

judu-kristauaren arabera mundu hau sei egunetan sortu ondoren zarpigarrenean atsedean hartu zuena. Bestea, ordea, aipatu poema-liburu berorren egilea da, legendako Jainkoari aurrez aurre hitz egiten diona eta hura bezain bakarrik dagoena. Atsedeen hartu gabe, berean segitzen duena.

Lehenengo batean mano a mano bazkaldu nuen berarekin. Aspalditik nengibilen segika non eta noiz geratu ezinik. (Jakinekkoa da Jainko guztiak oso lanpetuta bizi direla sorkuntzako akatsak errepasatzen eta konpontzen). Aitzaki bikaina nuen ordea: biolentziarako egiten zuen dei prentsan agertutako bere azken gutunean. Ekintza armatuak eskatzen zituen baldin eta Guggenheim afera konpondu nahi bazen. Bere ustetan astakeria, kultur agresioa eta Baskdisney den proiekttoa, Lemoiz kasuaren parean jarri zuen, bere milagarren isilaldia supitoan hautsiz.

Ez nezakeen halako proposamen jainkotiarrik onar. Lehendik ere ederki asetuta gaude odol gorriaren bainuaz. Ezin nuen onartu. Ezta intelektualki ere. Beraz, galdera bat neukan berarentzat: Arregi eta Guggenheim fundazioko Zuzendari Nagusia ti robatez erahilak ikusteak poztuko ote zuenentz galdetu nahi nion gordinki. Herriari zernolako aurrerapena ekarriko liokeen horrek. Zein dinamikatan sartuko ote ginen berak argitaratutako hitzei kasu eginez gero.

Bai galdetu eta baita erantzun ere. Arraioa! □

## ZIENTZIA

---

ALFONTSO MARTINEZ LIZARDUIKOA

### GIZAKI AURREHISTORIKOEN KLONAZIOAZ

Gizakumearen aurrehistoria aztertzen duten paleoantropologo, genetista, eta beste zientzilari askok ez dute erraz ahaztuko 1991ko iraila. Data horretan Ti roleko mendietan barrena zebilen bikote alemaniar batek, Similaun deritzon muga italoaustriararen, gizakume aurrehistoriko bat guztiz jeltaturik eta

ezin hobeto gorderik aurkitu zuen. Gizaki fosilizatu horri «jelazko gizaki» izena eman zioten. Insbruck Unibertsitateko Aurrehistoriako katedradun den Konrad Spindler-ek dioenez, Tutankamon aurkitu zenetik gertatu den gauzarik garrantzitsuena da aurkikuntza hori.

Carbono-14 lehenengo probak eginez gero badakigu gizaki hura orain dela 5.000 urte inguru bizi izan zela, Egiptiar Inperioa sortu baino lehen eta neolitikoa azkeneko partean, alegia.

Aurkikuntza honen garrantzia ez datza bakarrik gizakiak duen adinean, baizik eta dituen kontserbazio eta momifikazioan, gutziak perfektuak baitira. Horra zergatik ehun espezialistatik gora agertu diren prest autopsia egiteko, historian inoiz egin den autopsiarik jendetsuena.

Gorpuari, jadanik, tomografia axial konputerizatuak egin zaizkio eta bere pelbisean minbiziaren estadio bat izan zitekeen nodulo bat aurkitu zaio. Gizakume jelatu honen biriketetan orain dela 5.000 urteko aire fosilizaturik aurkitu zaio. Aurkikuntza hori berebizikoa da zeren eta aire honekin garai hartako atmosferaren konposizioa jakiterik izango dugun eta, aldi berean ere, noraino aldatu den denboraren poderioz. Baina egiten ari diren miaketa guzti horien artean, ikerketa genetikoak dira zientzilariak gehien erakartzen dituztenak.

Paleoantropologia eta genetikaren historian lehenengo aldiz izaki aurrehistoriko baten leukozito eta globulu gorriak badi-tugu eskutartean. Horien azterketaren bidez gure sistema immunologikoaren eboluzioaz datu asko atera daitezke eta baita gaixotasun eta infekzioei buruzkoak ere. Baina zientzilari askoren buruetan, inoiz esplizitatzen ez badira ere, badaude ideia iraultzaile ikaragarriak, gizakumearen geroa markatu zezaketenak.

