

319

2015eko iraila

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

elhuyar
Zientzia



Elkarrizketa:

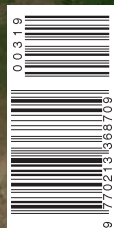
Maria Martinon

Atapuercako antropologoa

**Supereroankortasuna
gori-gori**

MAPAK
mundua, norberaren arabera

4,70
euro



HIZTEGIRIK ba al duzu?

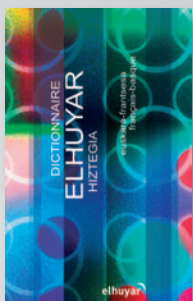
... eta, behar al duzu?

Elhuyarrek dauka
zuk behar duzuna,
eta zuk behar duzun
moduan...

elhuyar.eus



Elhuyar hiztegia, eu-es/es-eu



Dictionnaire Elhuyar
eu-fr/fr-eu



Elhuyar Dictionary
eu-en/en-eu



Elhuyar ikaslearen
hiztegia



Elhuyar sinonimoen
kutxa



hiztegiak.elhuyar.eus



Kindle-rako

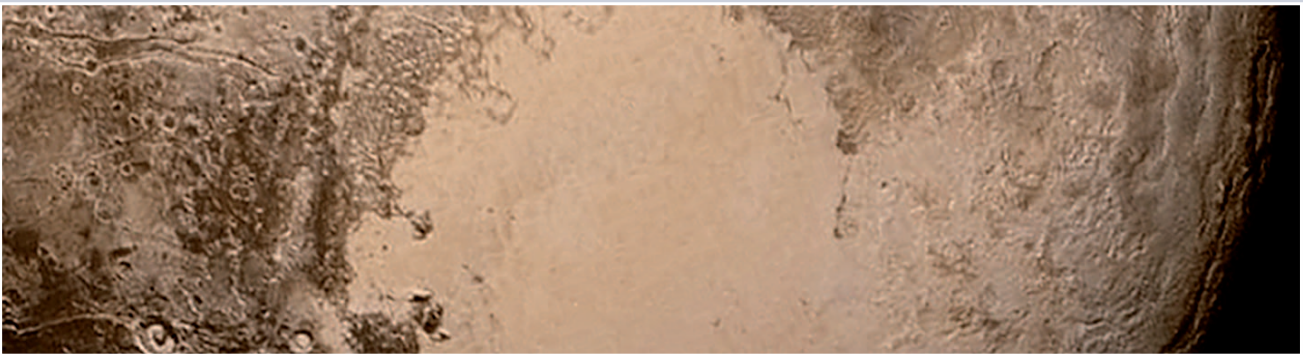


Mugikorretarako

elhuyar

“Zientziaren ikuspegi erromantikoa nuen; jakintza bilatzea dela eta hori guztia” 15

“Psikofonien lagunek Dolina Handia eta halako lekuetara etorri beharko lukete ouiija-taularekin” 17



“Ordutik badakigu mapa guztiak akastunak direla” 28

“Hori argitzen duena Stockholmera doa zuzenean!” 37

“Goizeko bostetan jaikitzen zen egunero, egunean behin bakarrik jaten zuen” 42

Kartografia lehen, orain eta hemen

Kartografian, mapak egitea aukeratzea da. Egileak aukeratu egin behar du zer ezaugarri izango zaion leial, eta zer desitxuratuko duen: azalera, angelua, distantzia... Izan ere, ez dago esfera bat plano batean irudikatzeko modurik. Leonhard Eulerrek frogatu zuen ezintasun hori 1775ean, eta gutxienez ordutik badakigu mapa guztiak akastunak direla. Ondorioz, munduaren proiektzioak errealtatearen hurbilketak baino ez dira, beti.

Oinarrizko akats hori eta guzti, ordea, kartografia ezin erabilgarriagoa zaigu gizakioi. Ongi aukeratzea da kontua, mapa zertarako den, proiektzio-mota bat edo beste bat izango baita onena. Helburuak praktikoak izan daitezke: nabigatzea, ibilbideak kalkulatzeko, datu demografikoak erakustea...; edo politikoak: mundua osatzen duten lurralde eta estatuak modu jakin batean irudikatzea, kasurako.

