ideologikorik gabe

eboluzioaren teoria eratzea?; jatorriaren historiari posible al zaio aldi berean teoria zientifiko eta mito bezala funtzionatzea?; gizarteak balio–multzoa zuzenean (Jainkoa edo Historia bezalako kanpo–indarretara jo gabe, zeintzuk bere existentziari inposatzeko gizakiak berak sortu bait ditu) defini al dezake?

2

EBOLUZIOAREN BRIKOLAJEA

*"Odola da, oraindik ere, zainetan eduki
dezakegun gauzarik onena"*

Woody Allen
Getting Even

1543. urtean, Kopernik-en liburua argitaratu zenean, eguzkiak Lurraren inguruan ibiltzeari utzi egin zion. Urte hartantxe, guztiz jenero berriko beste lan bat ere plazaratu zen: Vesalius-en *de Humani Corporis Fabrica*. Giza gorputzaren deskribapena zenez, gaiagatik ez zen berria; egituragatik baizik. Behingoz gorputza ez zen balaunaldiz belaunaldi errepi-katutako hitzaldi luzeaz esplikatzen. Lamina batzuetan erakusten da gorputza, pintatzailearen trebetasunak eta medikuaren jakinduriak elkar hartzen dutelarik. Horrela zehatz-mehatz argitzen da eskalpeloak poliki-poliki ikusterazten duena. Liburuan agertzen dena ez da Dübner, Michel-Angelo eta, batez ere, Leonardo da Vinci-k egin zutenaren antzera anatomi alderdi baten azterketa. Giza gorputz osoaren arkitektura da, eguneroko bizimoduko jarrerekin erlazionaturik. Ordurarte inork ez zuen lortu lamina haietako dotoretasuna eta zehaztasuna; zutik (albotik begiratuta) dagoen eskeletoarena adibidez, aurrera zertxobait makurturik eta marrazkiaren eskuinean mahai handia dirudienean lasai apoiatuta dagoelarik. Tente dago hondoko miniaturazko paisaiaren aurrean, zeina Errenazimentuan perspektiba nabarmentzeko zerabiltzaten zuhaiska barreiatuzko muino, hondakin eta jauregien nahastea bait da. Hezur bakoitzari bere araztasuna eta erliebea ematen diona, goitik eskuinetik datorren argi motel samarra da, itzala garezur eta ornoen atzean nabarmentzen delarik. Eskeletoaren postura lasai antzekoa da eta badirudi artistak nagikeria eta barnebil-

tzearen inpresioa eman nahi izan duela. Nagikeria adierazten du, axolagabearen jarrera duelako: eskeletoaren pisu guztiari zuzen dagoen eskuineko hankak eusten dio eta ezkerren belauna tibiai justu gurutzatzeko adina tolestua dago, oin ezkerren puntak bakarrik lurra ukitzen duelarik. Barnebiltzearen inpresioa ere ematen du, zeren eta ezkerreko besoa, ukondoa mahai gainean ipinita, burura bihurtzen bait da angelu zorrotza osatuz eta burua eskuan apoiatuta pentsalariaren jarrera hartuz. Baina gauzarik nabarmenena eta grabatuari indarra ematen diona, aurpegia mahai gainean eskuineko eskuan duen garezurrari begira edukitzea da. Bere betzuloetatik eskeletoa beste aurpegi hau ikertzen ari dela dirudi; gizakiak bere burua aztertu nahiko balu bezala.

Ordurarte Errenazimentuko arteak ez zituen eskeletoak ugari argitaratu. Dena dela, Vesaliusen irudiek Holbein eta Dührer-en rictus bera eta irribarre haragigabea erakusten badute ere, ez dira eginkizun bera betetzeko eginak. Baxuerliebe eta koadrotan, dantza makabroetako eskeletoek existentziaren hauskortasuna adierazten dute. Guztioi heriotzarekiko dugun berdintasuna gogorarazten digute. Bizitza hau beste bizitzatik bereizten duen judizioa iragartzen ari dira. Vesaliusen grabatuetan, gaia erabat desberdina da. Aurretik, atzetik edo albotik begiratuta marraztutako eskeleto-sail horrek adierazten duena, giza gorputzaren edifikazioari eusten dion

armazoiak da. Muskuluak txertatzen dira egitura horretan eta lana burutzeko higidura koordinatzen duten indarrek berari eragiten diote. Begirada falta izanagatik, Vesaliusen eskeletoek heriotzarekiko beldurra ez eta bizitzaren iharduera adierazten dute.

Vesaliusen beste irudi-sail batek historia desberdina azaltzen digu. Kasu honetan ere giza gorputz osoa aurkezten da aurretik edo atzetik begiratuta, hondoan paisaia dagoelarik. Orain ere oinaze-aurpegiko irudi horiek jarrera ezagunetan agertzen dira, indarra eta duintasuna dariatela. Lehenik eta behin, larruazalik gabeko gizon eta emakumeen gorputzek gainazaleko odol-basoen sarea erakusten dute. Gero, ondorengo laminetan, muskulu-geruzak banan-banan desagertzen dira. Goiko elkargunean ebakita, muskulu bakoitza tolestu egiten da ezkutaturik zuena agerian jarritz. Gorputzak horrela emeki-emeki bere opakotasuna galtzen du. Ebaketa bakoitzean forma berriren bat azaltzen da; zulo bakoitzaren ondoren simetria lineala edo gainazal-simetria. Irudi batzuetan, ezkutua argitaratu egiten da eta poliki-poliki gorputz osoa aurkezten zaigu ikusteko moduan. Gorputza muskuluak kenduz mehetu ahala ordea, prestutasuna eta duintasuna galduz doa. Astiro-astiro gainbeheraka ikusten dugu; orritik orrira hondoratzen alegia. Poliki-poliki, horman apoiatutako maniki moduko bat bihurtu zaigu. Azkenean, urkaren sokatik zintzilikatutako armazoi hutsa

besterik ez da. Vesaliusen irudiek kontatzen diguten historia gaur egun ezaguna zaigu. Orduan berria zen ordea, eta mendebaldeko gizakiak bere burua zientziaren objektu bere hilotzaren bitartez bihurtu duela gogorarazten digu. Bere gorputza ezagutzeko, alde zaurretik deuseztu egin behar du.

XVI. mendeko ikuspegiaren arabera, giza gorputza bakarra zen; beste ezeren antzik ez zuena. Gorpuak irekitzea, bazter guztiak miatzea zein planoz irudikatzea, beste ezer baino lehen gizakiaren berezitasuna azpimarratzea eta animaliangandik zertan bereizten den zehaztea zen. Jainkoari eskerrak ematea ere bazen, zeren eta Fernel-ek¹⁵ zioenez, giza gorputza "ilargipeko forma guztien artean gorenena eta perfektuena" bait da. Ambroise Paré-arentzat¹⁶, anatomiak zuzenean gidatzen zuen "Egilea ezagutzera, efektuak kausa ezagutzera bezalaxe". Anatiomiaren objektuak, eskalpeloak poliki-poliki argitara ekartzen zituenak, aztergai bihurtzen hasi ziren. Interesa beren formaren baitan zuten, giza gorputzari bere koherentzia eta bizia ematen ziotelako. Anatiomiara beraz, pintatzaileak, eskultoreak zein medikuak bildu ziren. Gaixotasunak izan ere, orduan ez zuen gorputzarekin gaur egun ezagutzen dugun bezain erlazio zuzena. Ez zuen oinarri organiko bera; ez zen kausa berdinen ondorio. Gorputzeko desordenua zen; gorputzari bizia ematen zioten indarren arteko desoreka; elementu edo humoreen arteko nahiz arima eta gorputzaren artean

ezarritako erlazioen desoreka. Agian gizakian bildu eta bideratzen ziren unibertso osoko eragin ezkutuen arteko oreka falta zen. Sabeleko mina ez zen abdomeneko lesioaren adierazpena; humore-sobera, astro baten eragina zein espazio, mendeku edo Jainkoaren zigorra baizik.

Errenazimentuaren amaieran anatomia artean zientzia itxia zen eta beste zientziekin harremanik ez zuen. Gero (XVII. eta XVIII. mendeetan) oinarrituko zen izaki bizidunen nahiz beren osagaien ezagutza elkarren arteko harremanetan; Harvey-ren fisiologiarekin egitura eta funtzioen arteko harremanetan; Morgagni-ren anatomia patologikoarekin egitura eta gaixotasunen arteko harremanetan; anatomia konparatuarekin organismo desberdinei dagozkien egituren arteko harremanetan. Forma eta egituren konparazio horiei esker eta beren banaketa espazialak aldaketa denborala adierazten duela dioen ideiarekin esker, eboluzioaren teoria posible izango zen.

* — * — *

Anatomiaren sorrera hain interesgarria, ez da jaio zeneko garaiaiatik (zeina liluragarria izan bait zen); biologia modernoa antzeko egoeran dagoelako baino. Duela hogeitamaren bat urtez geroztik, izaki bizidunen propietateak beraiek osatzen

dituzten molekulen ezaugarri eta elkarrekintzei zor zaizkiela kontsideratzen da. Harez gero, biologoak molekulen ondoren dabilta. Organismoren batetik abiatuz molekula berriak ia egunero isolatzen ari direla esatea ez da gehiegikeria. Fenomeno berri bat aztertzeko gai den ikerle gaztea, jokoan dauden proteinak aurkitzen, purifikatzen eta aminoazidoen sekuentzia zehazten ahaleginduko da. Benetan oso iaioa bada, egitura–geneak aurkituko ditu eta beren nukleotido–sekuentzia zehaztuko du. Baina berebiziko trebetasuna izanda ere, ikerle gazteak (eta halaber zaharrak) mendeak ez badira ere hamarkadak beharko ditu molekula hori organismo horretara bere funtzioa dirudien hori betetzera nola heldu den ulertzeko aukera izan baino lehen.

Guzti hori anatomia molekularrari dagokiola dirudi. Eskal-peloak argitara ekarritako egiturak justifikatzeko, XVI. mendeko anatomistek Jaunaren borondatera jo behar izaten zuten. Kromatografi zutabetan agertutako egiturak justifikatzeko, XX. mendeko biologo molekularrek hautespen naturalera jotzen dute, hau da, ugalketan dagoen azare eta lehiaren nahaste batera. Horren ondorioz, Historia kausa nagusiaren mailara igotzen da.

Gure unibertsoan, ondoz ondoko integrazioen bidez materia egitura–hierarkia baten arabera antolatzen da. Bizigabe nahiz

bizidun izan, lurrean dauden objetuek beti organizazioak, sistemak, osatzen dituzte. Maila bakoitzean sistema horiek azpiko mailako osagai batzuk erabiltzen dituzte, baina batzuk bakarrik. Molekulak adibidez, atomoz osaturik daude. Naturan dauden edo laborategian sortzen diren molekulak ordea, atomoen arteko elkarrekintza posible guztien arteko zati txiki bat besterik ez dira. Aldi berean, molekulek atomotan ez dauden propietate batzuk eduki ditzakete; isomeria eta errazemizazioa adibidez. Goragoko mailan, zelulak molekulaz osaturik daude, baina hemen ere izaki bizidunengan dagoen molekula–multzoa oso murrizta da kimikan dauden objektu guztiekin konparatuz gero. Gainera zelulak, zatitzeko gauza dira, eta molekulak ez. Hurrengo mailan bizi diren animali espezieen kopurua milioi batzuetakoa da; oso txikia, existi zatekeen kopuruaren aldean. Ornodun guztiak zelula–mota gutxi batzuez (nerbio–zelula, guruin–zelula, muskulu–zelula, eta abarrez) osaturik daude. Guztira berrehunen bat izan daitezke. Ornodunen dibertsitate handia sortzen duena, guztira duten zelula–kopurua eta beren banaketa nahiz zelula–mota gutxi horien proportzio erlatiboa da.

Objetuen konplexutasunean, hierarkiak bi ezaugarri ditu: batetik, maila jakin batean dauden objektuak maila sinpleagoen konbinazioak eskaintzen dituen posibilitate guztien arteko lagin txiki bat besterik ez izatea, eta bestetik, maila bakoitzean

propietate berriak agertu ahal izatea, sistemei muga edo baldintza berriak ezarriz. Batera zein bestera, beti mugen metaketa besterik ez da, maila jakin batean daudenak maila konplexuagoan ere indarrean mantentzen direlako. Hala ere, gehienetan maila jakin batean garrantzi handia duten proportzioek maila konplexuagoetan batere ez dute izaten. Gas perfektuen legea fisikan bezain egiazkoa da biologian, baina biologoek egiten dituzten galderari erantzuteko ez du inolako interesik.

Bizidunak izan ala ez, objektu konplexuak bi faktorek parte hartzen duteneko eboluzio-prozesuen emaitza dira. Faktore bat, maila bakoitzean jokorako arauak zehaztu eta posiblearen muga ezartzen duten murrizketak dira. Bestea berriz, gertakizunen egiazko ibilbidea gobernatzen duten eta sistemen arteko elkarrekintzak kontrolatzen dituzten egoerak. Murrizketa eta historiaren arteko konbinazioa maila guztietan dago, baina proportzio desberdinetan. Objekturik sinpleenak historiaren menpe baino gehiago murrizketa edo mugen menpe daude. Konplexuago bihurtu ahala, historiaren eragina handiagoa da. Hala ere, beti egin behar zaio erreferentzia historiari; baita fisikan ere, zeren eta unibertso berak eta osatzen duten elementuek historia bait dute. Indarrean dauden teoriaren arabera, nukleo astunak nukleo arinez osaturik daude; hidrogeno-nukleoz eta neutroiz azken finean. Deuterioa helio bihurtzea, fusio-prozesuen bitartez burutzen da eta prozesu hori da eguzkian

eta hidrogeno–bonban energi iturri nagusi. Helioa eta elementu astun guztiak beraz, eboluzio kosmikoaren ondorio dira. Oraingo ideiei bagazokkie, elementu astunak supernoben leherketaren ondorio dira eta oso gutxi daudela dirudi. Lurra eta eguzki–sistemako gainerako planetak beraz, material arra-roetan eta kosmoan oso gutxitan egoten diren baldintzatan oinarriturik eratu dira.

Historiak biologian askoz ere garrantzi handiagoa du, noski. Baina baldintzak bakarrik (eta ez historia) formaliza daitezkeenez gero, biologiak fisikarekin konparatuz zientzi estatus desberdina du. Adierazpenak biologian izakera bikoitza du. Edozein sistema biologiko aztertzerakoan, ezein konplexutasun–maila izanik ere, bi galdera egin daitezke: nola funtzionatzen du? eta zein da bere jatorria?. Oraingo elkarre-kintzak aztertuz, mende batez biologia esperimentalata batez ere lehen galderari erantzuten saiatu da. Biologia honek mekanismoak aztertzea du bere ardura nagusia eta maila fisiologiko, biokimiko edo molekularretan erantzun batzuk emanak ditu. Baina agian bigarren galdera (eboluzioarena) da sakonena, lehenengo galdera bere baitan hartzen duelako. Hala ere erantzunek askotan suposizio gutxi edo aski arrazonagarritan dute iturburua. Eboluzioaren teoria modernoak bere joko–arau historikoak izaki bizidunengan eragiten duten bi baldintzapenetan oinarritu ditu: ugalketan eta termodinamikan. Izaki bizidunen

zenbait egitura–alderdi edo alderdi funtzional ulertzeko ordea, garrantzia izan dezaketen elementuak ez dira arauak bakarrik, zeren batzuetan prozesu historikoaren xehetasunek ere eduki bait dezakete garrantzirik. Hain zuzen oraingo organismo bizi bakoitza hiru bat mila milioi urtean zehar eten gabeko katearen azken maila da. Berez izaki bizidunak egitura historikoak dira; historiaren kreazio dira, literalki esan.

