

# Exobiologian jakin-mina ezin ase

Rementeria Argote, Nagore

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



**Atzean geratu dira gizontxo berdeen istorioak. Lurretik kanpoko, unibertso zabaleko, bizia ikertzea ez da zientzia-fikzioa; zientziaren hainbat alor batzen ditu, eta exobiologia deitzen da. Lurrean bizia nola sortu zen aztertzen dute, beste planeta batzuetan bilaketa errazago egiteko. Honen guztiaren atzean dagoen galdera aspaldikoa da: bada bizirik Lurretik kanpora?**

EXOBIOLOGIA ZIENTZIA BAT DA BATZUENTZAT; beste batzuentzat, berriz, biologiaren adar bat da. Ados jartzea zaila da, baina exobiologia zer den esateko nahikoak dira bi datu: jakintza-arlo asko batzen ditu eta guztiek galdera baten erantzunaren atzetik dihardute lanean —Lurretik kanpora ba ote da bizirik?—, bakoitza bere arloan.

Galdera ez da ahuntzaren gauerdiko eztula. Erantzuna oraindik ez dakite, noski; eta ikusteko dago inoiz jakingo ote duten. Baina ahaleginak merezi du, erantzuna bilatzeko bidea bera hain da aberasgarria.

Hasteko, bizia aurkitzeko, zehazki non eta zer bilatu jakin beharko dute. Bada,

horretarako, bizia Lurrean nola sortu zen ikertzen dute, besteak beste. Izan ere, Lurretik kanpora bizia bilatzeko eredu bakarra dago: Lurrekoa. Horregatik, ezinbestekoa da jakitea bizia Lurrean sortu zenean (hala izan zela suposatuz) zer kondizio zeuden, antzeko kondizioak dituzten planetak bilatzeko.

Egia esan, oso bestelako bizi-mota bat izan liteke unibertso zabalean. Baina errazena da ezagutzen dugunaren antzeko bizia bilatzea: karbonoan oinarritua, urarekin lotura estuan, informazioa gordetzeko molekularen batekin... Zelularen antzeko sistema bat, azken finean.



ARTXBOKOA

Lurreko bizia karbonoan oinarritutako molekulez osatua dagoenez, hemendik kanpoko biziak ere oinarri bera izango duela uste dute.

## Biziaren muga-mugan

Lehenengo sistema biziaren bila dabil-tza, biziaren eta bizigabearen arteko muga, beraz. Eta muga horretara iris-teko bide desberdinak hartzen dituzte ikertzaileek. Biologiaren ikuspegitik, esate baterako, gaur egungo bizidune-tatik hasi eta denboran atzera egiten dute; helburuetako bat da geneen bila-kaera aztertu eta lehenengo bizidunen genoma ezagutzea. Kimikaren ikuspe-gitik aurkako bidea egiten dute, hau da, bizigabeetatik abiatzen dira lehenengo bizidunetara iristeko. Eta biologia eta kimika uztartuta zelulartasuna aztertzen dute; hala, biziaren definizioa betetzen duen lehenengo sistema bilatzen dute.

Hipotesietako bat da sistema hori molekula bakar bat zela, hau da, zelularen aurretik bazela sistema bizi bat. Horretarako, molekula horrek bi baldintza bete behar izan zituen: informazioa gordetzea (kode genetikoa) eta bere burua bikoizteko gai izatea. Gaur egun, lan hori bi molekula-motak egiten dute: DNA eta entzima-lanak egiten dituzten proteinak. Batzuek uste dute DNA sortu aurretik, RNAk beteko zituela bi funtzio horiek. Hipotesi horri 'RNAREN mundua' esaten diote.

RNAREN munduaren hipotesiaren defendatzaileetako bat Sydney Altman da, 1989ko Nobel sariduna. RNAREN munduaren aldeko argudio sendo bat aurkitu zuen: RNA katalizatzaile bat

(ondotik gehiago ere aurkitu dituzte). Beraz, posible izan zitekeen RNAK, informazioa gordetzeaz gain, entzima-lanak egin eta bere burua bikoiztea ere.