Zenbaki honetan, kartografiaren historiara eta egunerokora gerturatu gara. Raúl Ibáñez Torres matematikariak mundua irudikatzeko estrategiak eta haien abantaila zein ajeak mugarritu dizkigu. Gaindegiako Mikel Aiestaran Olano geografoa, berriz, Euskal Herriaren kasu bereziaz ari zaigu. Haiek, irudikatu nahi dutenaren arabera, proiektzioa ez ezik, datuak ere moldatu behar izaten baitituzte.

Euskalgeo atariaren muga ez da teorema matematiko bat. Informazio estatistikoa bi estatutan eta hiru administrazioetan banatuta egoteak behartzen ditu horretara. Gainera, Frantziaren eta Espainiaren proiektzio kartografikoak ez dira berdinak, eta datuak ere ez dituzte beti modu berean adierazten. Alabaina, matematikarenak ez direnak beste muga guztiak gainditzea dute helburu. Gaindegiak eta haren Euskalgeo atariak. Artikuluaren izenburuak garbi adierazten baitu, mundua norberaren arabera irudikatzen dute mapek.



Eider Carton Virto

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia
aldizkariaren
zuzendaria*



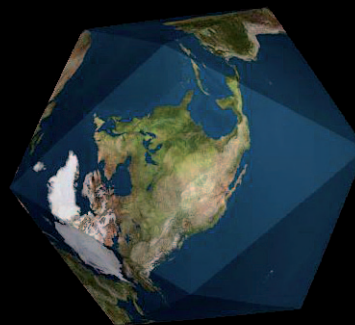
ELKARRIZKETA

Maria Martinon Torres

Atapuercako antropologoa

Atapuercako kanpainan buru-belarri ari dela elkarrizketatu du *Elhuyar*ek Maria Martinon Torres, Espainiako Giza Eboluzioaren Ikerketa Zentroko (CENIEH) Hortzen Antropologia taldearen zuzendari eta Atapuercako ikertzaile-taldearen kide. Sutsu erantzun die galderei, bai Atapuercako aurkikuntzei buruz, bai giza eboluzioaz oro har.

28



MAPAK mundua, norberaren arabera

Begirada adina ikuspegi, eta ikuspegi adina mapa daude. Azken finean, inguruaren interpretazioak dira, eta ingurua era askotara interpreta daitezkeenez, mapak ere askotarikoak dira. Hori bai, haien artean ez dago bakar bat ere akatsik ez duenik: ez dago mapa perfekturik. Hortik abiatuta, matematikari baten eta geografo baten ikuspegiak biltzen ditu erreportajeak.

15



EKINEAN

Estitxu Villamor Lomas

EHUn Fisikan lizentziatu zen eta CIC nanoGUNen aritu da ikertzen. Hain zuen, han egin du tesiaren ikerketa. Aurrerantzean, hezkuntzan eta zientzia-dibulgazioan aritzea du helburu.

LEKUKOAK

Marta Macho Stadler

EHUko Geometriako eta Topologiako irakasle agregatua da, eta Zientzia eta Teknologiaren Berdintasunerako Batzordeko kide, besteak beste. Gainera, Espainiako Matematikaren Errege Akademiaren Domina jaso berri du.



44

Pluton gertutik

Bederatzi urte eta erdiko eta bost mila milioi kilometro inguruko bidea egin ondoren, uztailearen 14an iritsi zen NASaren New Horizons zunda Plutonen ondora. Ordura arte puntu lauso bat baino ez zena gertutik ikusi ahal izan genuen. Eta lehen irudiekin batera iritsi ziren sorpresak ere.



Supereroankortasuna gori-gori

Ekainaren bukaeran baieztatu zuten supereroankortasuna lortu zutela material arrunt batean eta inoizko temperatura altuenean; aurreko altuena, baino ia 40 gradu gehiagotan. 30 urteko epelaldiaren ondoren, supereroankortasunaren gaia gori-gori dago berriz ere.



SAREAN+

aurkibidea]

4 ALBISTEAK

15 EKINEAN
Estitxu Villamor Lomas16 ELKARRIZKETA
Maria Martinon Torres

22 Pluton gertutik

28 **MAPAK: mundua, norberaren arabera**34 MUNDU DIGITALA
Internet: bete al da agindutakoa?