Gure gorputzetako zeluletan badaude atal berezi batzuk: nukleoak. Nukleoetan kode genetikoak daukagu eta kode horretan behar dugun informazio guztia bildurik dago, bai jaio-tzean, bai gaztaroan nahiz zahartzaroan zer izan behar dugun jakiteko. Eta Kode genetiko horren oinarria DNA deritzon molekula dugu.

Genetikaren eta bioteknologiaren arrakasta medio, orain dela gutxi arte pentsatu ere ezin zitekeen, bizidunen manipu-

lazio genetikoan emandako urrats garrantzitsu bat klonazioa da.

Zer da klonazioa? Demagun obulu bat ernaldua badugula. Obulu horren nukleoa atera egiten da eta duen DNA hustu egiten da, garatu nahi dugun beste izaki baten DNArekin ordezkatzuz. Gero horrela manipulaturako obulua emearen barnean uzten da bere garapenaren estadio guztiak pasa ditzan.

Suposa dezagun «Jelazko gizaki»aren leukozito baten DNA ateratzen dugula eta ernalduriko eme baten hustutako obuluan sartzen dugula. Denborarekin (9 bederatziz hilabete pasa ondoren seguraski) eme horrek kume aurrehistoriko bat erdituko du.

Egia esan klonazioaren esperimentuak igelekin egin badira ere, ugaztunekin egiterakoan arazo asko sortzen dira. Baina, demagun, 50 urte barru horrelako esperimentuak egiteko gai izango garela. Hori gertatuko denean gure emakumeen bitartez neolitiko garaian bizi izandako gizakumeak birsortzeko gauza izango gara. Eta ez izaki bat bakarrik, populazioak baidizik. Orduan populazio horien jokabide pertsonal eta kolektiboak ikasteko aukera izango genuke, egun txinpantzeen eta gorilen azterketak zoologikoetan egiten diren moduan.

Klonazioak zabaltzen dituen bideak ikaragarri bezain ernegarriak dira. Noraino egin daitezke horrelako esperimentu genetikoak gizakumearen eta eboluzioaren esentzia hondatu gabe? Gai izango ote da gure gizartea bioetika egokia sortzeko balizko esperimentu guzti hauek mugatzeko?

Oraindik buruan daukat zientzilari batek gai honi buruz esandakoa kezka horiek plazaratu zizkiotenean: «genetika-mailan, egun, teknologikoki posible dena egin egiten da, eta egiten ez dena gaitasunik ez dugulako da». Hori da eta ez beste ezer, egun, zientziak aukeratu duen bide «etikoa». Jelazko gizakumearen aurkikuntzak abisu bat da erne egon gaitezen etorriko den munduaz eta guk mundu horren barnean izango dugun erantzukizunaz. □

#### UNIBERTSO FINITO ALA INFINITOA?

Gure mendeko aurkikuntzarik handienetako bat, handiena ez bada, kosmoaren tamainarena dugu, horrek dituen inplikazio guztiekin. Gaur dakigunez, gure galaxiaren barnean 200.000

milioi izar inguru aurki daitezke, horien artean eguzki-sistemak, planetak, eta bizitza-forma desberdinak oso probableak direlarik. Baina ikaragarriena astrofisikak eta kosmologiak ematen dizkiguten datuak aztertzea da. Gure teleskopio eta irrati-teleskopioek azter dezaketen unibertsoaren partean 200.000 milioi galaxia aurkitu izan dira. Datu horiek kontuan izanda, harrigarriena ez da jadanik pentsatzea gu bezalako bizitza nonnahi barreiatu egin daitekeela, baizik eta neurritz kanpoko kosmo horrek zeinolako helburua duen, edota gizakumearen existentzia egitura horren barnean zein paper joka dezakeen.