*“ezinbestekoa da jakitea bizia Lurrean sortu zenean zer kondizio zeuden, antzeko kondizioak dituzten planetak bilatzeko”*

Altmanen ideien jarraitzaileetako bat David Bartel ikertzailea da, eta haren esanean “ezingo dugu sekula frogatu RNAREN mundua izan zela, ezin baitugu denboran atzera egin, baina

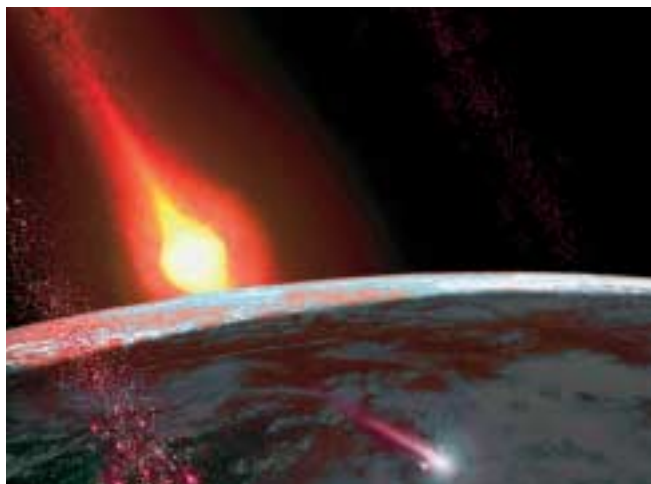
## Gogoeta biziari buruz

Ezin da ukatu, gaiak alde filosofiko bat ere badu. Ondorioz, filosofoek ere badute zeresana kontu honetan, eta, era berean, ez da harriztekoa zientzialariak filosofia egiten ikustea. Oinarritik bertatik hasita, exobiologiak bizia bilatzen du Lurretik kanpora. Baina zer da bizia?

Biziduna eta bizigabea bereizteko arazorik ez dago eguneroko bizitzan, inondik inora ere ez. Baina exobiologoek bien arteko muga egiten dute lan, eta beharrezkoa dute biziaren definizio zehatz bat. Definizio unibertsalik ez dago, ordea. Hainbat kontzeptu sartzen dira definizioan: metabolismoa, hazkuntza, ugalketa... NASAn, esate baterako, lanerako definizio hau erabiltzen dute: “eboluzio darwin-darra jasaten duen eta bere burua mantentzen duen sistema kimikoa da bizia”.

RNAREN oinarritzko ezaugarriak azter ditzakegu eta ikusi ezaugarri horiek bat datozen ala ez RNAREN munduaren ikuspegiarekin”.

Dena dela, joera nagusia da pentsatzea lehenengo sistema bizia zelula bat izan zela. Hipotesi batzuek oinarritzko-tzat jotzen dute lehenengo sistema bizia ingurunetik bereizia egotea, mintz batez bereizia. Mintza kritikoa da edozein sistema bizirentzat, energiaren sartu-irtenak kontrolatzen baititu; horregatik, mintza osatzen duten molekula eta horien aitzindariak ikertzen dituzte. ➔



Exobiologiako eztabaidetako bat da bizia Lurrean sortu zen ala, aitzitik, beste nonbaitetik etorri zen, meteorito batean, esaterako.

NASA

## Bada zer ikertu

Ikerketarako beste abiapuntu batzuk ere badira. Biziaren ezaugarrietako bat da molekula batzuk, aminoazidoak esaterako, isomero jakin bat direla (nahiz eta naturan bi isomeroak kantitate berean egon); horregatik, ikerketa batzuk isomeroen arteko aldeari zuzentzen zaizkio. Isotopoen proportzioa ere berezia da bizidunetan, eta, hori dela eta, isotopo horien atzetik ere jarduten dute beste batzuek.

Funtsezko beste kontu bat da noiz eta nola sortu zen bizia. Altmanek esan bezala, ezin dugu denboran atzera egin, baina astronomoak eta geologoak saiatzen dira garai hartara hurbiltzen gaur egun dituzten arrastoekin. Lurraren sorrera (eta eguzki-sistema osoarena) aztertzen dute, baita bizia noiz eta zer kondiziotan sortu zen ere. Hala, baldintza horiek betetzen dituzten beste planeta batzuk ere bila litezke.