36 Supereroankortasuna gori-gori

40 ANALISIA
Turismo ornitologikoak hegazti-populazioetan duen inpaktua
GORKA GOROSPE42 ISTORIOAK
Rita Levi-Montalcini, ezagutzaren hazkuntza-faktore44 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Marta Macho Stadler47 IKERGATZE KONGRESUAN ZIENTZIAK ETA NATUR ZIENTZIAK ARLOAN SARITUTAKO LANA
Araztegieta isurkinek feminizaturiko arrainak
AINARA VALENCIA50 GAI LIBREAN
Tratamendu neuroleptikoekiko jarrerak
N. OZAMIZ, J. A. OZAMIZ, I. MARKEZ, J. GUIMON53 GAI LIBREAN
Mikrouhinen hondo kosmikoa: grabitazio kuantikorako leihoa?
DAVID BRIZUELA

56 Sarean

Zirkuitu elektroniko bat ezarri dute saguen garunean, xiringa baten bidez

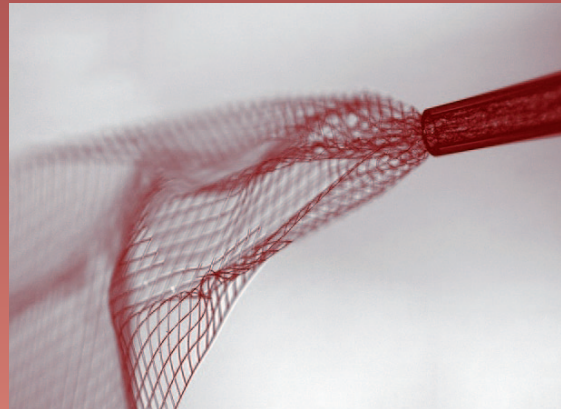
Ehun mikrometroko diamentroa duen xiringa-orratz mehe bat erabiltza, sagu baten garunean zirkuitu elektroniko bat injektatzea lortu dute, Harvard Unibertsitateko eta Beijingeko Nanozientzia eta Teknologia Zentroko neurozientzialariek.

[Nature Nanotechnology](#) aldizkariak argitaratu du ikerketa. Haren arabera, ikertzaileek hamasei elementu elektroniko zituen sare malgu bat injektatu zieten saguei, garezurraren

azpian. Injektatu ondoren, sarea zabaldu egin zen, eta neuronak haren inguruan antolatu ziren. Horrenbestez, euskarria biobateragarria dela frogatu dute.

Horrez gain, sarearen elementu elektronikoen bidez, jarraipena egin diete saguen garun-jarduerari, eta neurona bakan baten jarduera detektatzeko gai izan dira.

Ikertzaileen esanean, garatu duten teknologia aproposa da zirkuitu elektronikoak ezartzeko pazienteen ehun



Elementu elektronikoak dituen sare injektagarria. ARG.: LIEBERREN IKERKETA TALDEA/HARVARD UNIBERTSITATEA.

eta barrunbeetan, xiringa soil baten bidez, ebakuntzarik gabe. Garun-jarduerari jarraipena egiteko ez ezik, besteak beste, estimuluak bidaltzeko, teknika optoge-

netikoak aplikatzeko eta garunaren eta ordenagailuen arteko elkarrekintza bideratzeko ere egokia izan daitekeela proposatu dute. ●

Kosmetikoen osagaiak kuantifikatzeko metodo garbiagoak

Kosmetikoetan erabiltzen diren hainbat osagai aldi berean analizatzeko hiru metodo garatu ditu EHUko ikertzaile Josu Lopez-Gazpiok.

Beste teknika batzuekin alderatuta, disolbatzaile-kantitate oso txikia erabiltzen dute, eta hondakin gutxi sortu. Aintzat izanda 10.000 osagai baino

gehiago erabiltzen direla gaur egun kosmetikoak egiteko, nahitaezkoa da haiek analizatzea, kontsumitzaileen segurtasuna bermatzeko.

Musketa-lurrinak, alergenokoak, kontserbagarri antimikrobianoak eta antioxidatzaileak eta argi ultramorearen iragazkiak analizatzeko meto-

doak garatu ditu Lopez-Gazpiok, elektroforesi kapilarrean oinarrituta. Izan ere, teknika horren abantaila nabarmenena da disolbatzaile gutxi erabiltzen eta hondakin gutxi sortzen duela. *Electrophoresis* aldizkarian argitaratu ditu ikerketaren [emaitzetako batzuk](#).