Anatomia konparatua espezie arteko egitura– eta funtzio–erlazioak definitzen saiatu den bezalaxe, anatomia molekular konparatua eboluzioak segitutako bideak marrazten ahalegintzen da; fosilez mugarrizatuak izan ez direnak batez ere. Adibide bat c zitokromo delako proteinaren analisia dugu. Analisi horren bidez Lurreko biziaren garapenari buruzko alderdirik liluragarrienaz informazioa eman digu. Organismoek energia nola lortu, metatu eta erabili duten argitu digu¹⁷. c zitokromoak, fotosintesi edo arnasketan eragiten duten garraio–kateatan elektroijaurtigailu bezala lan egiten du. Aminoazido–sekuentzia argitzea (eta c zitokromoaren hiru dimentsioko egitura bera argitzea ere bai) espezie askotan lortu da. Adibide batzuk aipatzekotan, mikroorganismo desberdinak (oxidaziotarako oxigenoa zein nitratoa erabil dezaketen bakterio aerobioak, bakterio fotosintetiko berde edo gorriak, alga zianofitoeak) eta goi–mailako organismo desberdinak (mitokondriodun animaliak eta mitokondrio eta kloroplastodun begetalak)

izendatuko genituzke. Organismo hauetako askotan beren c zitokromoen arteko antzekotasunak harrigarriak dira. Iturburua edo funtzio metabolikoa edozein izanda ere, c zitokromo guzti hauek jatorri amankomuneko proteinen molekula-familia bereko partaide direla dirudi. Analisi era honek bi informazio-mota ematen ditu. Batetik, c zitokromoaren datuak beste proteinei dagozkienekin konbinatuz posible da bakteriotan arnasketa eta fotosintesiaren arteko erlazioak laburbiltzen dituen arbola filogenikoa marraztea. Horrela energi metabolismoaren eboluzioko etapa nagusiak adieraz daitezke: sufrea erreduzituz bakterio fotosintetikoak alga urdin-berde bihurtzea (zeintzuek karbono oxidoaren ohizko zikloa duten), erreduktore sendoak (hidrogeno sulfuroa adibidez) poliki-poliki uraz ordezkatzea, atmosfera oxidatzailea eratzea, arnasketa agertzea, etab.

Bestetik c zitokromoaren eboluzioak, baldintzapenek eta historiak molekula-mailan duten eragina nabarmentzen du. c zitokromoa bezalako molekulen baldintzapen fisikoak eta kimikoak guztiz indartsuak dira, hemo eta elektroiek molekularen ertz batean libre desplazatu ahal izan behar dutelako. Eboluzioaren hastapenetan, oinarrizko egiturak elektroigarrariorako egokia zela frogatu zuen. Harez gero, prokarioto fotosintetikoaren aldaketa handirik gabe zelula eukarioto, protista, onddo, begetal eta animaliangen mantendu da. Beste

proteina askorentzat baldintzak ez dira hain mugatzaileak. Historiari aukera ematen diote espezie desberdinetan egiturak oso ezberdinak izan daitezen nahikoa aldaketa sartzeko. Baina c zitokromoak ez dio historiari aldaketarako aukera handirik ematen. Aminoazidoen posizio-aldaketa batzuk bakarrik gerta daitezke. Nahiz eta molekula desberdin guztiak berdin tolestuta egon eta forma berdina eduki, luzera 82 eta 134 aminoazido bitartean desberdina izan daiteke. Desberdintasun nagusia molekularen gainazalean kiribilak gehitzean ala kentzean datza. Guzti honek eboluzioan zehar molekula aldatu duten gertaera historikoez ez digu informazio handirik ematen, baina eboluzioak molekula-mota berriak eratzeko nola jokutzen duen erakusten digu.

* — * — *

Askotan hautespen naturalaren iharduera injineruarenarekin parekatu da. Konparazioak ez dirudi ordea onegia. Batetik, eboluzioak ez bezala injineruak plan baten arabera lan egiten duelako; denbora luzez osatu eta umatu duen proiektuaren arabera alegia. Bestetik, egitura berria eraikitzeo injineruak objektu zaharrak derrigor erabiltzen ez dituelako. Bonbila elektrikoa ez da kandelatik eratorria, eta erreakzio-motorea ere ez eztanda-motoretik. Objektu berria eraikitzeo, injineruak lan jakin

baterako bereziki egokiak diren materialak ditu, eta lan hori egiteko propio diseinatu diren makinak ere bai. Azkenik, injineruak (edo injineru onak gutxienez) egindako objektuek beren garaiko teknologiak onartzen duen perfektzio-maila dutelako. Eboluzioa aldiz, perfektziotik oso urrun dago. Hori adierazten zuen etengabe Darwinek, kreazio perfektuaren argudioari kontra egin behar ziolako. Bere *Espezieen jatorrian* zehar Darwinek bizidunen munduko egitura- eta funtzio-akatsak behin eta bider aipatzen ditu. Etengabe azpimarratzen ditu zentzuzko Jainkoak behin ere erabiliko ez lituzkeen pitxieria eta irtenbide arraroak. Perfekzioaren kontrako argudiorik sendoenetako bat, espezieen suntsipenak ematen du. Gaur egun bizi diren animalia espezieen kopurua zenbait milioitakoa dela esan daiteke, baina Lurrean bizi ondoren garai batean edo bestean desagertu diren espezieen kopurua, G.C. Simpson-en¹⁸ arabera gutxienez bostehun milioi ingurukoa da.

Eboluzioak berrikuntzak ez ditu ezerezetik ateratzen. Lehendik dagoenarekin lan egiten du; bai funtzio berri bat emateko sistema zaharra transformatuz, bai beste konplexuagoa sortzeko sistema desberdinak konbinatuz. Hautespen naturalaren prozesuak ez du giza portaeraren inolako alderdiren antzik. Baina konparazioa ipintzera jotzen badugu, hautespen naturalak injineruak bezala ez eta "konpontzaile trebe" edo "bricoleur" bezala lan egiten du. Konpontzaile honek oraindik

ez daki zer produzituko duen, baina bere eskuetara datorren guztia jasotzen du: soka txikiak, egur-pusketak, kartoi zaharren zatiak eta gero agian aprobetxatuko dituen material desberdinak. Funtsean konpontzaileak bere inguruko edozer aprobetxatzen du, guzti horretatik objektu erabilgarriren bat ateratzearren. Injinerua ez da lanean hasten proiektuak eskatzen dituen material eta tresnak eskuratu ez dituen bitartean. Konpontzaile trebea berriz, eskueran duenarekin moldatzen da. Normalean eraikitzen dituen objektuak ez dira proiektu orokorren baten parte izaten. Balizko gertaera-multzoaren ondorio izaten dira; bere purtxileria aberasteko izan dituen aukeren emaitza. Claude Lévi-Strauss-ek¹⁹ azpimarratu duenez, konpontzailearen tresnak (injineruarenak ez bezala) inolako programaz ez dago aurrez definitzerik. Dauzkan materialek ez dute erabilpen jakinik. Bakoitza zeregin desberdinetan erabil daiteke. Ez dute elkarrekiko ezer amankomunik, honako baieztatpen hau egiteko aukera eskaintzea ezik: "zerbaitetarako balioko du." Zertarako? Hori egoerak erabakiko du.

Alderdi askotatik begiratuta, eboluzioaren prozesuak lan egiteko era honen antza du. Askotan, eta epe luzerako helbururik gabe, konpontzaileak bere almagazetik objektu bat hartu eta espero ez zen eginkizuna ematen dio. Automobil-gurpil batekin haizagailua egingo du, edo hautsitako mahaiarekin ekitakoa. Jokamolde hau ez da eboluzioak hanka batetik hegoa

edo baraila–pusketa batetik belarri–zattia ateratzean duenarekiko oso desberdina. Alderdi hau Darwinek nabarmendua zuen Orkideoen ernalketaz²⁰ egin zuen liburuan, Michael Ghiselin–ek²¹ gogorarazten duenez. Darwinentzat egitura berriak lehendik zeuden organoetatik abiatuz eratzen dira. Organo horiek hasieran lan jakin batzuk egiten zituzten, baina emeki–emeki beste zeregin batzuetara moldatu ziren. Orkideotan adibidez, bazen hasieran polena lorexakian gordetzen zuen itsasgarri moduko bat. Zertxobait aldatuta, itsasgarri horren bidez polena intsektuen gorputzari eranstea posible izan zen, ernalkuntza gurutzatua segurtatuz. Era berean, funtzio edo zereginik ez dutela diruditen egitura askok (Darwinen hitzetan "alferrikako anatomi zati" diruditenak), funtzio zaharragoren baten arrasto direlako erraz esplikatzeko dira. Beraz, Darwinek zioenez "gizon batek makina bat helburu jakin baterako egiten badu eta horretarako zerbait aldatuta pneumatiko bat, gurpil zaharrak, polea zaharrak eta malguki zaharrak erabiltzen baditu, makina bere zati guztiekin helburu horretarako antolatu ahal izango da. Naturan ere pentsatzekoa da edozein izaki bizidunen alderdi desberdinekin (aldaketa txikiak jasanda) helburu desberdinak izan dituztela eta makina bizian era berezi zahar eta desberdinetan funtzionatu dutela".

Eboluzioak konpontzaile trebearen antzera egiten du lan; konpontzaileak bezalaxe milioika eta milioika urtetan zehar

bere obra poliki-poliki aldatuz, etengabe berrituz, han ebakiz, hemen erantsiz, eta edozein aukera doitzeko, transformatzeko eta sortzeko aprobetxatuz. Hona hemen adibidez, Ernest Mayren²² arabera, lehorreko ornodunen birika nola eratu zen. Beren garapenerako oxigeno gutxiko urmahelatan (ur gezetan) bizi ziren arrain batzuegan eman zitzaion hasiera. Arrain haiek airea irensteko eta oxigenoa hestegorriko hormatan zehar zurgatzeko ohitura hartu zuten. Baldintza haietan hormen edozein zabalkuntza hautespen-abantaila bihurtzen zen. Horregatik hestegorrian dibertikulu batzuk agertu eta hautespenaren eten-gabeko eraginez, poliki-poliki handituz birika bilakatu ziren. Birikaren geroztiko eboluzioa, gai bera lantzea izan zen, oxigenoa iragateko eta hodiak eratzeko erabilitako azalera handiagotuz. Hestegorri-zati batez birika egiteak, amonaren gortinaz gona egitearekin antz handia du. Injineru desberdinek arazo berbera ebatzi behar dutenean, ebazpen berera heltzeko aukera guztiak dituzte: automobil guztiak dute elkarrekiko antza eta baita argazki-kamerek eta estilografikek ere. Konpontzaile desberdinak arazo berberaz arduratzen direnean ordea, irtenbide desberdinak aurkitzen dituzte bakoitzaren baliabideen arabera. Gauza bera esan daiteke eboluzioaren produktuez. Bizidunen artean dauden begi-mota desberdinek adibidez, argi eta garbi azaltzen dute esandakoa. Argi-hartzaileak edukitzea abantaila handia da, noski, egoera askotan. Eboluzioan zehar begi-mota desberdin asko agertu dira, gutxienez hiru printzipio

fisikotan oinarriturik: lentinean, zuloan eta hodi anizkoitzetan. Garatuenak gureak bezalakoak dira; lentineaz irudia osatzen duten begiak. Ematen duten informazioa ez da argiaren intentsitateari buruzkoa bakarrik. Objetu argitsu eta beren forma, kolore, posizio, higidura, abiadura, distantzia eta abarren berri ere ematen dute. Hain landuak diren egiturak, oso konplexuak dira derrigorrean. Ezin dira beraz, konplexu diren organismoen baitan baizik garatu. Horrelako egitura-mota sortzeko era bakarra dagoela pentsa liteke, baina hori ez da inola ere egia. Lentendun begia gutxienez bi aldiz agertu da: moluskuengan eta ornodunengan. Gure begiaren antzik handiena duena, olagarroarena da. Biek ia berdin funtzionatzen dutela esan dezakegu, baina beren eboluzioak berdinak izan direla ez dago esaterik. Moluskuengan zelula argi-hartzaileak argi alderantz zuzendurik daude eta ornodunengan justu alderantziz. Argi-hartzaileen arazoari aurkitutako irtenbide guztien artean, aipatu ditugun biek antz handia dute, berdinak ez badira ere. Kasu bakoitzean hautespen naturalak ahal duena egiten du dituen baliabideen bitartez.

Azkenik, bere obra hobetu nahi duen konpontzaile trebeak, injineruak ez bezala askotan egitura zaharrei berriak itsasten dizkie, zaharrak ordezkatu orde. Prozedura hori eboluzioan ere maiz gertatzen da; ugaztunen garunaren garapenean adibidez. Garuna, hain zuzen, ez da adibidez hanka hega bihurtzen

duen bezalako transformazio integralaren prozesuari jarraituz garatu. Behe-mailako ugaztunen errinentzefalo zaharrari neokortexa gehitu zitzaion eta honek azkar, agian azkarregi, giza-kirainoko eboluzio-sekuentzian zeregin nagusia bere gain izan du. Neurobiologo batzuentzat (McLean-entzat²³ bereziki) bi egitura-mota hauek bi funtzio-motei dagozkie, baina funtzio horiek ez dira erabat koordinaturik eta hierarkizaturik egon. Berrienak, neokortexak, ezagumen- eta adimen-iharduera gobernatzen du. Zaharrenak, errinentzefaloari lotuak, iharduera biszeral zein emoziozkoak gidatzen ditu. Behe-mailako ugaztunak zuzentzen zituen egitura zahar hau, nolabait esan emozioen ganbarara baztertua izan da. Gizakian McLeanekek dioen "garun biszerala" dugu. Gizakiaren ezaugarria oso poliki garatzea izateagatik, berandu heltzen da. Agian horregatik garuneko egitura zaharrek behe-mailako zentru autonomoekin lotura estuak mantendu dituzte eta funtsezko iharduerak koordinatzen segitzen dute; elikagaiak lortzea, sexu-iharduerarako bikotekidea bilatzea edo etsaiaren aurrean erantzuna prestatzea adibidez. Neokortex nagusia sortuta, lehengo nerbio- eta hormona-sistema (neurri batean autonomo eta neurri batean neokortexak gidaturikoa izanik) mantendu egin da. Eboluzio-prozesu guzti honek, konpontzailearen lanaren antz handia du. Zaldien gurdari erreazio-motorea ipintzea bezalakoa da. Ez da, bada, harritzekoa istripuak izatea.