Egia da Lurrean kondizio oso gogorretan ere badela bizia: extremofiloak horren adibide dira: burdina jaten duten bakterioak, ingurune oso azidotan (Rio Tinton adibidez) edo gatzetan bizi direnak... Baina adituek ez dute uste bizia berez halako ingurune batean sortu zenik: aitzitik, kondizio goxoetan sortu omen zen, eta bizidun batzuek kondizio gogorra-goetara egokitzeko eboluzionatu omen zuten.

## **Felix Olasagasti: "Ez da posible jakitea zehazki nola sortu zen bizia"**

Galzte lasartear hau Kaliforniako Unibertsitatean ari da lanean exobiologiaren alorrean. Eta ikerketaren beste ikuspegi bat erakutsi digu.

### **Bi termino erabiltzen dira: exobiologia eta astrobiologia. Baita liokideak dira?**

Berez, bai. Baina biak bereizteko definizio zehatz-zehatzik ez dago. Nik uste dut bata ala bestea erabiltzeko erabakiak arrazoi komertziala duela. Astrobiologia NASAREN inguruko jendeak sortutako kontzeptua da; eta, agian, exobiologiak baino gehiago hartzen du kontuan Lurreko biziaren sorrera, baina ez derrigor. ESAk, berriz, gehiago erabiltzen du exobiologia terminoa.

### **Galdera asko daude erantzuteko, esaterako, nola sortu zen bizia?**

Ez da posible jakitea zehazki nola izan zen biziaren sorrera Lurrean, biziak berak bere arrastoak galdu dituelako; baina posible da esatea "honela izan zitekeen". Lehenengo genoma agertu zen unera gertura gaitezke, handik aurrerako erregistro bat badagoelako. Baina horren aurreko historia galduta dago, eta, orduan, planteamendu kimikoetatik abiatzen gara.

Hor salto moduko bat dago: biologiatik behera puntu bateraino iritsiko gara eta kimikatik gora beste bateraino, baina tarte bat geratzen da. Lehenengo zelulatik lehenengo genomara dagoen guztia ez dakigu.

### **Zure ikerketan lehenengo zelula horretara iritsi nahi duzu?**

Ikerketaren asmoetako bat bada. Nire ikuspuntutik zelularik gabe ez dago bizirik. Kimikaren legeak ikusita, zelula hartara gerturatze bat egin liteke, sistema bat hartuta.

Tesian bere burua mantentzen duen sistema baten eredu matematikoa aztertu dut. Planteatu dut erreazio-sistema abstraktu



N. REMENTERIA

bat, bere burua mantentzeko sistema batek behar dituen osagaiekin. Mintza, adibidez, kritikoa da izaki bizidun batean, eta bere burua mantentzeko erreazio-sare bat beharko du, sare hori mantentzeko energia-iturri bat behar da eta beste arazo batzuk ere gainditu behar dira. Esate baterako, mintz batean sustantziek presio osmotikoa eragiten dute barruko kontzentrazioa handiagoa delako kanpoko baina; eta oso handia bada zelula lehertu egin liteke. Horri konponbidea eman behar dio zelulak.

Halako kontzeptuak kontuan hartuta, sistemak behar dituen gutxieneko elementuak eta erreazio-sare bat planteatu, era abstraktuan, ekuazio matematikoak zehaztu eta zinetikoki egonkorra den aztertu dut.

### **Beraz, ez duzu kontuan izaten bizia zerez egina dagoen?**

Bizia materiari lotuta egon arren, hori baino gehiago prozesu bat da. Prozesu hori baimentzen duen sistema hori da bizia ematen duena. Konturatu NASAn erabiltzen duten definizioan ez dela aipatzen materiari (eboluzio darwindarra duen sistema kimikoa da).

### **Lurretik kanpora bizia aurkituko dutela uste duzu?**

Nik esperantza badaukat bizia topatzeko.

### **Eta bizi adimenduna?**

Baliteke bizi adimenduna egotea, baina probabilitatea askoz txikiagoa da. Dena dela, ez da bereziki kezkatzen nauen kontua.