Azaldu duenez, laginak prestatzea oso erraza da —diluitu besterik ez da egin behar—, eta metodo merkeak dira, gainera. Beraz, aukera ona dira orain arte erabiltzen zirenen aldean (likido- eta gas-kromatografiak). Gainera, orain arte ez bezala, osagaiak aldi berean banatzea lortu da elektroforesi kapilarra erabiliz, esate baterako, lurrinak eta alergenokoak aldi berean bana daitezke, edota kontserbagarriak eta ultramore-iragazkiak, eta abar.

Hainbat perfume, xanpu, gel, xaboi, eguzki-krema eta etxeko produktu aztertzeo aplikatu ditu metodoak Lopez-Gazpiok, eta adierazi du “guk analizatutako produktuetan araudia bete egiten” dela.

Hurrengo urratsa izango da aldi berean osagai gehiago analizatzen saiatzea, bai eta detekta daitekeen kontzentrazio minimoa ahalik eta gehien txikiagotzea ere. ●



EHUko ikertzaile Josu Lopez-Gazpio. Kosmetikoen osagaiak analizatzeko metodoak garatu ditu. ARG.: EHU.

Oparitu zientzia, oparitu **Elhuyar** aldizkariaren harpidetza



aldizkaria.elhuyar.org



Europako *Homo sapiens*ik neandertalena

200 urte baino gutxiagokoa da haren azken arbaso neandertalarekiko belaunaldi-tartea

Duela 40.000 bat urteko gizaki baten matrailezurraren analisi genetikoa aurkeztu dute Harvardeko Medikuntza Fakultateko eta Antropologia Ebolutiboaren Max Planck Institututuko ikertzaileek. Errumaniako Peștera cu Oaseko fosil bat da, hezurdun haitzuloa, errumanieraz, eta *Homo sapiens* batean inoiz aurkitu den genoma neandertalaren proportzio handiena du haren DNAk: % 6,0 eta 9,4 bitartean. Hala, ikertzaileek ondorioztatu dute haren azken arbaso neandertala 4-6 belaunaldi lehenagokoa besterik ez zela: 200 urte, asko jota.

Oase 1 matrailezurra, hori du izena, European aurkitukoa *Homo sapiens*en fosil zaharretako bat da. 37.000 eta 42.000 urteko adina du —Karbono-14 bidez zuzenean data-tuta dago—, eta morfologikoki modernoa den arren, jatorri neandertalarekin bat datozen ezaugarriak ere baditu. Orain, Svante Pääboren taldeak egin dituen [analisi genetikoek erakutsi dute](#) beste edozein *Homo sapiens* baino proportzio handiagoan zela neandertal.

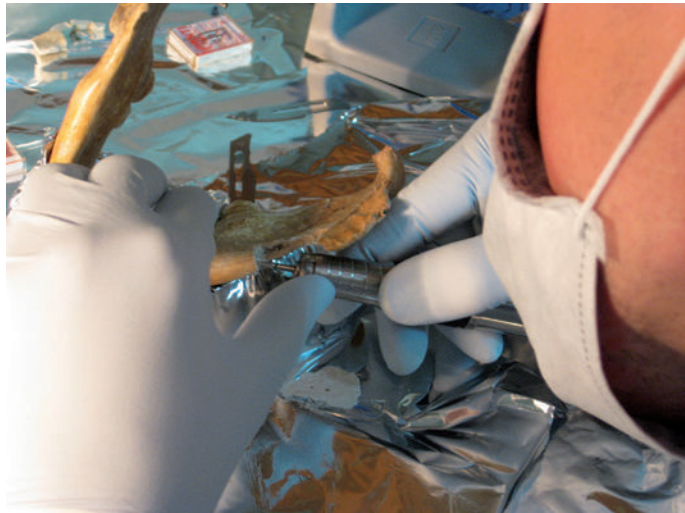
Gaur egun, Saharaz azpi-koak ez beste giza populazio guztiek gordetzen dute jatorriz neandertala den genoma, % 1-3 artean. Horrek adierazten du iraganean noizbait hibridatu egin zirela neandertalak eta gure arbasoak, Afrikatik irten eta Eurasia populatzean. Ikerketa genetikoaren bidez, gurutzaketa noiz gertatu zen kalkulatu dute antropologok: duela 37.000-86.000 urte artean kokatu zuten hasieran, eta, berriki, gehiago mugatu dute data [Siberia mendebaldean eta Errusia ekialdean aurkitutako beste bi fosilek](#): duela

50.000-60.000 urteko epealdira. Halaber, orain arteko aurkikuntzen arabera, Afrikatik Eurasiarako korridorean gertatu bide zen, proportzio txikian eta epealdi mugatuan.