Agian molekula-mailan agertuko da eboluzioan konpon-tzaile-alderdia ongien. Bizidunen munduko ezaugarria, itxu-razko dibertsitatea eta aldi berean funtsezko batasuna izatea da. Bere baitan bakterioak eta baleak, birusak eta elefanteak, -20°C -tan poloetan bizi diren organismoak eta 70°C -tan iturri beroetan bizi direnak ditu. Organismo guzti horiek ordea, egitura eta funtzio aldetik batasun harrigarria dute. Oinarrizko elementu berberetz osatutako polimero, azido nukleiko eta proteina berberak, beti zeregin bera betetzen dute. Kode genetikoa bera da eta itzultzeko makina azken finean ez da aldatzen. Koentzima berdinek parte hartzen dute antzeko erreakziotan. Bakteriotik gizakiraino, erreakzio asko funtsean berdinak dira. Egiatzki, biziak molekula-mota desberdin asko sortu ondoren baizik ez zeukan agertzerik. Bizidunen munduaren ezaugarri diren konposatu guztiak, bizia eta eboluzio biologikoa agertu baino lehenagoko eboluzio kimikoan sortu ziren nahitaez. Baina ugaltzeko gaitasuna zeukan organismo primitiboren batean bizia hasi zenean, ondorengo eboluzioa lehendik zeuden konposatuak maneiatuz garatu zen. Proteina berriak agertu zirenean, funtzio berriei bide eman zitzairen. Proteina horiek ordea, gai ezagunen aldaketa baizik ezin zuten izan. Mila

nukleotidoko sekuentzia batek, neurri ertaineko proteinaren egitura zehazten du. Proteina funtzional berri bat zoriz elkartutako aminoazidoz *de novo* sortzen ikusteko probabilitatea ia zero da. Guztiz aspalditik dauden organismo konplexu eta integratuetan, erabat sekuentzia nukleiko berriak sortzeak ezin zuten eginkizun garrantzitsurik eduki informazio berria eratzean. Eboluzio biologikoaren zati handi batean, egitura–molekula berriak sortzeko lehendik zeuden egiturak maneiatzea beste biderik ez zegoen. Hori geneak bikoiztearen ondorioz gerta daiteke, adibidez. Zelula edo gameto batean gene bat errepikaturik dagoenean, hautespen naturalak ezarritako mugetatik libre dago. Mutazioak beraz, aske samar pila daitezke egitura berria eratuz. Antza denez prozesu hau eboluzioaren historian nahikoa maiz gertatu da, oso antzeko proteina–familiak egoteak frogatzen duenez. Proteina horiek, arbaso amankomun bateko gene–taldeek bideratuak dira; globinen familiakoak edo histobateragarritasunaren konplexu nagusiaren antigenoak adibidez.

Eboluzio biologikoa beraz, molekula–konponketa moduko batean oinarritu da; berria egiteko zaharra etengabe erabiltzean. Hori adierazi bide dute organismo desberdinetako (nahiz filogenetikoki oso urrunekoak izan) ala organismo bereko DNAn ikusitako sekuentzi homologiek. Ondorio bera atera daiteke beren funtzioak hobeto ezagutzen diren proteinen arteko analo-

gietatik. Organismo desberdinetan funtzio berdintsuak betetzen dituzten proteinetan bakarrik ez dira antzeko sekuentziak egoten. Funtzio desberdinak bermatzen dituzten proteinek ere batzuetan sekuentzi zati garrantzitsuak dituzte amankomunak. Honako hau dirudi: eboluzioan zehar proteinetako aminoazido-sekuentzia zehazten duten egitura-geneak DNAzko zati txikien konbinazio eta permutazioz eratu zirela.

Proteina berrien iturburutzat jo behar diren sekuentzia nukleikoen birsorkuntza hau, ugaztunen enbrioi-garapeneko puntu jakin batek erakusten du: antigorputzen produkzioak. Arestian aipatua dugunez, ugaztunak hamarnaka edo ehundaka milioi antigorputz desberdin sor ditzake. Kopuru hori ugaztunaren genoma batean dauden egitura-geneen kopurua baino handiagoa da. Berez segmentu genetiko gutxi batzuk erabiltzen dira, baina enbrioiaren garapenean dibertsitatea sortzen duena hiru mailatan funtzionatzen duten mekanismoen eragin metatua da. Hauek dira hiru maila horiek: 1) *Zelularen* maila: zelula produzitzaile bakoitzak antigorputz-mota jakin eta bakar bat jariatzen du. Organismoak era ditzakeen antigorputzen aukera, zelula horien multzoaren baitan dago. 2) *Proteinaren* maila: antigorputz bakoitza bi katea proteikoren (bata astuna eta bestea arinaren) elkarketaz eratuta dago. Katea horietako bakoitza milaka batzuen artean aukeratzen denez, konbinazio edo antigorputz desberdin posibleen kopurua milioikakoa da. 3)

Genearen maila: katea horietako baten (astun zein arinaren) egitura gobernatzen duen gene bakoitza, enbrioiaren garapenean DNAREN zati batzuk elkaturik prestatuta geratzen da, eta zati horietako bakoitza, berdinak izan gabe antzekoak diren sekuentzi multzotik aukeratuta dago. Konbinazio hauen bidez, prozesu germinaleko informazio genetikoaren kopuru mugatua aski da zelula somatikotan egitura proteikoen kopurua ikaragarria izan dadin, horietako bakoitza molekula desberdinean finkatzeko gauza delarik. Prozesu honek egoki argitzen du naturak dibertsitatea sortzen lana nola egiten duen; segmentu eta zati berak etengabe konbinatuz hain zuzen.

Eboluzioan zehar gene berriak sortzean, ezin daiteke anti-gorputzak enbrioiaren garapenean eratzten direnean adinako zehaztasun- eta eraginkortasun-maila lortu. Baina printzipio berberak egon daitezke jokoan. Dirudienez gene berriak lehen zeuden DNA-sekuentziak zoriz konbinatuta eratu dira. Berez, DNA-segmentuak elkarlotzeko gai den mekanismoa eboluzioaren oso aspaldiko garaikoa izango dela pentsa daiteke, zeren eta organismo primitiboak ez bide ziren hasieran proteina handiak eratzeko gauza. Seguru asko guztia eboluzio kimikoz sortutako 30 eta 50 nukleotido bitarteko sekuentzia txikiekin hasiko zen, horietako bakoitzak 10-15 aminoazido kodetzeko ahalmena izango zuelarik. Horren ondoren (eta ondoren bakarrik) zoriz elkartuko ziren lotura-prozesuren baten bidez,

katea proteiko luzeagoak osatuz. Katea horietako batzuek ego-kiak zirela frogatu zuten eta hautatuak izan ziren. Hori horrela bada, gero eta maizago elkarren arteko erlaziorik gabeko gene diruditenen DNAREN sekuentziak aurkitu beharko ditugu. Sekuentzia nukleiko eta proteikoen analisiak aurrera egiten duen neurrian, gero eta familia nahiz azpifamilia gehiagok agertu beharko luke. Hemen ere zail gertatzen da molekulen garapenak zaharrarekin berria produzitu gabe aurrera nola egingo zukeen ulertzea; DNAREN zatiak lotu gabe edo, bestela esan, konponketarik egin gabe alegia.

Denbora luzez kromosomak egitura perfektuzat hartu dira; ukiezintzat, neurri batean. Organismoa sortzeko eta funtzionazteko behar ziren material genetiko guztiak zituela uste zen. Baina azken urteotan lortu diren datu berrien eraginez, ikusmolde hori erabat aldarazi dute. Proteinen egitura zehazten duten sekuentzia espzifikoez gain, organismo eukariotoen DNAk gutxi-asko errepikatzen diren sekuentzia txikiz osatutako DNA inespezifikoa du (genomaren %40 baino gehiago ere izan daiteke). Egitura-geneek berek ere askotan etenak dituzte, sekuentzi kopuru desberdinak tartekaturik daudelako. Sekuentzia horiek RNAN ikus daitezke baina proteina bilakatu baino lehen ezabatu egingo dira. Gainera genomek "elementu aldagarri" izeneko unitate genetikoek mota bat daukate, eta unitate horiek genomatik integratu edo genomatik askatu egin

daitezke. Hori DNA ostalariaren leku askotan gerta liteke, mutazio, inbertsio eta aldaketak sortuz. Oraindik sekuentzia horien zeregina ez dugu ezagutzen eta beren funtzionamendua eztabaidagai da. Batetik, funtziorik gabeko egiturak onartzeko zailtasuna dela eta (DNA bereziki) zenbait biologok eboluzioarekin edo gene-ihardueraren erregulazioarekin erlazionaturiko funtzio-sail bat iradoki du. Oraindik ordea, argumentu esperimentalek aukera horietako bat bera ere ez dute baieztatu. Bestetik, sekuentzia hauek DNA bizkarroitzat hartu izan dira, organismoaren ekonomian inolako zereginik izango ez luketelarik. Baina funtziorik ez ezagutzeak ez du esan nahi funtziorik ez dagoenik. Garrantzitsua aldiz, ondokoa da: azalpena zein mailatan bilatu behar den eta azalpena beharrezkoa den ala ez jakitea. Gainera, lehenbizi ostalariaren fenotipoari erasan gabe hedatzen den DNA-zatiak bigarren mailako efektuak eragin diezazkioke ostalariari. Horrela ostalariaren ondorengoei hautespen-abantailaren bat utz diezaieke. Bi berezitasun hauen gainezarmenak (1: egitura-geneak tartekaturiko sekuentziak DNA-segmentu txikiagotan zatitzea eta 2: ale askotan genomazehar banatu eta DNA-segmentuak alderdi batetik bestera transferitzeko gauza diren elementu aldagarriak egotea) gene-zatiak mobilizatu, birkonbinatu eta infinituraino dibertsifikatzeko behar diren tresnak eskaintzen ditu. Seguru asko konbinazio berri gehienek ez dute ezertarako balioko, baina agian horietako batek zelulan funtzioaren bat burutzeko

(eraginik gabe behar bada) gai den egitura proteikoa sorteraziko du. Ondorengo mutazioak nahikoa lirateke egitura hobetu ahal izateko. Eboluzioak ez du aurrez ikusten, noski. Beraz, elementu genetiko jakin bat ezin da hautetsi etorkizunean (egunen batean) zerbaiterako baliagarria izango delakoan. Baina dagoenean, eta egoteko arrazoia (edo arrazoirik eza) edozein izanda ere, egitura hori "erabilgarria" izan daiteke. Kasu horretan ostalariarengan hautespen-presioaren zentru bihurtzen da.

* — * — *

Ez dirudi, beraz, izaki bizidunen dibertsifikazioan indar nagusia berrikuntza biokimikoa denik. Biokimikaren benetako fase sortzailea azkar eratu bide zen, zeren eta bizidunen munduaren eboluzioan mantentzen den batasun biokimikoak era batera bait du zentzua: organismo guttiz primitiboek bizidunen osagai gehienak bazituzten; errepikatze eta itzultze sistemak, oinarrizko metabolitoen sintesi edo degradazioan parte hartzen duten katea entzimatikoak, energia jaso eta metatzeko sistemak, etab. Fase hori gainditu ondoren eboluzio biokimikoak aurrera egin zuen, gero eta organismo konplexuagoak agertuz joan ziren neurrian. Baina berrikuntza biokimikoak ez dira izan organismoen dibertsifikazioa eragin dutenak. Itxura

guztien arabera, alderantziz gertatuko zen. Txoko ekologikoaren edo portaeraren aldaketek eragindako hautespen-presioa izan da doikuntza biokimikoak eta konponketa molekularrak burutu dituen. Tximeleta eta lehoia, oiloa eta eulia edo harra eta balea, osagai kimikoen diferentziek baino gehiago bereizten dituzte osagai horiek duten antolaketa eta banaketak. Hala ere eboluzioaren benetako etapa handiek informazio berria lortzea eskatu dute dudarik gabe, baina espezializazioaren eta dibertsifikazioaren eskakizun bakarra egitura–informazio bera desberdin erabiltzea da. Igelengan edo ugaztunengan, adibidez, eboluzioaren abiadura aztertzen denean, egitura–geneen sekuentzi aldaketak hein handi batean aldaketa anatomikoekiko independenteki gertatu zirela ikus daiteke. Ondoko taldeengan, ornodunengan adibidez, kimika berbera da. Hala ere, hibridoen bideragarritasuna eta kromosomak aztertzerakoan detektatu diren erregulazio–aldaketak, anatomi aldaketen eboluzioaren parekoak izan direla ematen du. Allan Wilson–ek²⁴ azpimarratu duenez, ornodunen arteko diferentziak egitura–arazo baino gehiago dira erregulazio–arazo.

XIX. mendearen hasieran von Baer–ek honako hau ikusi zuen: hurbileko organismoengan, ornodunengan kasu, embrioiaren garapeneko lehen etapek elkarrekiko antz handia zutela. Dibergentziak izan ere, garapenean nahikoa berandu agertzen dira. Zerikusi txikiagoa dute zelula–moten egiturekin

zelulen kopuru eta posizioekin baino. Oiloaren hegoa eta giza-kiaren besoa gehien bereizten dituen ez da organo horietako osagaien arteko desberdintasuna; eratzeko modua, osatzen dituzten molekula eta zelulen banaketa, baizik. Egitura horiek espazioan eta denboran birbanatuko dituzten aldaketa txiki batzuk aski dira azken produktuaren (animalia helduaren) forma, funtzionamendua eta portaera aldarazteko. Arazoa beti gauza berean datza: elementu berak erabiltzean, han-hemenka ukituz doitzean, gero eta forma berri konplexuagoak sortuz desberdin konbinatzean; bestela esan, konponketa egitean.

Gizakiaren eta txinpantzearen makromolekulak konparatuta horixe nabarmentzen da. Egitura-geneen arteko diferentzia guztiz txikiak ez dira aski anatomiako diferentzia handiak argitzeko. Batezbeste gizakiaren katea proteiko bat txinpantzearen homologoaren berdina da %99 baino proportzio handiagoan. Gehienetan DNAREN sekuentzi diferentzia, kode genetikoaren errepikatzean edo DNAREN transkribatu gabeko aldatetetan datza. Berrogeitamarren bat egitura-geneentzat, gizaki eta txinpantzearen arteko batezbesteko distantzia genetiko oso txikia da; anaia diren eta anatomiaz ozta-ozta bereizten diren espezieen arteko batezbesteko distantzia baino txikiagoa eta jenerokide diren edozein espezie-bikoteengan dagoenarena baino askoz ere txikiagoa. Allan Wilson-ek frogatu duenez,

gizakien eta tximino nagusien arteko antolakuntz diferentziak erregulazio–gene batzuen aldaketan dautza.