Kosmoaren mugagabetasuna ez da bakarrik espaziala, gainera. 1961ean zientziaren historiako aurkikuntzarik itzelena burutu zen. Data horretan hain zuzen, Bell multinazionalerako lan egiten ari ziren Penzias eta Wilson injineruek, lehenengo aldiz, irrati-teleskopio bat eraiki, eta beraren bitartez unibertsoaren sorreran gertatutako leherketa kosmikoaren zarata fosila detektatzea lortu zuten. Gizakumeak inoiz amets zezakeen lorpena burutu zen data hartan, unibertsoaren kreazioaren oihartzuna entzutea, hain zuzen.

Hortik aurrera, guretzat hain entzuna den, Big Bang-eko teoria guztiz onartua izan da mundu zientifikoan. Teoria horren arabera, denbora ikaragarri atzera kokaturik dagoen unean —15.000 milioi urte inguru atzera— unibertsoa sortu zen, dentsitate neurtezina zuen puntu batetik. Puntu horretan unibertso osoko materia kontzentratu zegoen. Arrazoa oraindik ez dakigula, puntu hori hasi zen zabaltzen eta hedatzen indar eta abiadura kosmikoen bitartez, eta prozesu horrek 15.000 milioi urte iraun du, gaur egunerarte. Prozesu horretan galaxiak, izarrak, planetak eta izaki pentsakorrak sortu dira, gu horren lekuko nabarmenena garela.

Baina, nora zuzentzen da hedatzen ari den unibertso hori? Aurretik programatutako helburu batera zuzentzen ote gara? Norbait gure zain ote dago, helbidea bukatuko denean?

Hedatzen ari den unibertso honetan kontrajarriak diren bi indar mota ditugu. Alde batetik, leherketa kosmikoaren ondorioa den zabaltze-indarra, eta bestea grabitatea. Grabitazioaren indarra uzkuratze-indarra da, eta bere eragina unibertso osoan dagoen materiaren funtzioa da. Beraz, zenbat eta mate-

ria gehiago izan unibertsoan, hedatzearen gutxipena hainbat eta handiagoa agertuko zaigu. Oso erraza da kalkulatzea zenbat materia egon behar den unibertsoan hedatzearen indarra oreaktua izateko. Balio horri masa kritiko deritzo. Unibertsoaren materia balio berezi horretara helduko balitz Big Bang-en hedatze-indarra geldituko zen, denbora dexente pasa ondoren, eta gero uzkurtze-prozesu bat martxan jarriko litzateke. Kasu horretan unibertsoa, bere neurri handienean, finitua izango litzateke. Masa kritiko horretara helduko ez balitz, orduan, hedatze-indarrak grabitazioarena gaindituko luke unibertsoa betirako hedatuz eta infinito bihurtuz.

Teleskopio eta irratiteleskopioak hasi dira kosmoa arakutzen, jadanik, zenbat materia dagoen jakiteko, batez ere galaxia-forman. Eta lortutako balioak masa kritikoaren oso urruti kokatzen dira. Gauzak horrela, unibertsoa betirako hedatzen ibiliko da, nahiz eta hedatze-indarra gero eta leunagoa izan.

Baina, pentsamenduko abentura honen urratsak ez dira oraindik amaitu. Azkeneko urteetan, orain dela gutxi pentsaezina zen beste mirari bat biribildu da: Big Bang-en gertakarian zegoen giro ikaragarria gure laborategietan simulatzea. Kosmoaren baldintzak errepikatzen dituzten laborategi berezi horiek energia handieneko zatiki-azeleragailuak ditugu. Bada benetako lehia gogorra Estatu Batuen eta Europaren artean, gero eta dirutza handiagoak ipiniz, laborategi berezi horiek eraikitzeke eta azken finean unibertsoko sekretuak agitzeko.

Egindako ikerketetan ondorio garrantzitsu batera heldu da, guztien iritziak bateratuz. Teoria modernoek profezia bat egiten dute: unibertsoan dagoen masa orokorrak, zehatz-mehatz, masa kritikoarekin bat egin behar du. Nola konpatibilizatu auresan hori astrofisikariak egiten ari diren behaketekin?