Alabaina, Oase 1 fosilak European bertan kokatzen du hibridazioa, duela 40.000 urte inguru bakarrik; hau da, uste zen baino askoz geroago ere bai. Ere bai, azterketa genetikoak iradokitzen duelako hori baino zaharragoa dirudien ekarpen neandertala ere baduela Oase 1 fosilak; alegia, neandertalekin lehenago ere hibridatutako *Homo sapiens* lerro baten ondorengoa zen banakoa.

Analisia egiteko, matrailezurraren bi lagin erauzi eta aztertutako Max Planck Institututuko ikertzaileek, 25 eta 10 mg-koak hurrenez hurren. DNA nuklearra eta mitokondrialak analizatu dituzte, eta beste hainbat genomaren datuak erabili dituzte alderaketak egiteko: bai gaur egungo gizakionak eta baita hainbat giza fosilenak ere. Azkenik, hibridazioa zenbat belaunaldi lehenago gertatu zen kalkulatzeko, neandertal jatorriko sekuentzia-zatien luzera neurtu dute. Zatiak zenbat eta luzeagoak izan, esan nahi du gutxiagotan errekonbinatu dela DNA, eta, beraz, belaunaldi gutxi igaro direla ekarpen genetikoak egin zuen banakoaren eta ikertzen ari direnaren artean. Kasu honek, zatiak hain dira luzeak, lau eta sei belaunaldi arteko aldea kalkulatu baitute antropologok arbaso neandertal zaharrenaren eta Oase 1 *Homo sapiens*aren artean.

Bestelako ahaidetasunei dagokionez, ondorioztatu dute lotura estuagoa duela gaur



Analisi genetikoa egiteko, bi lagin erauzi zituzten ikertzaileek matrailezurretik. Horretarako, 25 eta 10 mg hezur-hautsetik abiatu ziren, hurrenez hurren. ARG.: SVANTE PÄÄBO/ANTROPOLOGIA EBOLUTIBOAREN MAX PLANCK INSTITUTUA.



Oase 1 matrailezurra. ARG.: SVANTE PÄÄBO/ANTROPOLOGIA EBOLUTIBOAREN MAX PLANCK INSTITUTUA.

egun Asia ekialdeko biztanleekin eta jatorriz Amerikakoak direnekin, gaur egungo europarrek baino. Haitzulo berean, giza garezur baten fosila ere aurkitu zuten geroago egindako indusketetan, Oase 2, eta Natureko artikuluan aipatu dutenez, “nean-

dertalekin hibridatu izanaren ezaugarri morfologikoa ditu hark ere, eta litekeena da garai berekoa izatea”. Halako banako gehiagoren azterketa genetikoak ugaritu ahala, argiago ezagutzen joango gara Eurasiaren populatze konplexua. ●

Zahartzean memoria galtzea eragiten duen odoleko proteina bat identifikatu dute

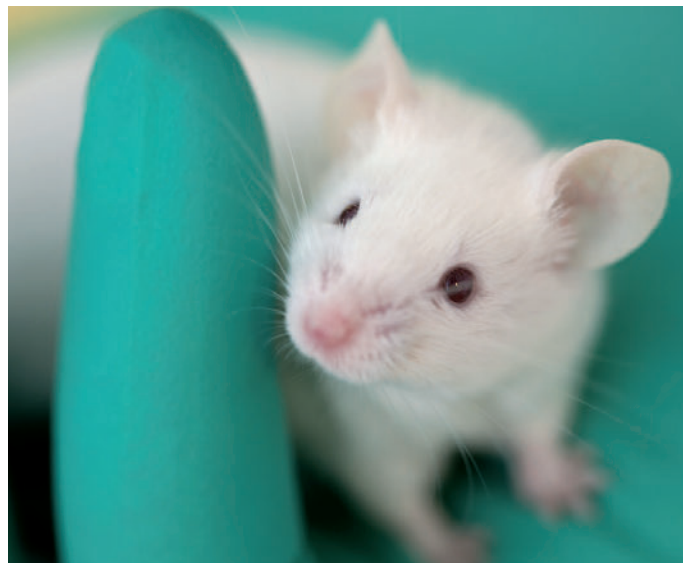
Adinarekin odolean areagotu egiten den proteina batek memoria-galera eragiten du. Hori ondorioztatu dute Kaliforniako Unibertsitateko iker-tzaile batzuek, saguekin eta pertsonekin egin dituzten azterketen emaitzak ikusita.