ARTXIBOKOA

Hala eta guztiz ere, extremofiloak ere ikertzen dira exobiologian, baina ez biziaren sorrerari buruzko gakoa emango dutelakoan, baizik eta arrastoren bat eman dezaketelako Lurretik kanpora bizia non aurkitu.

Argi dagoena da bizia sortzeko inguru egoki bat behar dela. Mikrofosilak aztertuta, Lurrean bizia duela lau mila milioi urte inguru sortu zela kalkulatu dute (fosilik zaharrenak duela hiru mila eta bostehun milioi urtekoak dira). Dirudenez, duela lau mila eta bostehun milioi urtera arte, Lurrera meteorito asko iristen ziren, eta, beraz, ez zen leku aproposa bizia sortzeko, ez eta irauteko ere. Ondoren, garai lasaiago bat etorri zen, bizirako aproposak ziren baldintzak lortu ziren, eta handik gutxira sortu ziren lehenengo sistema biziak.

### Hipotesiak hipotesi

Dena dela, hainbaten ustean bizia ez zen Lurrean sortu, beste nonbaitetik etorri zen (meteorito batek ekarrita edo). Exogenia izeneko hipotesia da hori —ezagunagoa da panspermia izenez, baina hau hura baino mugatuagoa da—. Bizia unibertsoan nonbait sortu omen zen, gero Lurrera iritsi zen, eta hemen kondizio egokiak zituenez, ugaltu eta eboluzionatu egin zuen.

Espazioan egon litezkeen kondizioak simulatuta, hainbat esperimenturen



Yellowstongo (AEB) geiserretan muturreko kondizioak daude; bada, hala ere, badira bizidunak.

*“adituek ez dute uste bizia ingurune gogor batean sortu zenik: aitzitik, kondizio goxoetan sortu omen zen”*

bidez, bizirako oinarritzko molekula batzuk espontaneoki sor litezkeela ikusi dute. Biziaren sorreraren inguruko esperimentu klasikoena Miller-ena da (1953): metanoa, amonioa, ur-lurrina eta hidrogenoa zituen nahaste bati deskarga elektrikoak eragin zizkion eta hainbat aminoazido sortu ziren (biziaren oinarritzko molekuletako batzuk).

Bada, bide horretatik, beste hainbat esperimentu egin izan dira, espazioan edo beste planeta batzuetan ohikoak diren konposatu batzuetatik abiatuta molekula organiko konplexuak lortzeko (erradiazio ultramorea erabiliz, esate baterako, oso ugaria baita espazioan).

Exogenia hipotesiaren aldekoek erabiltzen duten beste argudio bat ALH84001 meteoritoa da. 1984an aurkitu zuten Antartikan eta, NASAko exobiologo batzuen arabera, meteoritoak dituen noduluak bakterioek sortzen dituzten oso antzekoak dira. Beraz, posible da egitura haiek bizidunen batek sortu izana; baina oraingoz ez dakite seguru.

Meteoritoak lau mila eta bostehun urte inguru ditu, eta Martetik etorria da.



Lurrean bizia sortzeko kondizio egokiak izan eta gutxira sortu omen zen bizia; ondoren, bizidunak ikaragarri dibertsifikatu ziren. Eta eboluzioak aurrera jarraitzen du.



NASA-JPC

Marten bizi-arrastoak aurkitzeko itzaropena badute oraindik, oraingoak edo aspaldikoak.

Hain zuzen ere, exogenia hipotesiaren barruan, bizia Marten sortu zela uste du hainbatek. Lurreko kondizioak baino egokiagoak omen ziren Martekoak bizia sortu zen garai hartan. Eta esaten dute Marten sortu zela bizia eta gero Lurrera iritsi zela. Horregatik egin izan dira halako ahaleginak Marten bizi-arrastoak aurkitzeko, eta aurrerantzean ere egingo dira.