Azkeneko urte hauetan saiatzen ari da, galaxietatik aparte, ikusgarria ez den materia-mota desberdinak detektatzen: zulo beltzak, neutrinoak, soka kosmikoak, edota oraindik ezagutzen ez diren WIMP —Weakly Interacting Massive Particles— delako zatikiak. Alferrik. Masa kritikora ez da ailegutzen. Baina, orain dela hiru bat urte itxaropen handia sortu zen Hubble teleskopio espaziala orbitan jarri zenean. Guk, lurretik ikusterik ez

duguna —atmosfera-erruaz— teleskopioak arazorik gabe detektatuko du espazioan, pentsatu zuten astronomoek.

Baina espektatiba horiek ez dira bete. Orain dela hilabete batzuk baino, oso kezagarria izan daitekeen berri bat zabaldu da: Hubble teleskopioak ez du inondik ere detektatzen astronomoek espero zuten materia kosmikoa. Unibertsoan dagoen masa ez da masa kritiko famatura ailegatzen, beraz.

Datu horiek baieztatuz gero gure unibertsoaren hedatze-prozesua eternala izango da, eta hori da gehiago zientzilariek onar dezaketena baino. Gauzak horrela izanda, Big Bang-en jatorriaz ditugun teoriak errotik aldatu beharko genituzke. Horrek ez du, printzipioz, arazorik suposatzen zientzilarientzat, zeren eta praktika zientifikoan batere arraroa ez baita teoria batek balioa galtzen duenean beste baten ordezkaria izatea. Nondik dator, bada, zientzilarien erresistentzia unibertsoaren masaren falta ez onartzeko?

Nire iritziz, zientziaren azpian subyazentea den arazo filosofiko sakona ere badago, eta arazo hori mendebaleko kulturaren sorrerarekin loturik agertzen da. Dakigunez, zientzia modernoa XVII. mendean sortu zen Europan, eta zientzia hori sortarazi zuena garai hartako merkatarien klasea izan zen. Klase horrek marka ezabagaitzak imprimatu zizkion zientziari: edozein fenomeno neurtzeko beharra, kausalitate mekanizista, logika ez-kontradiktorioaren hizkuntza (matematika), kualitatearen bazterketa eta, azken finean, Natura eragiteko grina teknologiaren bitartez.

Unibertso infinitoa ez da zientzilarien gustokoa, kuantitatearen kalitatearen menpe gelditzen baita. Unibertso infinito batean mendebaleko zientziak ez dauka ezer egiterik, kontrolatzerik ez baitu, eta kontrolatzen ez duena ezin baitu ulertu. Zentzu honetan ekialdeko pentsamenduak (gogora Tao txinatarra edo Veda indiarra) logika boteretsuagoak ditu unibertso infinito osotasun bezala ulertzeko, logika horien bitartez teknologia sortzeko gai ez bada ere. Lagun batek zioen bezala, mendebalean unibertsoa ikasteko eta menperatzeko oso tresna baliagarriak ditugu, baina unibertso hori kualitatiboki ulertezin agertzen zaigu.

Nonbait astrofisikak gure teoria kosmologikoen ahuleziak azalduko ditu laburrean. Eta unibertso finitua ez bada? Hori gertatuko denean, gertatzen baldin bada, mendebaleko gizakumeak beste erremediorik ez du izango begiak ekialdera zuzentzea baizik, ala irrazionaltasunean erori. □

#### IGELEN ISILTASUNA

Zientzilarien arabera, anfibioak ikatz-meategi bateko kanari topikoaren baliokide unibertsalak dira. Oso organismo ahulak dira, nahiz eta hau paradoxa bat den, Lurrean duela 200 milioi urte agertu zirenetik (lehen anfibioak duela 350 milioi urte agertu ziren), dinosaurusak, mamut iletsuak eta gainerako animalia erraldoiak hil zituen superbizitzeko gauza izan baitira. Ikusi dute glaziareak aurrera eta atzera egiten. Leku guztietan ageri dira Himalaiatik Sonorako basamortura. Igelen espezie desberdinek historikoki erakutsi duten erresistentzia da, hain zuzen ere, gaurko zientzilarien alarma eta harriduraren zergatia. Agian, diote, ingurugiroak jasandako aldaketak uste baino sakonagoak dira.