Aurretik egindako beste ikerketa batzuei esker, bazekiten sagu gazteen odolak, neurri batean, sagu zaharrak gaztetzeko ahalmena zuela; eta, alderantziz: sagu zahar-rarenak, gaztea zahartu. Ondorio horiek nabariak ziren, bereziki, oroimenean eta ikasteko gaitasunean.

Orain, Kaliforniako ikertzaileek ondorio horien eragileetako bat identifikatu du:

beta 2 mikroglobulina proteina (B2M). Immunologia-sistemaren proteina bat da, eta norberaren zelulak patogeneetatik bereizteko funtzioa du. Horrez gain, baina, ikusi dute, sagu gazteei B2M injektatuz gero, memoria galtzen dutela. Eragina, dena den, itzulgarria da; hain zuzen, proteina kenduz gero, memoria bere onera etortzen da, eta garunean neurona berriak sortzen dira.

Ikertzaileek beste pauso bat ere eman dute: B2M ekoizteko gaitasunik gabeko sagu transgenikoak sortu dituzte. Eta frogatu dute, zahartutakoan, ez dutela ahalmenik galtzen, ez oroitzeiko ez ikasteko.



Ikertzaileek sagu gazteetan eta zaharretan ikertu ditzuten B2M proteinaren ondorioak. ARG.: © ANTHONY BRADSHAW/ISTOCKPHOTO.COM.

Horrenbestez, ondorioztatu dute B2M proteina gako dela zahartzeari lotutako memoria-galeran, eta, agian, hura oztopatuta, aukera egongo

dela memoria-galerak prebenitzeko edo tratatzeko giza-kietan. [Nature Medicine aldizkarian argitaratu dute ikerketa.](#) ●



Myrtha Chockler
(Argentina)

Teresa Godall
(Katalunia)

Xabier Tapia
(Euskal Herria)

Ezohiko arrasto organikoak, duela 75 milioi urteko dinosauroen fosil arruntetan



Teropodo baten hatzaparra. Fosil honetan aurkitu dituzte globulu gorrien itxurako egiturak. ARG.: LAURENT MEKUL.

Globulu gorriak eta kolagenozuntzak diruditen egiturak atzeman dituzte Londresko Imperial Collegeko ikertzaile batzuek, duela 75 milioi urteko dinosauroen fosiletan. Aztertutako zortzi hezur-zatie-tatik seitan detektatu dituzte egitura organikoaren arrastoak. Ikertzaileen esanean, aurkikuntzak adierazten du uste baino ohikoagoak izan daitezkeela ehun bigunen hondarrak dozenaka milioika urteko fosiletan. Izan ere, nahita aukeratu dituzte aparteko kontserbazio-kondiziorik ez zuten laginak, ikerketa egiteko.

Lehenago ere aurkitu dira osagai organikoaren arrastoak aztertutakoak bezain fosil zaharretan, baina bereziki ondo kontserbatutako aleak izaki, salbuespentzat hartu izan dira. “Ontzat eman da proteinek ez dutela irauten lau milioi urtez baino gehiagoz —adierazi dute ikertzaileek [Nature Communications aldizkarian argitaratutako artikuluan](#)—, “eta arrasto partzialak besterik ez direla kontserbatzen luzaroago”. Alabaina, “orain aurkeztutako emaitzek iradokitzen dute jotzen zen baino fenomeno arruntagoa dela ehun bigu-

nak eta proteinen egitura konplexuagoak ere gordeztea”, gehitu dute.