Anatomista eta paleontologoak ondorio berdintura heldu dira, beraiek "garapenaren atzerapena" deitu dutenak eboluzio–faktore gisa duen garrantzia azpimarratuz. Eboluzioaren gertaera dramatikoenetako batzuk, heldutasun sexuala garapenaren fase goiztiarragora aurreratzen duten aldaketekin loturik daude. Enbrioiairen arrasto zirenak helduenak bihurtu dira eta lehen helduei zegozkienak, aldiz, desagertu. Prozesu hau da eboluzioaren estratagema nagusietako bat. Badirudi animalia batzuek beren bizitzako azken parte kanpoan utzi eta larba nahiz enbrioiairen forman oinarriturik ziklo berria era dezaketela. Seguru asko honelako mekanismoren batek itsasoko ornogabe batengandik ornodunak sorteraziko zituen. Prozesu honek gainera, zeregin guztiz garrantzitsua bete du dirudienez gizakiraino doan bidean. Giza enbrioia "atzerapen"–eskemaren arabera garatzen da eta horren ondorioz pertsona helduan arrasto batzuk gordetzen dira; primate eta arbasoengan ez zeuden eta txikiaren ezaugarri diren arrastoak hain zuzen. Ildo honi jarraituz, harrigarria da gizakiek txinpantze helduarena baino gehiago txinpantzekumearen antza dutela ikustea. Gizakia ez dator, noski, tximino handiengandik. Gizakiengana eta tximino handiengana heltzen diren eboluzio–adarrak banandu zirenez gero, bakoitza bere eboluzio–bideari jarraitu zaio nora-

bide desberdinetara egokituz. Hala ere, bien arbaso amankomunak gizakiarena baino tximinoaren antz handiagoa zuen. Haurtzaroan enbrioiaren ezaugarri diren geneen adierazpen era gorde izana litzateke agian hain gizatiar diren arrastoen eboluzioari lagundu diona; baraila txikia, letagin txikiak, azal biluzia eta postura tentea izateari alegia. Gainera atzerapen–eskema hau, haurtzaroaren luzatze hau, gizakuntz prozesuko beste arrastoekin erabat loturik dagoela dirudi; garunaren garapenarekin batez ere, fetuaren hazkuntza luzatuz, edo sozializazioarekin, gurasoek beren haurrez hainbeste denboran arduratu behar dutela eta famili loturak sendotzen direlako. Stephen Gould–ek²⁵ duela gutxi zioenez, zaila da gizateria bereizten duen ezaugarri–multzoa atzerapen–garapenetik kanpo agertu dela ulertzea. Beraz, ugaztunen dibertsifikazioa eta espezializazioa ez zen osagai berriak agertu zirelako bideratu; lehendik zeudenak desberdin erabiltzetik baizik. Enbrioiaren garapena koordinatzen duten erregulazio–zirkuituetan aldaketa txiki batzuk aski dira ehunen hazkuntz tasa edo zenbait proteinaren sintesi–denbora (han bizkortuz eta hemen motelduz) desberdintzeko.

Eboluzioa filogenesi–hitzetan deskribatzen da, hau da, organismo helduen desberdintasunen bidez. Helduen arteko desberdintasunek ordean, heldutasunean bukatzen diren garapen–prozesuen arteko diferentziak bakarrik isladatzen dituzte.

Hautespen naturala batez ere garapenari ezartzen zaion baldintza— eta murriztapen—sare baten bidez guazatzen da, sare horrek genotipo posibleetatik sortzen diren fenotipoak iragaziz. Eboluzioaren prozesua benetan ulertzeko, lehenbizi enbrioia- ren garapena ulertu behar da. Horrela bakarrik baloratuko ditugu organismoaren antolakuntz planarekin eta funtzionamenduarekin bateragarri diren aldaketak. Hori izango da eboluzio—jokoaren arauak eta mugak definitzeko bidea ere. Zorritzarrez, oraindik ia ezer ere ez dakigu enbrioia- ren garapenaz. Biologoek zehatz—mehatz deskriba dezakete arratoi bat adibidez. Arratoia nola ibiltzen den, nola arnasa hartzen duen eta liseriketa nola egiten duen esan dezakete. Baina hozi—zelulatik hasita nola eratzen denari buruz deusik ere ez dakite. Gizakiaren zelula—kopurua hamar eta ehun bilioi bitartekoa da gutxi gorabehera eta arratoiarena ehun mila milioi ingurukoa. Indibiduo bat osatzen duten zelula guztiak, zelula bakar baten (ernaldutako obuluaren) ondorengo zuzenak dira. Hala ere, zelula horiek propietate desberdinak dituzte eta funtzio desberdinak betetzearen ardua dute beren gain. Askotan esaten da ernaldutako obuluaren kromosometan DNAREN sekuentzia linealean kodeturik geroko izaki helduaren deskribapena dagoela. Gaur eguneko ideien arabera, kromosometan kodetuta dagoena izaki helduaren eraikuntz plana dago; espazio eta denboran zurrun zehazturik dagoen programari jarriatuz molekula—egiturak eraikitzeko behar den instrukzio—bilduma. Baina

programa hori betetzea zein barne-logikak gidatzen duen ez da ezagutzen. Normalean Laplace-ren "deabru" batek obulu ernaldua, bere egitura molekularrak eta bere antolakuntza aztertuko balitu, geroko izaki heldua deskribatzeko gauza izango litzatekeela onartzen da. Oraindik ez dakigu ordea deabru horrek DNAz gainera zein molekula-mota aztertu beharko litzuzkeen, eta ezta zein algoritmo-mota erabili beharko lukeen ere.

Izan ere biologoek menperatzen duten logika bakarra dimentsio batekoa da. Bigarren dimentsioa (eta are hirugarrena) gehituta berriz, noraezean ibiltzen dira. Biologia molekularra bizkor aurreratu baldin bada, informazioa azpunitateen sekuentzia linealetan, azido nukleikoen baseetan eta proteinen aminoazidoetan zehaztuta agertzen delako izan da. Horrela mezu genetikoa, egitura primarioen arteko erlazioa, kodea, metabolismo-kateak, erregulazio-kiribilak, hitz batean esanda herentzi logikak, dimentsio bakarrean funtzionatzen zuen. Ez da harritzekoa beraz, biologo molekularrak lan-mota hau utzi nahi ez izatea eta DNA nahiz proteina-sekuentziak analizatuz dimentsio bakarreko mundua aztertzen jarraitzea.

Baina enbrioia, lineal soila ez den munduan garatzen da. Geneen dimentsio bakarreko egiturek, bi dimentsioko geruza zelularrak bideratzen dituzte. Geruzak modu zehatz batean

tolesten dira, hirudimentsioko ehun eta organoak sortuz; eta azken hauek organismoari forma zein ezaugarriak emanda, Seymour Benzer-en formularen arabera lau dimentsioko portaera lortzen da²⁶. Guzti hori nola gertatzen den ordea, ez dakigu; misterio hutsa da. Biologoek zehatz-mehatz ezagutzen dute giza eskuaren anatomia molekularra, baina ez dakite organismoak esku hori eraikitzeko bere buruari zein agindu ematen dizkion, behatza markatzeko zein hizkuntza erabiltzen duen, atzazala zizelatzeko zein prozeduraz baliatzen den, zenbat genek parte hartzen duen, gene horien arteko elkarrekintza nolakoa den, etab. Molekulen garapena eta desberdintzapena, erabaki binarioko segida baten ondoriotzat har daitezke, erabaki bakoitzak hurrengoari eskainitako posibilitateak mugatzen dituelarik. Adarkadura bakoitzean, beraz, aukera-multzo osoa deuseztuko litzateke. Oro har, honelako prozesuak gene-ihardueraren hautespen-erregulazioa berekin duela onartzen da, baina zelula-kopurua, beren banaketa nahiz higidurak eta beren hazkuntza zein norabidea gobernatzen dituzten zirkuituen oinarriak ere ez dakizkigu. Eboluzioaren konponketari enbrioaren garapenak ematen dizkion tresnak ez ditugu ezagutzen.

* — * — *

Dena dela, zenbait prozesu natural imitatzen ikasi dugu; DNArekin laborategian konponketak egiten adibidez. DNA ebakitzen eta berarekin korapiloak egiten, guk nahi dugun lekuan zatiak eransten edo kentzen ikasi dugu. Egitura–gene batzuk isolatzea, ugari sortzea eta beren anatomia azken xehe-tasuneraino analizatzea lortu dugu. DNA birkonbinatzailearekin egindako lan hau, gure dimentsio bakarreko biologiaren garaitzapena da. Oinarrizko biologiaren ala biologia aplikatuaren alderdi batzuk aztertzekeo erreminta berri bat eskaintzen du. Gene bat (giza gene bat adibidez) ugari produzitzeko, bakterio baten ekipamendu genetikoan txertatu behar da eta gero bakterioa kultiboan ugaltu. Lan mota honek grina eta etsakeria asko sorterazi du. Bizitzaren kalitateari eraso egiten diola eta giza bizia bera arriskutan jartzen duela salatu zaio. Horregatik injinerutza genetikoak biologiarekiko mesfidantzaren arrazoi nagusitako bat bihurtu da. Beste ikerketa–sail batekin batera (fetuei buruzko azterketak, portaerari buruzkoak, psikokirurgia edo politikarien klontzea) DNA birkonbinatzaileaz egindako lanei honako hau leporatzen zaie: biologoei giza gorputza eta izpirutua kaltetzeko ahalmena ematen dietela. Egia da zientzi berrikuntzek onerako bezalaxe txarrerako balio dezaketela; zori-txarreraren ala zorionaren iturri izan daitezkeela alegia. Baina hiltzen duena eta menperatzen duena ez da zientzia; interesa eta ideologia baizik. Frankenstein eta Maitasunero egonagatik, historiako sarraskiak sazerdote eta politikarien lana gehiago

izan dira zientzilariena baino. Kaltea ordea, ez da zientzia helburu suntsitzailez nahita erabiltzen den egoeratik bakarrik sortzen. Gerta liteke berez gizateriaren mesederako burututako ekintzen ondorio urrun eta ezustekoa izatea ere. Zeinek pentsa zezakeen medikuntzaren aurrerakuntzak superpopulazioranzko eragina izango zuela? Edo sendagai antibiotikoak erabiltzeagatik antibiotikoekiko germen erresistenteak barreiatuko zirela? Edo poluzioa uztak hobetzeko erabilitako ongarrrien ondorio izango zela? Arazo guzti hauentzat inrtenbideak aurkitu dira, edo etorkizunean aurkituko dira.

DNA birkonbinatzailearekin dena alderantziz gertatu zen. Apokalipsia iragarri zuten, baina ez da ezer gertatu. Lan honek amaigabeko eztabaidak sortu baditu, ez da aspalditik birus patogeno eta bakterioen manipulazioarekin menperatu diren mugak gainditzen ez dituzten arriskuak agerian jartzeagatik bakarrik izan. Batez ere organismo batetik geneak atera eta beste batean txertatzeko dagoen aukeragatik izan da. Horixe da haserrerazten duena. DNA birkonbinatzailearen nozioa beraz, misteirotsuarekin eta supernaturalarekin lotuta dago. Beren erroak giza larritasunaren hondo-hondoan dituzten mito zahar batzuk gogorarazten ditu. Munstroen esanahi ezkutuarekin lotutako terrorea berpiztu du; izatearen aurka bi izaki elkartzearen ideiak sortzen duen ikara hain zuzen.

Mendetan zehar, Azken Judizioko irudikapenetan munstro ikaragarriak asko erabili dira. Hori ikus daiteke adibidez Hiëronymus Bosch-en obran. Oinaze-lekua (Boschek Ifernu bezala pintatzen duena) asma zitzakeen munstrorik beldurgarri eta izaugarrienez josia dago. Eta munstro horiek, batez ere izatearen aurkako hibridoak dira. Ifernuko zigorrik latzen bezala adierazten den zigorra jasateko, bekatariak biluzik uzten dira izaki nazkagarrien aurrean; arrain eta arratoi, zakur eta hegazti edo intsektu eta gizakiaren nahaste diren mamu higuin-garrien aurrean. Munstro ikaragarriak beren harrapakinen inguruan zelatan daude; irentsi egiten dituzte edo oinaze-makina izugarrietara amildu bestela. Pizti nardagarriak jaten, horzka egiten, zatikatzen, arramazkatzen, zigorraz jotzen eta urratzen ikusten dira. Hibrido horiek lehenengo gorputza dislokatzera eta gero zatiak birmoldatzea ematen dute aditzera, larridura sortzeko Boschek gure munduko harmoniari anti-munduko nahasmendua kontrajarriko balio bezala.

DNA birkonbinatzaileaz egindako lanak, ameskaizto zaharrak berpizten ditu. Debekaturiko jakinduriaren usaina du. Jainkoena bakarrik zen boterea lapurtzeagatik hilkor horiek gogor zigortuak izan zireneko mito zaharrak astintzen ditu. Gure planetako edozein bizitza-motaren oinarri den substantziarekin hain erraz jolastu ahal izatea eskandalagarri gertatzen da oso. Oraindik ere problemarik ikusgarriena eta kontakizun

harrigarriena dena (gizakiaren eraketa alegia) konponketa kosmikoaren ondoriotzat kontsideratzen duen ideia barkaezina zaigu. Gizakiaren eraketa izan ere, espermatozoidea eta obulua elkartzean hasten da, jarraian zelula–arrautza zatituz, bi zelula bilakatuz eta gero lau zelula bihurtuz. Ondoren bolatxo bat eratzen da eta zakuto bat ostean. Eta gero, hazten ari den gorputz txiki horrengan nonbaiten zelula batzuk bereizi eta ugaltu egiten dira milaka milioi nerbio–zelulako masa osatu arte. Eta zelula horiei esker hitz egiten, irakurtzen, idazten eta zenbatzen ikasten dugu. Zelula horien bitartez pianoa jotzeko ahalmena dugu, istripurik jasan gabe kalea zeharka dezakegu edo hitzaldi bat ematera munduko beste muturrera joan gitezke. Gure gaitasun guzti horiek (gramatika osoa, sintaxia, geometria eta musika) gure zelula–masa txiki horretan gordeta daude. Eta guzti hori nola eratzen den tutik ere ez dakigu. Nere ustetan, hori da mundu honetan konta daitekeen istoriorik harrigarriena; polizi edo zientzi fikziozko nobelarik harrigarriena baino areagoa.