Suitzako «World Conservation Union»ek bultzaturiko hiru urtetako proiektu batek 40 estatutako 1.000 ikertzaitetik gora bildu ditu anfibioen gainbeheraren norainokoa eta ustezko zergatiak arakatzeko. Itxuraz, munduko igelen populazioak behera egin du, ustekabean. Arazoa zera da: desagerpen misterioitsu hau ekosistemaren egoeraz abisua ote den jakitea. Eraiki ez den eta habitat-a deuseztatu ez den lekuetan igelak hil egiten omen dira beren sistema immunologikoaren kolapsoak eragindako infekzioagatik. Zientzilari batzuek diotenez, igelak ingurugiroaren osasun-egoeraren berri ematen diguten mezulariak baino ez dira. Izan ere, kezkarriena zera baita, alegia, igelen desagerpena lurraren lekurik urrutien eta garbienen gertatzen ari izatea. Herpetologen arabera, igelak dira ingurugiroaren osasuna nolakoa den jakiteko izakirik aproposenak.

Erradiazio ultramorearen gorakada —eragin handiena jaso duten anfibioak leku garaietakoak eta ozono-geruzatik hurbil dauden hegoaldeko latitudeetakoak izan dira (nahiz eta espe-

zie hauek kaltegarria den erradiazioari ohituta dauden eta, aldi berean, hain beharrezkoa zaien beroa bereganatzeko gauza diren —arraultze beltzak erruten dituzte, peritonea beltza dute)— da arazo nagusia batzuen ustez; beste batzuen iritziz, ordea, azidifikazioa da koska, euri azidoa; beste zenbaitentzat, aldiz, faktore zenbaiten nahasketak —erradiazio ultramorea, elur azidoa...— sortarazten du estres subletala sistema immunologikoarengan hala moduko haustura jarraia gertatzeko.

«National Science Foundation» delakoaren beka baten laguntzaz ari da Cynthia Carey apoen sistema immunologikoa aztertzen. Oinarrizko informazio hau jaso bezain pronto, bere hurrengo urratsa zera izango da: apoei ur azidoa, pestizidak, argi ultramorea eta tenperaturaren bat-bateko aldaketak jasanaraztea, baldintza hauen pean beren immunologi sistemak porrot egiten duen ala ez jakiteko.

Orain arte, ezagutzen diren igela eta apoen 3.800 espezie desberdinetatik asko eta asko desagertu dira jadanik. Baina zergatik? Eta, are inportanteago, zer gertatuko da igelak desagertzen badira erabat? Intsektuen gorakada izango da ondorioetako bat, anfibioak intsektuen populazioak kontrolpean mantentzeko intsektizidak baino askoz ere metodo hobekak baitira. Bangladeshen, adibidez, non frantsesek igelen izterrak jateko duten zaletasunaren ondorioz igelak desagertu diren, eltxoek eta malariak gora egin dute nabarmen. Igelak, bestalde, txori, arrain, narrasti eta ugaztun zenbaiten elikadura-iturri nagusia dira.

Lurrean gertatu diren desagerpen desberdinei buruz hitz egiterakoan, Niles Elredge paleontologoak «desagerpenek eboluzioaren ordularia berrezartzen dutela» dio. Orain arte, 6 desagerpen masibok berrezarri dute eboluzioaren ordularia, adibidez, Kretazikoaren bukaeran gertatu zena, dinosauruen desagerpenarekin. Zientzilari batzuen arabera, beste kataklismo baten erdian gaude —gizakiak eragindako lehena. Bizia, hala ere, ez da inoiz gelditu erabat. Zenbait espeziek heriotz-bailara zeharkatzea lortu dute, eboluzio-prozesu berri bati ekin; igelak adibidez. Horrexegatik, Wake-ren ustez eta teoria katastrofistei kontra eginez, igelak izango dira «gu hemen egongo ez garenean bizirik iraungo duen espezieetako bat».□