Marten ez ezik bizia beste planeta eta satellite batzuetan ere izan liteke (edo izan zitekeen, garaiak eta denbora ere kontuan izan beharrekoak dira eta exobiologian). Marterekin batera podiuma bi satelitek osatzen dute: Jupiterren Europak eta Saturnoren Titanek. Hori gure eguzki-sisteman, baina, oro har, urrutiko planetei begiratzen zaie. Azkeneko hamarkadan makina bat exoplaneta aurkitu dituzte, eta horregatik uste dute gure eguzki-sistema nahiko

*“gure eguzki-sistema nahiko arrunta dela uste dute, eta Lurraren antzeko askoz planeta gehiago ere izan litezkeela”*

arrunta dela unibertsoan, eta Lurraren antzeko askoz planeta gehiago ere izan litezkeela.

Bide horretatik, planeten bizigarritasuna ikertzen dute: planeta batek bizia garatzeko baldintzak betetzen dituen, edo inoiz bete izan dituen. Kontuan izan behar da urruneko planetak ikeritzeko garaian muga handi bat dutela, muga teknologikoa. Eta, horregatik,

bizia aurkitzeko kondizio egokienak izateko planeta batek zer tamaina izan behar duen, nolako atmosfera, Eguzkitik zer distantziatara egon behar duen eta halakoak zehazten dituzte. Hala, bizia izan dezaketen 50 bat planeta daudela eta halako albisteak izaten dira noizbehinka.

## Probabilitateen joko

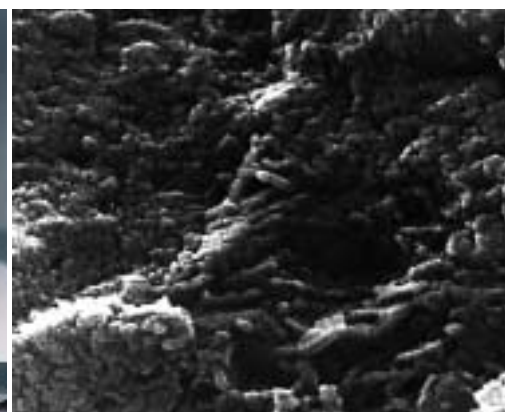
Baina teknologia aurreratu ahala, bizia izan dezaketen planeten kopurua aldatu egiten da. Unibertsoan Lurrekoak gain beste bizi batzuk izateko probabilitatea matematikaren bidez neurtzen da, baina tresna matematikoak erabiltzeko teknologiak ematen dituen datuak erabili beharra dago, noski. Eta probabilitate hori ezagutu gabe jarraitzen dute. Drake-ren ekuazioaren emaitza, esate baterako, ez dago zehazterik.

Frank Drake astrofisikariak ekuazio bat proposatu zuen unibertsoan izan litezkeen zibilizazio teknologikoen kopurua kalkulatzeko. Kopuru hori zazpi faktoreen arabera da: Esne Bidean urtean sortzen den izar-kopurua, inguruan planetak dituzten izarren ehunekoak, planeta horietako zenbatak duten bizirako egokia den orbita, horien artean zenbatetan sortu den bizia, bizia sortu denetan zenbatetan garatu den bizi adimenduna eta azken horietatik zenbatak garatu duten teknologia (eta komunikatzeko gogoia). Sei horietaz gain, denbora aintzat hartzen duen faktore zuzentzaile bat ere badago: zibilizazio adimendun eta teknologiko horrek zenbat irauten duen.

Antartikan aurkitutako meteoritoa (ezkerrean), ustez bizidunen batek utzitako arrastoak dituen (eskuinean, mikroskopioan ikusita).



NASA-JPC



Ikusten denez, faktore horiek guztiak aldatu egiten dira aurkikuntzak egin ahala. Eta ekuazio horrek ez dauka emaitzarik. Hori bai, dirudienez, astronomiari dagozkion faktoreek askoz irudi baikorragoa ematen dute biologiak ematen duena baino; beraz, biologia da bizi adimenduna garatzeko mugarik handiena.

Dena dela, hainbeste zalantza dauden arren, proiektu handi bat dago martxan aspalditik zibilizazio teknologikoen bila: SETI. Haren zuzendari Jill Tarter-ek 2006ko astronomoen batzar nagusian

esan bezala: “zibilizazio asko egonda ere, ez da harrizkoa oraindik bat bera ere detektatu ez izana”. Izan ere, irrati-frekuentzien bila arakutzen dute zerua, une bakoitzean puntu jakin bati zuzenduta, eta puntu horietako bakoitzean bederatzi dimentsiorekin egiten dute lan: espazioari dagozkion hirurak, denbora, maiztasuna, sentikortasuna...