3

DENBORA ETA ETORKIZUNAREN ASMAKETA

"Ez irakatsi tximinoei zuhaitzetara igotzen"

Konfuzio

Greziaren mitologiako jainkosen artean erakargarrietako bat Eos edo Egunsentia da. Gau bakoitzaren amaieran, arrosantzeko behatzak dituen Eos azafraizko arropez jantzita bere Ekialdeko ohetik jaiki, Lampos eta Paeton zaldiek tiratako gurdira igo eta Olympora joaten da bere anaia Apollo laster datorrela iragartzera. Behin batean Aphrodita guztiz haserretu zen Ares (zeinaz "grina setatsua" bait zeukan) Eosen ohean aurkitu zuelako. Hark Eos beti gazte hilkorrak irrikitzera kondenatu zuen eta agian horregatik gertatzen zaigu Eos hain erakargarria. Harez gero, Eta Astraeos-ekin ezkondua egon arren, Eos isilpean eta lotsaturik mutil gazteak batabestearen ondoren liluratzen hasi zen. Lehenengo Orion erakarri zuen; Poseidon-en semea eta hilkorren artean dotoreenetakoa. Gero Zefalos bereganatu zuen, baina honek adeitasunez eskaintzen zizkion faboreei ezezkoa eman zien bere emazte Prokris ezin zuela engainatu esanez. Eosek itxuraldatuz beste gizon bat bihurtu zuen Zefalos eta orduan Prokris gizon berri horretaz inolako oztoporik gabe liluratu zen. Horiek horrela, Zefalosek Eosen asmoei ez zien inolako eragozpenik ipini. Gero Eosek Zeitos bahitu zuen; Melanos zeritzonaren biloba. Melanos izan zen hain zuzen profeta izateko, medikuntza praktikatzeko eta, are hobea, bere ardoari ura nahasteko dohaina eman zitzaion lehen izaki hilkorra. Ondoren Eosek Ganymedes eta Tithonos bereganatu zituen; Troia-ko hiriarri bere izena eman zion Tros erregearen bi semeak. Ganymedes orduan Lurreko gaztetxorik

ederrena zen. Horregatik jainkoen biltzarrak Zeusen eradale edo kopari izan zedin aukeratu zuen. Eosen maitale kuttunena ere bazen Ganymedes, baina Zeus mutilgaztea desiratzen hasi zenean arrano-itxura hartuta Eosi lapurtu egin zion. Eosek ordinetan Tithonos, beste maitalea, hilezkor bihur zezala eskatu zion Zeusi. Eta Zeus handiak onartu egin zuen proposamena. Baina Eos hilezkortasunaren eskarian betirako gaztetasuna ere eskatzeaz ahaztu egin zela konturatu zenean, egoera tristean aurkitu ziren. Tithonos egunetik egunera zaharrago zegoen, gero eta ilezuriago, gero eta zimurrago. Eta are okerrago, atertu gabe hitz egiten zuen gero eta dardartsuago. Azkenean, arrosantzeko behatzak zituen Eos aspertu egi zen hura zaintzeaz. Zoritxarrez, emandako hilezkortasuna deusezterik ez zegoen. Egoerak gaindituta, Eosek Tithonos txitxar bihurtu eta kaxa batean gorde zuen. Heriotza eta zahartzapena, bi ameskaizto hauek bereizteko modurik balego, Tithonoson patuak alderantzizkoa (Dorian Gray-rena) baino okerragoa dirudi. Dorian Gray hilkorra da, baina bere itxurak poliki-poliki zahartzapenaren arastoak erakusten dituen bitartean gazte irauten du.

Ez dugu oraindik zahartzapenaren mekanismoa ulertzen. Benetan harrigarria da morfogenesi-prozesu guztiz korapilotsuz eratutako organismo konplexua askoz ere errazagoa dirudien lana egiteko gauza ez izatea; dagoena egoera berean man-

tendu ahal ez izatea alegia. Zahartzaroa, heldutasunaren ondorengo gainbeherakada da, eta bertan adinak aurrera egiten duen neurrian, ugalmena eta bizirik irauteko ahalmena motelduz joaten dira. Ez da sistema jakin bat degradatzen; gorputz osoa baizik. Duela zenbait hamarkada, zahartzaroa hormona batzuen (hain zuzen hormona sexualen) produkzioa murriztearen ondorio zela uste zen. Pertsona zaharrak gaztetzeko beraz, aski izan behar luke tximino gazteen gonadak ezartzea. Zoritxarrez, miraria ez zen behin ere lortu. Ikerketa gehienak, ideia batetik abiatzen dira eta ideia horrek honakoa dio: azken finean zahartzapena prozesu fisiologiko baten (edo gehienez ere gutxi batzuen) aldaketaren bidez esplikaturiko dela. Baina ideia horrek gero eta fidagarritasun txikiagoa du. Zientziako beste fantasmak bezalaxe (amaigabeko higidura kasu), Betiereko Gaztetasunaren irudia posiblearen mundutik at bide dago.

Bizitzaren iraupen maximoa espezie bakoitzaren ezaugarria da. Genomak mugatua da, beraz. Zahartzapena garapen-programaren zati kontsideratzera ere heldu dira, baina ideia hori ez da behin ere zehaztu. Beste behin August Weismann²⁷ izan zen zahartzapena eta "heriotza natural" deitu dena eboluzioaren perspektiban kokatu zuena. "Heriotza egokitzapen-fenomeno bezala hartzen dut —zioen berak— ... zeren indibiduoak infinituraino irautea benetan luxu desegokia bait litzateke". Beharrezkoa da, noski, indibiduoak indibiduo berriez

etengabe ordezkatzea. "Gastaturiko indibiduoek espeziearentzat ez dute inolako baliorik, eta kaltegarri ere izan daitezke, sano daudenen lekua hartzen badute." Denbora luzez onartu da Weismannen argudio hau. Baina zehartzapena eta heriotza eboluzio-ikuspegitik begiratuta planteatzeagatik arrazoi bazuen ere, bi akats egin zituen. Batetik, bere argudioa zirkularra da. Izan ere organismo zaharrak gastatutzat eta ugaltzen gabe-kotzat jotzea, hain zuzen argitu behar dena horrela dela ontzat ematea da. Bestetik Weismannen arrazonaketan hautespen-mekanismoari espezie-mailan (eta ez indibiduo-mailan) funtzionatzeko ahalmena ematen zaio. Eta, berriro esan, hautespen naturalak ezin du aurrikusi ez etorkizuna orokorrean eta ezta espezie konkretu baten bilakaera ere. Weismannen eritziz, organismoak ezinbesteko gainbeherakadaren menpean zeuden (makina degradazioaren menpe dauden bezala) eta gainera hautespen naturalak heriotz mekanismo espezifikoak eratua zuen, organismo zaharrak (beraz baliogabeak) deusezteko. Hala ere, zahartzapenak eta desgaste mekanikoak ez dute ezer amankomunik, eta hamarkadatan ikertzen aritu izanagatik, inork ez du inoiz heriotz mekanismo dei diezaiokeguna dagoenik frogatu.

Zaila da bizitza laburtzen duen mekanismoari hautespen naturalak aurrea hartzen diola ulertzea. Izan ere heriotz mekanismo espezifikorik ez badago, organismoa poliki hondatzen

duen mekanismoa azkar hondatzen duenari inposatuko zaiola pentsa daiteke. Paradoxa hau saihesteko, Medawar²⁸ eta Williams²⁹ ondokoa argudiatzen saiatu dira: alegia, hautespen-presioak ugalketa baino lehenagoko bizialdian bakarrik lan egiten duela. Espezie bakoitzean, organismorik garrantzitsuenak heldutasun sexuala lortzen dutenak dira; hedatzeko ahalmenik handiena horiek bait dute. Hautespen naturalak beraz, organismoak bere egoerarik onena heldutasun sexualaren aroan lor dezan bideratuko du. Gizakiek adibidez, indarririk handiena eta gaitzen aurkako erresistentziarik handiena 20 eta 30 urte bitartean izaten dute, eta heriotz tasarik txikiena 15 urte inguruan izaten da. Animaliak egoerarik onena ugalketa-aroan lortzen duela dirudi, gero gainbeheraka hasten delarik. Medawar eta Williamsen ustetan, organismoan efektu kaltegarriak sortzen dituzten geneek egon behar dute; bai mutazio hilgarriengatik eta baita beren efektu ugariengatik (batzuk mesedegarri eta besteak kaltegarri izanik) ere. Hautespen naturalak beraz, efektu kaltegarriak ugalketaren ondorengo aroan metatzeko joera izango luke. Hortik letorke bizitzaren amaieran gorputza hondatzea. Beste era batera esanda, zahartzaroko degradazioa gaztaroko sendotasunagatik ordaintzen den prezioa da. Batetik zahartzapen-abiadura, gaztaroko sasoiak gainditzen duten indarrak ezarri ahala bizkortu egingo litzateke, baina bestetik moteldu egingo litzateke, efektu kaltegarriak atzeratzeko joera duten indarren eraginez. Kontrako indarren

arteko oreka izango litzateke azken finean zahartzapen-
-prozesua eta bizitzaren iraupena gobernatuko litzukeena.
Baina garbi esan behar da gaur egun efektu kaltegarriko gene
hipotetiko horietaz ezer ez dakigula. Izaki abstraktuak besterik
ez dira oraindik.

* — * — *

Zahartzapenarekin, denboraren ideia biziari hertsiki lotzen
zaio. Greziarrentzat denbora gertakizun zikliko batzuez nahiz
bizitza eta heriotzaren marea etengabeaz mugarritatua zegoen.
Homerok dioenez, "gizakiak Lurretik hostoak bezala pasatzen
dira: haizeak batzuk lurrera botatzen baditu, baso indartsuak
udaberria datorrenean beste asko sorterazten ditu. Gizakiengan
ere horrelaxe segitzen dute belaunaldiek batabestearen ondo-
ren³⁰." Ihes egiten duen alabeharraren ideia hau, errealitatearen
osotasunari aplikatzen zitzaion, aldi berean urtaroen zikloa,
ospakizunen periodikotasuna eta belaunaldien segida ezartzen
zelarik: denbora kosmikoa, denbora erlijioso eta giza denbora
hain zuzen. Geroago, greziarren historian denbora Khronos
izeneko jainko bihurtuko zen. Teogonia orfikoan adibidez,
Khronos kosmoaren sorreran bertan kokaturik zegoen. Muns-
tro polimorfiko moduko batez irudikatzen zuten eta harengan-
dik irten zen arrautza lehena, zeina bi zatitan ireki zenean lehe-

nengo zero–lurrak eta geroago jainkoak eta hilkorrak sortu bait ziren³¹.

Geure eboluzio–mitologia propioan, zeregin garrantzitsua du denborak. Mundua oro har eta bizidunen mundua bereziki moldatu duten faktoreetako bat bailitzan hartzen da. Berez, denbora parametro bezala hartu beharra, biologiaren eta fisikaren alderdi gehienen arteko diferentzia bereizgarria da. Izan ere kurioski, fisikaren funtsezko teorietan ez dago denbora bekto-
rerik. Mundu fisikoan denborazko asimetria batzuk badaude; unibertsoaren hedapena edo beren iturrietatik uhin elektromag-
netikoak hedatzea adibidez. Baina duela gutxi arte, denboran simetrikotzat jo dira fisikaren oinarrizko legeak, mekanika kuantikoa edo elektromagnetismoa. Gaur egun ere berdintsu pentsatzen da. Partikulen jaiotza eta heriotza adibidez, prozesu hertsiki alderantzizkotzat kontsidera daitezke. Asimetria, fe-
nomeno osagarritan bakarrik agertzen da. Termodinamika itzulezina agertu arte, denboran asimetricoa zen legeak (bi-
garren legeak adibidez), gutxigorabehera eta denboran sime-
triko ziren legeetatik ondorioztatuta bakarrik zirudien egia. Atzekoz aurrera proiektaturiko pelikulek, denbora alderantziz lukeen mundua nolakoa izango litzatekeen imajinarazten dute. Mundu horretan esnea kafetik katiluan bereizi eta txarroraino igoko litzateke; edo argi–izpiek hormetatik ihes egingo lukete leihatilan bilduz, argi–iturritik irten ordez; edo harria ttantta

ugariren eraginez uretatik kanpora jaurtiko litzateke parabola deskribatuz eta gizaki baten eskura helduz. Baina denbora alderantziz legokeen munduan gure garunaren prozesua eta gure oroimenaren eraketa ere alderantzizkoak izango lirateke. Gauza bera gertatuko litzaieke iraganari eta etorkizunari. Eta mundua oraintxe bezalaxe agertuko litzaiguke.

Fisikaren adar gehienetan ez bezala, biologian denbora parametro nagusietako bat da. Denbora bektorea nonnahi agertzen da bizidunen munduan zehar, zeina denboran zeharreko eboluzioaren emaitza bait da. Bere bizitzaren garapenean etengabe aldatzen den organismo bakoitzean ere aurkitzen da. Iragana eta etorkizuna guztiz norantza desberdinen adierazgarri dira. Bizidun izaki oro, jaiotzatik heriotzarantz doa aurrera. Indibiduo bakoitzaren bizitza plan baten arabera garapenaren menpe dago, eta berezitasun honek eragin handia izan zuen Aristotelesen filosofian eta, noski, mendebaldeko kultura osoan, bere teologian, bere artean eta bere zientzian. Biologia molekularrak bete du denbora askoan berezitasun honek (plan baten arabera garapenak alegia) unibertso fisikoa urrunduz sortzen zuen zanga. Bizia dagoen edonon beharrezko den denbora bektorea, orain gure mundu-adierazpenaren parte bihurtu zaigu. Biologiaren espezialitatea da; bere zigilua, nolabait esan.

Organismo gehienek, beren ziklo fisiologikoak gobernatzeko barne-erlojuak dituzte. Beren funtzionamendua, portaera edo existentzia bera oinarritzeko denak daude memori sistemez horniturik. Sistema horietako bat, sistema genetikoa, organismo guztiek dute. Funtsean, espeziearen memoria da; eboluzioaren ondorioa. DNAn zifratuak du gertaeren arrastoa, zeintzuen bidez belaunaldietan zehar oraingo egoerara heldu bait da. Arestian eztabaidatu dugunez, geneei bizitzako gorabeherak ez diete zuzenean erasotzen. Hartutako karaktereak ez dira ondorengoengana transmititzen. Esperientziak ez dio herentziari irakasten. Eta azken finean inguruneak herentziari eragiten badiu, hautespen naturalak ezarritako bide luze eta bihurrian zehar ibilita gertatzen da.

Organismo konplexuek beste bi memori sistema ere badituzte. Bi sistema horien doikuntza geneek gobernatzen dute eta beren eginkizuna indibiduoak bizitzako zenbait gertaera erregistratzea da. Inmunitate-sistema hasieran, gorputzak askotan infekzio baten oroitzapena duelako detektatu zen. Aspalditik ezagutzen da gaitz jakin batzuek indibiduo bera ez dutela bi aldiz jotzen. XV. mendean txinarrek nafarreriaz kutsatutako pertsonen zarakar ihartuak xehetzen zituzten, gero hauts hura arnastuz nafarreritik babestuko zirelakoan. Hiru mende geroago Jenner-ek frogatu zuenez, txertoa (antzeko gaitza, baina onbera) inokulatuta ondorengo nafarrieri-infekziotik babes

zatekeen. Baina benetan immunologia zientzi gisa Pasteur-ek oiloa egun batzuetan hil zezakeen bakterio-kultibo berriaren ordeztu germen bereko kultibo zaharra inokulatu zuenean jaiotzen. Oiloak injekzioa jasateaz gain, beste birus-kultiboa inokulatu zitezaionerako immunitatea lortu zuen.

Mende bat geroago, immunitate-sistemari konplexutasun ikaragarria ikusi zaio. Oso zelula espezializatuak parte hartzen dute; linfa-zelulek (zeintzuk konbinazio desberdinak osatuz elkartzen bait dira, zelulatik zelulara zuzenean edo seinale kimikoen bitartez lotuz). Enbrioiaren garapenean immunitate-sistemak berea duena eta ez duena bereizten ikasten du. Horrela gauza da bai zenbait gaitzen eraginez aldatu dauden bere osagaiak kontra egiteko eta bai gorputzera sartzen diren molekula arrotzei ("antigenoak") kontra egiteko. Gorputzaren erantzuna honakoa izaten da: antigenoa neutralizatu duten antigorputzak odolera jariatzea. Erantzuna zelula espezializatuak bitartez ere eman dezake, antigenoak deuseztuz; txertoa errefusatu esate baterako. Era batera zein bestera, zelula-multzo batzuek egitura-kopuru ikaragarriari aurka egiteko ahalmena lortzen dute, informazio genetikodun zati gutxi batzuk era posible guztietan elkartzen direlako. Kasu batean nahiz bestean, antigenoarekin topo egin baino lehen erantzuna emango duten zelulak ekiteko prest daude. Beraz bizitzaren eskarmentua da (lehendik dagoen egitura-aukera zabal batean

hautespena eginez) indibiduoari beren inmunitate-saioak burutzeko bidea ematen diena.

Sistema genetikoa eta inmunitate-sistema, espeziearen eta indibiduoaren lehena hurrenez hurren erregistratzen duten memoria dira. Izaki biziduna ordea, ez da organismo-katearen azken maila bakarrik. Biziak ez du iragana erregistratzea soilik egiten; etorkizunari ere begiratzen bait dio. Itxura guztien arabera, organismo multizelularrengan zelula desberdinen portaera koordinatzeko tresna bezala agertu zen nerbio-sistema. Gero, indibiduoaren bizitzako gertaera zenbait erregistratzeko eta gogoratzeko ahalmena zuen makina bilakatu zen. Azken finean, etorkizuna asmatzeko gai izan zen.

* — * — *

Izaki bizidunek, bizirik iraun, hazi eta ugalduko badira, beharrezkoa dute etengabeko materi, energi eta informazio-fluxua. Edozein organismok derrigorrezko premia du, beraz, bere ingurunea (edo bere bizitzaren eskakizunei dagozkien ingurune-alderdiak) nabaritzea. Organismorik xumeenak, bakteriorik apalenak, bere eskueran zein janari-mota dagoen "jakin" behar du, bere metabolismoa horren arabera egokitzearren. Mikroorganismoetan pertzepzioa eta erantzuna ge-

neek zorrotz zehazten dute. Batean zein bestean aukera bakarra da: bai ala ez. Bakterio batek nabari dezakeen guztia, proteina batzuen bitartez bere programa genetikoak detektatzea onartzen diona da, eta proteina bakoitzak espezifikoki konposatu jakin bat "ezagutzen" du. Bakterioarentzat kanpoko mundua disoluzioan dauden substantzia batzuk besterik ez da.

Eboluzioak berea duen prestazio-hobekuntzak, berekin du, noski, pertzepzioa fintzea; kanpotik organismoak jasotzen duen informazioa aberatsagoa izatea, bestela esan. Animaliek bide asko dituzte kanpoko mundua aztertzeko. Batzuek sentitu egiten dute, beste batzuek entzun eta zenbaitek ikusi. Organismo bakoitzak kanpoko munduaren berriak nolabait jasoitzeko bere ekipamendu berezia du. Espezie bakoitza bere sentimenezko munduan bizi da eta gainerako espezieek erabat edo neurri batean mundu horretatik at egon daitezke. Erleek adibidez, argi gorririk ez dute ikusten, baina guk ikusten ez dugun argi ultramorea bai. Eboluzioak mekanismo espezifikoko asko sorterazi ditu: saguzarren ultrasoinuen oihartzunagatiko detekzioa, arrain batzuegan organo elektrikoa, sugeengan begi infragorria, erleengan argi polarizatuarenganako sentikortasuna, hegaztiengan eremu magnetikoarekiko sentikortasuna, etab. Organismo orok bere inguruneko zati bat baizik ez du detektatzen, eta zati hori desberdina da organismoaren arabera.

Behe-mailako ornodunengan, sentimenezko informazioa zurrunki bihurtzen da informazio motonerbioso. Animalia hauek erantzun egokiak sortzen dituzten estimulu globaleko munduan bizi direla dirudi. Etologoek diotenez, "jatorrizko erantzun-mekanismoak" dituzte. Hegaztiengan (eta are gehiago ugaztunengan) ordea, ingurunetik datorren informazio-multzo ikaragarria sentimen-organoetan iragazi egiten da eta gero garunak tratatu egiten du kanpoko munduaren irudikapen sinplifikatua (baina erabilgarria) sortuz. Garunak, egia metafisikotzat hartzen den munduko irudi zehatza erregistratuz ez du funtzionatzen; bere irudi propioa sortuz baizik.

Espezie bakoitzarentzat hautemandako kanpo-mundua sentimen-organoen araberakoa izateaz gain, garunak sentimenezko edo higidurazko gertaerak integratzeko eraren araberakoa ere bada. Espezie desberdinek estimulu-aukera bera jaso izanagatik, beren garuna elkarren antzik gabeko berezitasunak hautemateko moduan antolatuta egon daiteke. Informazioa tratatzeko era bestelakoa delako espezie desberdinek hautemandako ingurunearen irudia ere oso bestelakoa izango da; estimuluak bi mundu desberdinetatik etorrira bezain bestelakoa. Gu geu ere, gizakiok alegia, geure sentimen- eta nerbio-ekipamenduak inposatzen digun munduaren irudikapenaren eraginez oso mugaturik gaude. Horregatik zail gertatzen zaigu

mundua beste era batera ikus daitekeela pentsatzea. Nekez imajinatzen dugu euliaren, zizarearen ala kaioaren mundua.

Organismoak bere ingurunea aztertzeko era edozein izanda ere, lortzen duen pertzepzioak ez du derrigorrean "errealitatea" (edo zehatzago esanda bere portaerarekin zuzenean loturiko errealitatearen alderdi-multzoa) isladatzen. Txoriak bere kumeen ahora eramango dituen intsektuez sortzen duen irudian, gutxienez errealitatearen alderdi batzuk daude. Bestela ez luke kumerik izango. Tximinoak jauzi eginda zapalduko duen adarraz, errealitatearekin zerikusia daukan irudia sortzen du. Bestela ez litzateke tximinorik egongo. Eta gizakiongan gauza bera gertatuko ez balitz, ez nintzateke orain hemen arazo hau eztabaidatzen arituko. Errealitatearen alderdi batzuk hautematea, eskakizun biologikoa da. Baina alderdi batzuk bakarrik, noski, zeren eta kanpoko munduaz dugun pertzepzioan informazioa eurrez iragazten bait da. Gure sentimen-mekanismoen bidez, geure logelara tigrea sartzen ari dela ikus dezakegu. Ezin dugu ordea, fisikariek diotenez tigrearen errealitatea osatzen duen partikula-multzoa detektatu. Kanpoko munduak, zeinaren "errealitatea" intuizioz ezagutzen dugun, nerbio-sistemak sortua dela dirudi. Neurri batean, mundu posiblea da; eguneroko bizimoduan erabil dezan, organismoari informazioa tratatzeko bidea eskaintzen dion erredua. Ondorioz, "errealitate biologikoa" edo antzeko zerbait (espezie jakin bateko garunak

kanpoko munduaz eraikitzen duen irudi berezia) definitzeko premia dago. Errealitate biologiko horren kalitateak oro har nerbio-sistemarekin (eta batez ere garunarekin) batera eboluzionatzen du.

Duela urte batzuk portaera-possibilitateez Harry J. Jerison-ek³² honako hau esan zuen: ugaztunen garunaren garapenean "errealitate biologiko" horren kalitatea hautespen-presioaren faktore bat izan zatekeela. Auzi honetan Jerisonek denborari egozten dio zeregin nagusietako bat. Eboluzioan zehar denbora parametroa munduaren irudikapenean poliki-poliki sartu bide zen, zeren eta behe-mailako ornodunengan nekez egon bait zatekeen. Sugeak adibidez, ez dirudi denbora hautemateko gai direnik. Irudikapen espaziala, erretinan kokatutako analizadore batek kodetzen du. Lehen ugaztunak, gauez bizitzera derri-gortutako animalia txikiak ziren. Orduan izan ere, narrasti handiak zeuden (dinosauruak esate baterako) haien lurraldeetan. Ingurunea urrutitik aztertu ahal izateko, gaueko bizimoduak ikusmena entzumenaz eta usaimenaz ordezkatu zituen. Bi ondorio izan zituen hark: batetik garuneko entzumen-alderdia haztea, horrela belarrarian lekurik aurkitu ez zuen neurona-masa berria kokatu ahal izateko, eta bestetik informazio espaziala denborazko kodeaz tratatzeko era berria sortzea (saguzarren modura edo, zeintzuek objektuak radarraren bidez soinua igorri eta oihartzun-iturria kokatuta aurkitzen bait dituzte). Geroztik,

beste etapa batzuetan ugaztunengan garuna hazi eta "errealitate biologikoa" aberastu egin zen.

Narrasti erraldoiak desagertu zirenean, ugaztunek bizimodu egunez egin ahal izan zuten. Ez ziren ordea narrastien ikusmen-aparatu zaharraz baliatu. Askoz ere sistema finago eta garatuagoa erabili zuten. Koloreak ikusten zituzten eta analizadoreak erretinan eduki ordez garunean zeuzkaten. Ikusmeneko eta entzumeneko informazioak denborazko eta espaziozko kode batez integratu ahal izan ziren. Horrela argi- eta soinu-estimuluak iturri amankomunei (hots, espazioan eta denboran irauten duten objektuei) lotzerik egon zen. Goi-mailako ugaztunen garunak iratzarrita dagoenean heltzen zaion informazio-kantitate ikaragarria trata dezake, informazio hori masatan (hau da, animalia-aren espazio eta denborazko munduaren "objektuak" edo bere eguneroko bizimoduko elementuak osatzen dituzten gorputzetan) antolatuta dagoelako. Ildo berorri jarraituz, pertzepzioa espazio eta denboran aldatzen bada ere objektuaren identifikazioa gordetzea posible dela esan behar da. Era berean azter daitezke *Homo sapiens* izeneko izatera iritsi denaren entzefalogintzako etapak. Kasu honetan ere kanpoko munduaren adimenezko irudikapena prozesuan zehar aberastu egin zen, eta oraingoan ere Jarisonek dioenez denborak zeregin garrantzitsuenetakoa izana du. Izan ere hominidoengan hautespenak eragindako presioa, entzumenaz espazioko lokalizazioari

laguntzekoa izan zen, soinu–iturriak hobeto detektatu ahal izateko. Horrela espazio eta denborazko munduaren irudi integratu eta koherenteagoa lortu zen, higidurazko objektuak ikusi, entzun, sentitu eta ukitu ahal zirelarik. Bestetik objektu horiek denboran zehar mantenduz, beren irudia buruz ikas zatekeen. Irudi hori antolaturik dagoeneko erak, ondorio batzuk sortzen ditu; garunaren bi ezaugarri nabarmenenetan bereziki. Batetik, iragandako gertaeren irudi memorizatuak bere osagaitan zatitu egin daitezke, eta gero zati horiek birkonbinatuz, egoera berriak edo ordurarte ezezagun ziren irudikapenak sortzeko modua dago. Hori dela eta, iragandako gertaeren irudiak gorde ahal izateaz gain gertakizun posibleak imajinatu eta etorkizuna asma daiteke. Bestetik, sekuentzia tenporalen entzumen–pertzepzioak ahots–aparatu sentso–motorearen aldaketa batzuekin konbinatuz, ezagutza bidezko irudikapen hori era guztiz berrian sinboliza eta kode daiteke. Ikuspegi honen arabera, indibiduen lengoai bidezko komunikazioa bigarren mailan gero sortua izango zen. Hizkuntzalari asko ere eritzi horretakoak dira. Lengoaiaren lehen funtzioa, lehen ugaztunak agertu zireneko eboluzio–etapa paraleloetan bezalaxe, errealitate konplexu eta aberatsagoa irudikatzea bide zen; informazio gehiago efikazia handiagoz tratatzeko modua. Animalia erreinu osoak garbi erakusten du indibiduen arteko komunikazioa zein erraz ezartzen den. Taldeka ehizatu eta bizi behar zuten hominidoengan ere, aski ziren kode sinpleak bizitzako bere-

halako ekintzei buruzko informazioa maneiatzeko. Baina ikusmen– eta entzumen–mundua asteak edo urteak igaro ondoren objektu eta gertaerak zehatz–mehatz deskribatu eta ezagutzeko moduan adierazteak, askoz ere kode–sistema landuagoa eskatzen du. Dirudenez lengoiaia paregabe bihurtzen duena ez da ekintzarako jokabideak komunikatu ahal izatea; sinbolizazioa edo ezagutza bidezko irudiak gogoratzea posible egitea baizik. Gure "errealitatea" geure hitz eta esaldien bitartez eraikitzen dugu, geure ikusmen eta entzumenaren bitartez bezalaxe. Giza lengoaiaren malgutasuna gainera, irudimena garatzeko tresna berdingabea da. Ikurrez konbinazio–multzo infinitua egin daiteke. Irudimenean mundu posibleak sor daitezke.

Ikuspegi honen arabera, gutako bakoitza zentzu eta lengoaiak hornitutako informazioaz geure garunak eraikitako mundu "erreal"ean bizi gara. Eta mundu erreal horixe da bizitzako gertaera guztiak gertatzen direneko eszenategia. Garunak bizitzan zehar izango duen esperientzia desberdina da indibiduo batean ala bestean. Hala ere, esperientzia horiek sortzen dituzten munduaren irudikapenak hitzen bidez komunikatzeko adina berdin badira. Kontzientzia, norberaren pertzepzioa litzateke, norbera "errealitatearen" zentruan dagoen "objetu" izanik. Objetu kontsideratutako norberaren existentzia, pertsonarena alegia, gure baitan finkatutako intuiziorik sakonenetakoa

da ezbairik gabe. Norberaren kontzientziaren hasiera eboluzioaren zein etapatan detekta daitekeen erabakitzea oso zaila da. Agian argibideren bat ispiluan nork bere burua ezagutzeko gaitasunak eman diezaguke. Gaitasun hori izan ere, primateen eboluzioan zenbait maila konplexutan bakarrik agertzen da. "Errealitatearen" irudiak eratzeko, birkonbinatzeko eta irudi-menaz mundu posibleak irudikatzeko ahalmenarekin konbinatzen denean, norberaren kontzientziak gizakiari iraganaren existentzia ezagutzeko bide ematen dio; bere bizitza baino lehenagoko aldi baten existentzia egiaztatzekoa. Biharamuna imajinatzeko ahalmena ere ematen dio; etorkizuna asmatzekoa, bere heriotza eta heriotz ondorengoa barne direla. Orainalditik deserrotu eta posiblea sortzeko bidea eskaintzen dio.

Tradizio epistemologiko zaharra (oraindik ere aldeko asko ditu; Europan batez ere), lehenik eta behin introspektzioan oinarritzen zen. Berarentzat gertaera mentalak eta gertaera fisikoak ez dira izaeraz berdinak. Zaila da, beraz, eboluzio-prozesutik hautespen naturalez izpiritu inmateriala sortu dela ulertzea. Eta materia osatzen duten partikulei psike modukoren bat ezartzeak ez du ezer konpontzen. Nekez gera daiteke, bada, ondoko ondoriora heldu gabe: alegia, "izpiritua" garunaren antolakuntzaren emaitza dela, "bizitza" molekulen antolakuntzarena den bezalaxe. Unbieroso inertetik izaki bizidunak nola sortu ziren egunen batean argituko dela ez dago esaterik. Ezta

garunaren eboluzio eta guk pentsamendu deitzen diogun propietate–multzo definigaitza nola agertu zen ezagutuko dugunik ere. Arazoa ez dago batere garbi.

Garunaren edo izpirituaren eboluzioa deskribatzeko egiten den edozein saiakuntza, istorio sinplea edo eszenarioa besterik ez da. Berez oso eszenategi desberdinak proposa daitezke, erabilitako argudioen arabera (psikologikoak, etologikoak, neurologikoak, paleontologikoak, etab. izan daitezke) batari ala besteari garrantzi handiagoa emanez.