*“Fermi-ren paradoxaren arabera, Lurrean bizia dagoenez, unibertsoko beste edozein txokotan ere gertaera arrunta izango da bizia”*

Ez da erraza izango bete-betean asmatzea. Fermi-ren paradoxaren arabera, Lurrean bizia dagoenez, unibertsoko beste edozein txokotan ere gertaera arrunta izango da bizia; baina bizi adimenduna ere. Eta bizi adimenduna ohikoa bada, orduan horren arrastoek agerikoak izan beharko lukete. Bada, horrexegatik dago SETI arrasto horiek agertuko direlakoan.

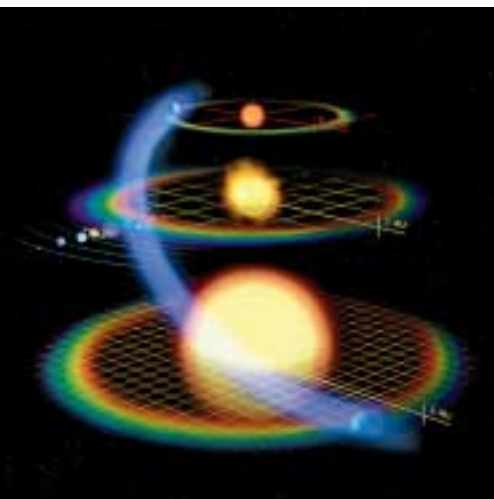


Jill Tarter SETIren zuzendaria da. Emakume honetan oinarritu zen Carl Sagan *Contact* nobelaren protagonistari itxura emateko.

SETI INSTITUTUA

Dena dela, batek baino gehiagok galdetuko dio bere buruari bizi adimenduna badago zergatik ez diren gurekin kontaktuan jarri. Adituek umore onez heltzen diote galderari, eta batek baino gehiagok erdi txantxetan erantzun izan du, Stephen Hawking-ek adibidez: “Gizadia ikusita, nola nahiko dute bada gurekin harremana izan?”

Ikusten denez, exobiologian ez da umorerik falta. Eta suposizioz eta hipotesiz beteta dagoenez, eta emaitza garbirik ateratzen ez dutenez, benetakoz zientzia ez dela uste duenik ere bada. Arlo honetan jakintzaren muga teknologiak jartzen du; irudimenak, berriz, ez du mugarik. □



ESA  
Erdiko irudian gure eguzki-sistema dago, eta bietan ikusten da nola aldatzen den planeta baten eta izarraren arteko distantzia —izarraren tamainaren arabera—, planeta bizigarria izan dadin.



**gure artean euskaraz**

(1841-1906)

**Felipe Arrese Beitia**

# Euskaltzale bizkaitarrak

## 100. urteurrenean

**“ Euskaldun jaio nintzan euskalduna azi euskera utsik amak, eustan irakatsi euskera maite maite zabiltz neugaz beti euskera ill ezkeru ez dot gura bizi ”**

**Felipe Arrese Beitia Euskal idazlea**

Otsandian jaio zen 1841eko maiatzaren 25ean Arrese Beitiairen poemarik ezagunena. Ama Euskeriari azken agurrak izenekoa da; Elizondoko lore-jokoetan lehen saria eman zioten 1879an. Poema horrek Euskal Herriaren kontzientzia astindu zuen: euskara galbidean ikusten zuen Arrese Beitiaik, eta euskaldunak esnarazteko garaia heldu zela uste zuen. Gerostik, sari asko irabazi zituen lore-joko eta euskal festetan. Liburuak ere argitaratu zituen. 1900ean, berriz, Ama Euskeriaren aburu kantaria izaneko poema bilduma argitaratu zuen, heni harpidetzaren bitartez. Bere jaioterrian hil zen Felipe Arrese Beitia, 1906ko urtarrilaren 16an.



**BFA DFB**

Bizkaito Feroi Akademia  
Diputazioa  
Feroi de Bizkaia