Jerisonek kontatzen digun istorioa batez ere datu paleoneurologikotan oinarritzen da; garunaren eta gorputzaren arteko tamaina erlatiboetan bereziki. Ornodun fosilen azterketatik ondorioztatutako elementu hauek medio, entzefalizazio–prozesuaren etapa nagusiak berreraiki daitezke. Jerisonen hipotesia guztiz erakargarria gertatzen bazaigu, elementu bera erabiltzen duelako da; kanpoko munduaz informazioa jaso eta errealitatea irudikatzea hain zuzen. Hori hartzen du ugaztunen (hominidoak barne direla) eboluzio osoan zehar hautespen–presio iraunkorraren faktoretzat. Giza iharduera batzuk ere (arteak, mitoen sorkuntza edo natur zientziak adibidez), norabide bereko kultur garapentzat har daitezke. Arteak, neurri batean, era desberdinez munduaren antzeppen pribatuari dagozkion alderdi batzuk komunikatzeko ahalegintzat har

daitezke. Mitoak sortzean, besteak beste munduarekiko informazio-zatiak koherentzi apur batez antzeppen publikoan integratzea nahi izaten da. Natur zientziei dagokienez berriz, munduaren antzeppen publiko hori zehazteko eta errealitatearen ikuspegi zintzoagoa eskaintzeko era zaharra da, nahiz eta Errenazimentuaren bukaeran berritua izan. Iharduera guzti horietan giza adimenaren premia dago. Errealitatearen zatiak birkonbinatuz egitura, egoera edo ideia berriak sortuta burutzen dira guztiak. Eta munduaren irudikapenean sortutako aldaketa baten ondorioz, mundu fisikoan aldaketa eragin daiteke, garapen teknologikoen efektuek nabarmentzen dutenez.

* — * — *

Gizateria bereizten duen ia guztia kultura hitzera bil daiteke. Kultur ezaugarrien transmisioak ezaugarri biologikoen transmisioarekin duen antza ez da batere azalekoa. Batzuetan gainera "kultur herentzia" hitzez adierazten da. Bi sistemen arteko antzik handiena, aldaketarako (beraz eboluziorako) aukerarekin kontserbakor izateko joeran datza. Baina kultur ezaugarriak mekanismo lamarckarrez hedatzen dira. Kultur eboluzioa beraz, eboluzio biologikoa baino ordena batzuk azakarrago (abiadura bizkorragoan) sor daiteke. Biologiari dagokionez, XX. mendeko gizakiak orain dela hogeitamar edo berrogei mila

urteko gizakiaren ondoan ez du funtsezko desberdintasunik. Mende honen bukaeran hiltzen den gizakiaren gizarte-, kultur eta teknologi munduak berriz, jaio zenekoarekin ia ez du zerikusirik.

Zientzi arlo batek zenbat eta giza arazo gehiago aztertu, bere teoriak tradizio eta sinesmenekin gatazka sortzeko aukera handiagoa dago. Era beran, zientziak ematen dituen datuak helburu ideologiko eta politikoz erabiltzeko arriskua ere handiagoa da. Hori da orain biologian gertatzen dena, izaki bizidunen jarrera batzuetan jatorrizkoaren eta hartuaren parte erabakitzeotan eztabaida zaharra berpiztu denean. Organismo sinpleengan portaera geneetan zehatz-mehatz ezarrita dago. Organismo konplexuagotan programa genetikoa ez da hain mugatzailea; "irekiagoa" da Ernst Mayr-en³³ hitzetan, zeren eta portaeraren alderdi desberdinak ez bait ditu azken xehetasuneraino ezartzen. Organismoari aukeratzeko bidea uzten dio; erantzuteko askatasun-maila bat ematen dio. Agindu zurrinak inposatu ordez, ahalmen eta gaitasunez hornitzen du organismoa. Programa genetikoen irekitze hori, areagotu egin da eboluzioan zehar, gizakiak gainak eman dizkion arte. Gizakiaren berrogeitasei kromosomek gaitasun fisiko zein psikikoak ematen dizkiote, eta berak horiek oso era desberdinetan ustia eta gara ditzake hazi eta bizi den gizarte edo inguruaren arabera. Umeari adibidez, bere ekipamendu genetikoa ematen dio hitz egiteko

gaitasuna, baina bere inguruneak irakasten dio hizkuntza bat (eta ez bestea). Beste edozein ezaugarri bezalaxe, gizakiaren portaera gene eta inguruaren arteko etengabeko elkarrekintzaren bitartez eratuz joaten da. Biologia eta kulturaren elkarrekiko menpekotasun hau askotan gutxiesteko joera dago (eta zenbaitetan ukatzekoa ere bai) arrazoi ideologiko eta politikoengatik. Bi faktore hauek gizakiaren formazioan osagarri eta askaezintzat kontsideratu ordez, elkarren aurka jarri nahi izaten dira. Herentzia eta ingurunea bi indar kontrajarri bezala hartu nahi dituzte, gero gizabanakoaren portaera eta jarreretan bataren nahiz bestearen pisua neurtzearen. Eman behar giza portaeraren eta bere asalduren jatorrian bi faktore hauek elkar ukatu behar dutela! Eskola, psikiatria eta sexuen izakerari buruzko eztabaida askotan muturreko bi jarrera kontrajarri ohi dira. Bi jarrera horiek, nolabait musika–tresnekin konparazio eginez, garuna zinta magnetiko huts ala fonografo-rako disko bezala kontsideratzen dute. Zinta magnetikoak ingurutik edozein musika–zati erregistratzeko (eta gero nahi bada jotzeko) instrukzioak jasotzen ditu. Diskoak aldiz, dagoen inguruan dagoela, bere mikroildoetan grabaturiko musika jotzea besterik ez dezake egin.

Zinta magnetikoaren zaleek askotan ideologia marxistaren eragina dute, eta horren arabera gizakia bere klase sozial eta heziketaz eratu dago. Horientzat gizakiaren irudimen–

–gaitasunek biologia eta herentziarekin ez dute zerikusirik. Dena kultura, gizarte, ikasketa, baldintzapen, esfortzu eta produkzio–modu hitzekin argitzen da. Beraz gizakien jarrera eta talentuetan herentzi desberdintasun edo dibertsitateak desagertu egiten dira horrela. Gizarte–desberdintasunek eta heziketa–desberdintasunek bakarrik dute esku arazo honetan. Biologia eta bere baldintzak giza garunaren aurrean makurtu egiten dira! Muturreraino eramandako forma emanda, jarrera hau ez dago mantentzerik. Ikasketa ez da ezagumendu–forma batzuk lortzeko programa aplikatzea besterik. Ikasteko makina ez dago egiterik bere programan ikasketarako moduak eta baldintzak inskribatzen ez badira. Harriak ez du ikasten eta animalia desberdinek gauza desberdinak ikasten dituzte. Umeak, ongi definitutako ikasketa–etapak ditu. Eta neurobiologiak eskaintzen dituen datuek diotenez, gizakiaren ahalmen eta gaitasunen oinarrian dauden nerbio–zirkuituak neurri handi batean behintzat jaiotzatik biologikoki zehazturik daude. Zentzu horretan zinta magnetikoaren defendatzaileek XIX. mendeko bitalisten portaera dute. Haientzat izaki bizidunek ez zuten gorputz inerteen propietateak gobernatzen dituzten lege fisikoen arabera jokatzek; bizi–indar misterioitsu baten arabera baizik. Gaur egun bizi–indarra desagertu egin da. Gorputz inerteek bezalaxe, izaki bizidunek fisika eta kimikaren legeei obeditzen diete. Gainera beste lege batzuei ere obeditzen diete, zeren eta beste premia batzuk ere (elikadura, ugalketa eta abar) betetzen bait

dituzte, eta horiek bizigabeetan ez dute inolako zentzurik. Era berean gizakiengan faktore biologikoen gainean faktore psikikoak, linguistikoak, kulturalak, sozialak, ekonomikoak, etab. ezartzen dira. Giza garuna bezain multzo konplexua ezin da jakintza-arlo bakar batez argitu eta ezta jakintza-zati desberdinen bidez ere, nahiz eta bakoitzari garrantzi erlatiboan arabera dagokion koefizientea eman. Gizakiaren azterketa ezin da biologiara mugatu, baina biologia ez dago bazterterik, biologiak fisika baztertu ezin duen bezalaxe.

Defendaezina da, gurekiko, kontrako joera ere; fonografo—diskoarena alegia. Ikuspegi hori maiz filosofia kontserbakorrek loturik egoten da eta oinarrian arrazismo eta faxismo era desberdinak izan ohi ditu. Ia irudimen-gaitasun guztiak herentziari lotzen zaizkio eta inguruari ia eraginik ez zaio aitorzen. Ikasketa eta hezkuntza hobetzeko itxaropena alde batera uzten da, beraz. Jainkoaren kreazioz mundua agertu zenez gero, "giza izaera" unibertsoa harmonia orokorraren alderdi bat besterik ez zen. Jainkoak gizateriari ezaugarri—multzo bat eman zion eta giza arazoak gobernatzen dituzten arauak ezarri zituen, oso hierarkia sozial, ekonomiko eta politiko zehatzaren arabera. Kreazioa eboluzioaz ordezkatu zenean, gizarteko *statu quo* defendatzen zutenek Jainkoaren borondatearen lekuan ipintzeko beste argumentu bat bilatu beharrean aurkitu ziren. Baldintza biologikoetara jo zuten, giza portaerari mugak ipin-

tzearen oinarria zientifikotzat hartuz. Izan ere pertsona baten emaitzek ahalmen genetikoak isladatu izanagatik, desberdintasun sozialak zuzen-zuzenean desberdintasun biologikoen ondorio dira. Gizarte-hierarkia aldatuko dela amestea ere alferrikakoa da.

Gaur eguneko bertsioan, disko genetikoaren ikusmolde hau bi alorretan euskarriak bilatzen ari da. Lehenengoa soziobiologo gizaixoenek bultzatuko erredukzionismoa da. Giza izpiritua genetikoki azken xehetasuneraino programatutako makina bezala hartzen dute. Bigarren alorra inteligentzi koziante (edo IK) delakoaren neurketan eta herentziaz transmititzeko gaitasunean oinarritzen da. Azterketak batez ere bitelo bakarreko edo bi biteloko bikien emaitzak konparatuz egin dira.

IKren esanahia, neurtzen duena eta edozein baldintza kulturaletik at probak asmatzeko posibilitatea dira lehengo eta oraingo eztabaida sutsuen gaietako batzuk. Eztabaida horietan sartzeko asmorik gabe, IKren printzipioak biologoa harrিতa uzten duela aitortu nahi nuke. Nola pentsa liteke adimen global deitzen dena kuantifikatzeaz? (Kontzeptu hori ez dago garbi definiturik eta elementu desberdinak hartzen ditu bere baitan: mundua eta bera gobernatzen duten indarren irudikapena, baldintza desberdinetako zenbait egoeratan erantzuteko ahalmena, ikuspegi-zabaltasuna, egoera bateko elementu guztiez jabetu

eta erabakia hartzeko bizkortasuna, antzekotasun gutxi–asko ezkutuak somatzeko gaitasuna, lehen begiradan konparagarria ez dena konparatzekoa eta beste ezaugarri asko). Nola pentsa liteke 50etik 150erainoko eskalan linealki aldatzen den parametro simple batez hain propietate konplexuen multzoa kuantifikatzeaz? Eman behar zientzian garrantzitsua neurtzea dela, neurketen helburua edozein izanda ere! Badirudi teoria eta esperientziaren arteko elkarriketan hitzek ekintzen aldean lehentasuna dutela! Horrelako ustea ustela da, noski. Zientzi arloan teoriak du beti lehen hitza. Lortzen diren datu esperimentalek, teoria horren baitan bakarrik dute esanahia. Herentzia/ingurua delako bihozkadazko eztabaidan, "dena herentzia" ziotenentzat aspalditik arrazoirik sendoena zena zalantzan jarri dute azken aldiko aurkikuntza batzuek. Bikien IKri buruz Cyril Burt psikologo britainiarrak lortutako emaitzak ziren arrazoi horren funtsa, baina emaitza horiek, neurri batean behintzat, asmatutak izan ziren³⁴.

Beraz, giza portaeraz edo bere irudimen–gaitasunen osagai genetikoei buruz biologiak ez du zer esan askorik. Genetikaren metodoa honakoa da: ikusten denaz edo sumatzen diren ezaugarriez (fenotipo deitzen zaionaz) baliaturik, ezkutuan dagoena, geneen egoera, (genotipo deitzen dena) ondorioztatzea. Sistema honek oso ederki funtzionatzen du fenotipoa gutxi gorabehera bederen genotipoaren islada denean. Hori da adibidez odol–

taldeen kasuan edo belaunaldiz belaunaldi azter daitezkeen malformazio heredagarri batzuen kasuan. Gizakiaren osaketa genetikoarekin loturik daudela dirudien zenbait gaixotasun ere talde honetara sar daitezke. Gehienetan fenotipo eta genotipoaren arteko lotura ez da ezinbesteko eta erabateko koerlazio osoa izaten; agertzeko probabilitatekoa baizik. Bizi-baldintza berdinetan, minbizi- edo artritis-mota jakin batzuk genotipo jakin batzuk dituztenengan maizago agertuko dira. Giza garunaren eta bere ekintzen kasuan ordea, genetikaren metodoak aplikatzea ez da batere erraza. Pentsa liteke hautespen artifizialezko eta heredagarritasun-neurketazko saiakuntzak egitea, baina hautespen artifiziala ez dago gizakiongan burutzerik. Gainera gizakiarengan ikus daitezkeen irudimen-ekintzek ez dute geneen egoera zuzenean isladatzen. Genotipo eta fenotipoaren artean diharduten egitura askoren egoera adierazten dute; garunaren alderik sakonenean ezkutaturik dauden eta integrazio-maila askotan funtzionatzen duten egituren egoera hain zuzen. Egitura horiek geneekin duten erlazioaz ez dakigu deusik ere eta saiakuntz bidez hautematerik ez dugu. Egitura horiek eratzen herentziak badu bere zeregina, noski. Badakigu giza emaitzetan kromosometako mutazio eta alterazioek kalteak sor ditzaketela. Bestetik inguruak egitura horien garapenerako garrantzi handia duela ere nabarmena da: umeengan maitasun eta arreta faltak kalteak sortzen dituztela ezagutzen dugu.

Edozein ume normalek, edozein giza taldetan hazteko, edozein hizkuntza ikasteko, edozein erlijio zein gizarte–baldintza bereganatzeko gaitasuna du. Sinesgarriena, honakoa da: programa genetikoak *harrera–egitura* dei daitezkeenak hornitzea eta horiei esker haurrak ingurutik datozkion estimuluen aurrean erantzutea, erregulartasunak bilatu eta detektatzea eta beren elementuak memorizatuta konbinazio berritan berriro plazaratzea. Ikasketarekin nerbio–egitura horiek emeki–emeki finduz eta eratuz joaten dira. Irudimen–ekintzen oinarri diren nerbio–egiturak, alderdi biologiko eta kulturalaren arteko etengabeko ekintzagatik hel eta antola daitezke haurraren garapenean. Baldintza horietan azken antolakuntzaren zati bat herentziari eta gainerakoa inguruari dagokiola esateak ez du zentzurik. Ezta Romeo–k Julieta–renganako zuen joera jatorriz genetikoa ala kulturala zen galdetzeak ere. Organismo bizi guztiak bezalaxe, gizakia genetikoki programatuta dago, baina ikasteko programatuta. Jaiotzen denean, naturak aukera zabala eskaintzen dio. Gauzatzen dena, poliki–poliki eraikitzen da bizitzan zehar, inguruarekin elkarrekintzan. Ugalketa sexualak giza biztanlerian sortzen duen dibertsitatea, benetan den gauzatzat ez da hartzen, zeren eta eboluzioaren motore nagusietako bat bait da; gu hori gabe munduan ez bait ginateke egongo. Gehienetan dibertsitate hori eskandalagarria da, gizarte–ordenua kritikatu eta gizabanako guztiak berdin bilakatu nahi dituztenentzat. Beste batzuentzat, gizarte–ordenu hori ordenu natural delako

batez justifikatu nahi dutenentzat (ordenu horretan gizabanako guztiak sailkatu nahi dituzte "arauaren", edo bestela esan beren asmoen, arabera), dibertsitatea zapalkuntz bitartekoa da. Baieztapen batzuek gorabehera, zientziak ez du politika zehazten, baina politikak zientzia deformatzen du bere burua zuritu eta garbitzearren. Hitz-joko berezi bat medio, oso desberdin diren bi kontzeptu nahastu nahi izaten dira: identitatea eta berdintasuna. Batak gizabanakoen irudimen-ezaugarriei eta ezauzgarri fisikoei egiten die erreferentzia, eta besteak beren esku-bide sozial eta juridikoei. Lehenengoa biologian eta hezkuntzan oinarritzen da. Bigarregoa berriz, moralean eta politikan. Berdintasuna ez dugu kontzeptu biologikoa. Behin ere ez da esaten bi molekula edo bi zelula berdinak direnik. Ezta bi animalia berdinak direnik ere, George Orwell-ek gogorarazi duenez. Auzi honetan jokoan dagoena alderdi sozial eta politikoa da; bai berdintasuna identitatean oinarritu nahi delako edo bai desberdintasuna hobetsita dibertsitateaz justifikatu nahi delako. Berdintasuna hain zuzen gizakiak identikoak *ez direlako* asmatu ez balitz bezala! Bitelobakarreko bikiak bezain berdinak balira, berdintasunaren kontzeptuak ez luke interesik izango. Balioa eta garrantzia ematen diona, gizabanakoen dibertsitatea da hain justu; arlorik desberdinenetan dituzten diferentziak. Dibertsitatea dugu joko biologikoaren arau handietako bat. Belaunaldien ildoan, espeziearen ondare diren geneak elkartu eta banandu egiten dira, indibiduo deitzen ditugun konbinazio

iragankor eta desberdin horiek sortuz. Eta dibertsitate hori, konbinazio-ahalmen infinitua dela eta gutako bakoitza berezi bihurtzen gaituen dibertsitate hori, ezin da gainbaloratu. Berak egiten du espeziea aberats, potentzialtasunak emanaz.

* — * — *

Dibertsitatea, posibleari aurre egiteko modu bat da. Etorkizunaz aseguru moduko batek bezala funtzionatzen du. Eta izaki bizidunen zeregin sakon eta orokorrenetako bat aurrera begiratzea da; "etorkizuna egitea", Valéry-k zioenez.³⁵ Ez dago higidurarik, ez jarrerarik, berekin "geroa" edo hurrengo aldiunerako urratsa ez duenik. Arnasa hartzea, jatea, ibiltzea, aurretatzea da. Ikustea aurrez ikustea da. Gure ekintza bakoitzak, pentsamendu bakoitzak, izango denarekin lotzen gaitu. Organismoa, bizirik iraungo duen neurrian (baita aldiune batez besterik ez bada ere) bakarrik da biziduna. Aurrez dagoen egitura-dibertsitatean burututako hautespenak, bizidunen munduan etorkizun ezezagunari aurre egiteko oso sistema erabilia dirudi. Epe motzerako etorkizunari aurre egiten zaio molekula-dibertsitateaz (ornodunengan antigorputzen produkzioan ikus daitekeenez), eta epe luzerako etorkizunari espezie-dibertsitateaz (zeren eta espezie-kopuru ikaragarriari esker izaki biziduna planeta honetako alderik desberdinenetan eta

baldintzarik latzenetan finka bait daiteke) eta batez ere hautespen naturalaren helburu diren indibiduen dibertsitateaz. Guztiok birus batekiko sentikortasun berdina bagenu, gizateria osoa izurrite bakar batez desegina geratuko litzateke. Gu 4,5 mila milioi pertsona bakar gara arrisku posiblei aurre eginez ari garenak. Eta pertsona bakar izatearen ezaugarri hori da klonazioz kopia berdin-berdinak egitearen ideia hain arbuigarri bihurtzen duena. Gizakiongan dibertsitate naturalaz gain kulturala ere badago eta horregatik gizateria oso baldintza desberdinetara hobeto egokitzen da eta mundu honetako baliabideak hobeto erabiltzeko aukera du. Baina arlo honetan monotoniaren, uniformetasunaren eta aspertzearen mehatxua dugu. Egunetik egunera gizakiek beren sinesmen, ohitura eta erakundeetan duten dibertsitate ikaragarria murriztuz doa. Kultura asko desagertzeaz dago; bai herriak berak fisikoki suntsitzeko zorian daudelako eta baita zibilizazio industrialak inposatzen duen ereduaren eraginez aldatzen direlako ere. Bizimodu bat eta bakarraz, kultura teknologiko bat bakarraz eta hizkuntza bakarraz inbaditutako munduan bizi nahi ez badugu, oso kontuz ibili beharrean gara. Geure irudimena hobeto erabili beharrean gara.

Gure irudimenak beti posiblearen irudi berritua aurkezten digu aurrean. Eta irudi horrekin kontrastatzen ditugu etengabe daukaguna eta espero duguna. Gure desio eta nazkak posi-

bleari egokitzen dizkiogu. Baina geure izakerak etorkizuna eraikitzeko bidea ematen badigu ere, sistema egiten ditugun aurrikuspenak ziurtasunik gabekoak izan daitezten antolatua dago. Hurrengo instantzerik gabe ezin dugu geure buruaz pentsatu, baina instante hori nolakoa izango den ez dakigu. Gaur somatzen duguna, ez da gauzatuko. Nolanahi ere aldaketak sortuko dira, baina etorkizuna guk pentsatu bezalakoa ez da izango. Ideia hau bereziki zientziari aplikatzen zaio. Ikerketa amaierarik gabeko prozesua da eta inoiz ere ez dago nola eboluzionatuko duen esaterik. Ustegabea bilakaera zientifikoaren izakeran txertaturiko elementua da. Aurkituko duguna benetan berria baldin bada, definizioz, aurkitu aurretik ezezaguna da. Ikerketa jakin bat nora iritsiko den ez dago aurrez esaterik. Horregatik ezin ditugu zientziaren alderdi batzuk hartu eta besteak utzi. Lewis Thomas-ek³⁶ argitu duenez, zientzia eduki egingo da ala ez da edukiko. Eta edukitzekotan, ez dago gustoko alderdia bakarrik edukitzerik. Bere ustegabe- eta urduritasun-alderdia ere onartu egin behar da.

* — * — *

Liburu honetan jarrera zientifikoak posible eta errealaren arteko elkarrizketan zeregin zehatza duela frogatzen saiatu naiz. XVII. mendeak, arazoia giza arazoak tratatzeko beharrezko

tresnatzat hartuta zuhurtzia erakutsi zuen. Argien mendeak (XVIII.ak) eta XIX.ak, beharrezko ezezik arazo guztiak konpontzeko bera bakarrik nahikoa zela pentsatuta erokeria erakutsi zuten. Gaur egun erokeriagoa litzateke, batzuek nahi duten bezala, arrazoia aski ez denaren aitzakian beharrezkoa ere ez dela erabakitzea. Zientzia saiatzen da, noski, natura deskribatzen eta ametsa errealitatek bereizten. Ez da ahaztu behar ordea, gizakiak agian errealitatea adina ametsa behar duela. Bizitzari zentzua itxaropenak ematen dio. Eta itxaropena oraingo mundua egunen batean hobea dirudien mundu posible bihurtu nahian oinarritzen da. Tristan Bernard-ek, bere emaztearekin batera Gestapo-k atxilotu zuenean, honela zioen: "Beldurraren aroa amaitu da. Orain itxaropenarena hasi da".

Erreferentziak

1. kapitulua **MITOA ETA ZIENTZIA**

1. BUFFON, G. L. DE. *Histoire des Animaux, Œuvres complètes*, t. III, Imprimeries Royales, Paris, 1774.
2. WEISMANN, A. *La reproduction sexuelee et sa signification pour la théorie de la sélection naturelle*. In "Essais sur l'Hérédité", C. Reinwald et Cie, Paris, 1892.
3. FISHER, R.A. *The genetical Theory of Natural Selection*. Oxford University Press, 1930.
4. MULLER, H. J. *Some genetic aspects of sex*. Amer. Naturalist. 1932, 66, 118–138. orr.
5. WILLIAMS, G.C. *Sex and Evolution*. Princeton University Press, 1975.
6. MAYNARD SMITH, J. *The Evolution of Sex*. Cambridge University Press, 1978.
7. MEDAWAR, P. B. *The Hope of Progress*. Doubleday, New York, 1973.
8. PALEY, W. *Natural Theology*. Charles Knight, Londres 1836, 1. alea.

9. LEDERBERG, J. *J. Cell. Comp. Physiol.*, 1958, 1. eranskina, 52, 398.
10. WEISMANN, A. *La prétendue transmission héréditaire des mutilations*. In "Essais sur l'Hérédité". C. Reinwald et Cie, Paris 1892.
11. WILLIAMS, G.C. *Adaptation and Natural Selection*, Princeton University Press, 1966.
12. GOULD, S.J. and R.C. LEWONTIN. *The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme*. Proc. R. Soc. Londres, 1979, B 205, 581–598. orr.
13. VOLTAIRE. *Candide*. In "Romans et Contes". Gallimard, La Pléiade, Paris 1954.
14. CHOMSKY, N. *Problems of Knowledge and Freedom. The Russell Lectures*. Pantheon Books, New York 1971.

2. kapituluu

EBOLUZIOAREN BRIKOLAJEA

15. FERNEL, J. *De abditis rerum cuasis, I, 3*. In "Opera", Geneva, 1937.
16. PARE, A. *Le premier livre de l'anatomie*. In "Œuvres complètes", Paris 1840, 1. alea.

17. Cf DICKERSON, R.E. *Cytochrome c and the Evolution of Energy Metabolism*. Scientific American, 1980, 242, 136–153. orr.
18. SIMPSON, G.G., *How many species?* Evolution, 1952, 6, 342. or.
19. LEVI-STRAUSS, C. *La pensée sauvage*. Plon, Paris, 1962.
20. DARWIN, C. *De la fécondation des Orchidées par les Insectes*. Frantseserako itzulpena L. Pérolle. C. Reinwald argit. Paris, 1870.
21. GHISELIN, M. *The triumph of the Darwinian Method*. University of California Press, 1969.
22. MAYR, E. *From Molecules to organic Diversity*. Fed. Proc. Am. Soc. Exp. Biol., 1964, 23, 1231–1235. orr.
23. McLEAN, P. *Psychosomatic Disease and the visceral Brain*. Psychosom. Med., 1949, 11, 338–353. orr.
24. KING, M.C. and WILSON, A.C. *Evolution at two Levels in Humans and Chimpanzees*. Science, 1975, 188, 107–116. orr.
25. GOULD, S.J. *Ontogeny and Philogeny*. Harvard University Press, 1977.
26. BENZER, S. *The genetic Dissection of Behavior*. Scientific American, 1973.eko abendua, 24–37. orr.

3. kapitulua

DENBORA ETA ETORKIZUNAREN ASMAKETA

27. WEISMANN, A. *La durée de la vie*. In "Essais sur l'Hérédité". C. Reinwald et Cie, Paris, 1892.
28. MEDAWAR, P.B. *The Uniqueness of the Individual*. Basic Books Inc., New York, 1957.
29. WILLIAMS, G.C. *Pleiotropy, Natural Selection and the Evolution of Senescence*. *Evolution*, 1957, 11, 398–411. orr.
30. HOMERE. *Iliade*. Frantseserako itzulpena R. Flacelière. Gallimard, La Pléiade, Paris, 1955.
31. Cf VERNANT, J.P. *Mythe et pensée chez les Grecs*. Maspero, Paris 1971.
32. JERISON, H.J. *Evolution of the Brain and Intelligende*. Academic Press, New York, 1973.
33. MAYR, E. *The Evolution of Living Systems*. *Proc. Nat. Acad. Sci. US*, 1964, 51, 934–941. orr.
34. KAMIN, L.J. *The Science and Politics of IQ*. Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 1974.
35. VALERY, P. *Œuvres I*. Gallimard, La Pléiade, Paris 1962.
36. THOMAS, L. *La Méduse et l'Escargot*. Frantseserako itzulpena H. Denès. Hitzaurrea A. Lwoff. Belfond, Paris 1980.

ISLADA BILDUMA

- 1.– *Euler*. Jabier Duoandikoetxea.
- 2.– *Nora doaz Zientzia eta Teknika*. Askoren artean.
- 3.– *Eboluzioaren norabideak*. Askoren artean.
- 4.– *Unibertsoa. Lur launetik kuasareetaraino*.
Isaac Asimov*
- 5.– *Biziaren jatorria*. A. I. Oparin*
- 6.– *Iraultza zientifikoaren egitura*. T. S. Kuhn*
- 7.– *Fisika kuantikoaren doinua*. S. Ortoli & P. Parabod*
- 8.– *Zientzia eta kontzientzia aro atomikoan*.
Max eta Hedwig Born*
- 9.– *Posiblearen jokoak*. François Jacob*

* XX. mendeko klasikoak

*François Jacob
pertsonaia ospetsua
dugu biologiaren arloan.
1920. urtean jaio zen eta
“Institut Pasteur”
erakundearen
zerbitzuburu da.
“Collège de France”n
berriz, genetika zelularra
irakasten du. Bere lanei
esker Medikuntzako
Nobel Saria eskuratu
zuen 1965. urtean André
Lwoff eta Jacques
Monod-ekin batera.
Posiblearen jokoan
deituriko liburu honetaz
gain, bereak dira La
Statue intérieure (Paris
1987) eta La Logique du
vivant (Paris 1970)
izenekoak ere. Azken
hau izango da gainera
bere liburuetan
ezagunena.*

**XX. mendeko
klasikoak** sailera
dakargun honetan,
François Jacob-ek
mendetan zehar izaki
bizidunengan eragina
izan duten faktoreak
zorrotz aztertzen ditu:
hautespen naturala,
herentzia, denbora,
programa genetikoa,
DNA birkonbinatzailea,
etab. Era erraz eta
samurrean gaur
eguneko gizakia
jokoaren irtenbide
anitzetako posible bat
dela erakusten digu
egileak.