Londresko Historia Naturalaren museoko bildumakoak dira aztertutako laginak (dinosauroen bi klado nagusietako ordezkariak hautatu dituzte). Transmisiozko mikroskopia elektronikoa (TEM), ekorketazko mikroskopia elektronikoa (SEM) eta beste zenbait teknika osagarri baliatu dituzte aipatutako egiturak behatzeko. Konposizioa, berriz, masa espektrometria bidez aztertu dute. Hala, ikusi dute [globulu gorrienak diruditen](#) egituren osaerak antz handia duela emu hegaztiaren zelulenean. Horrez gain, kolagenoaren egitura txirikordatua behatu dute, eta proteina osatzen duten aminoazidoen arrastoak ere detektatu dituzte.

Denbora-escala geologikoan proteinak kontserbatzeak aukera ematen du aspaldi desagertutako animalien fisiologia eta portaera ikertzeko. Horregatik, “fosilik xumeenak ere merezi lezake analisi molekular bat”, esan dute. ●

Mikrogarro robotiko bigunak

Irudiko mikrogarro robotikoa gai da oso objektu hauskorak jasotzeko, haiei inolako kalterik eragin gabe. Milimetro erdia baino gutxiago da alderik alde inurriaren gerria. Objektuari eusteko, bere baitan kiribiltzen da garroa. Iowako Unibertsitatean garatu dute, eta [Scientific Reports aldizkarian aurkeztu](#). Ikertzaileen esanean, garroa oso erabilgarria izan daiteke aplikazio biomedikoetarako, besteak beste, mikrokirurgietarako.

185 mikrometroko diametroa arte txikitu daiteke garroak egiten duen azken espiralak. Hain zuzen ere, robotika biguna (sistema biologikoak oinarri hartzen dituena) hain neurri txikira arrakastaz ekartzea izan da ikerketaren ekarpen nagusia. Orain arte, zentrimetroaren eskalan bakarrik lortu zen sistemak kiribil bat baino gehiago osatzea.



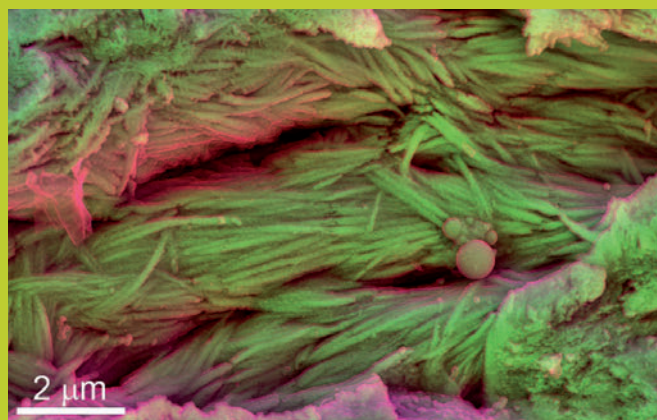
Mikrogarro robotikoa gai da inurri bat hartzeko, minik egin gabe. ARG.: JAEYOUN KIM/IOWA STATE UNIVERSITY.

Estatu Batuetako ikertzaileek fabrikazio-sistema berri bat asmatu dute mikrogarroak sortzeko. Metodologia horri esker, gai izan dira oso neurri txikiko hodia sortzeko: 100-125 mikrometroko barne diametroa du, eta 8-32 mikrometroko lodiera, paretak. Hedatuta dagoenean, mikrohodia ez da erabat laua: konkor bat du, eta horrek ematen dio espiralean kiribiltzeko gaitasuna. Garroari eragiteko, berriz, xiringa arrunt bat erabiltzen dute. ●

Ikusi bideoa webgunean



SAREAN+



Dinosauro-saihets batetik hartutako laginaren egitura, ekorketazko mikroskopia elektronikoa bidez ikusia. Mineralizatutako zuntzak ikusten dira irudian. ARG.: SERGIO BERTAZZO.

The logo for 'bat' is a stylized lowercase 'b' inside a circle, followed by the letters 'at'.

Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

kluster@soziolinguistika.eus

<http://www.soziolinguistika.eus>

Soziolinguistika Klusterra

Martin Ugalde K.P.

20140 - ANDOAIN

BAT ALDIZKARIA 94 ZENBAKIA K A L E A N !

Euskararen transmisioaren molde berriak

A stylized illustration of two hands. The left hand is white with black outlines, and the right hand is black with white outlines. They are positioned as if they are about to shake or are in a gesture of agreement.

Paula Kasares

Euskararen belaunez belauneko jarraipena
aztergai eta jomuga.

Jone Miren Hernández

Familia hizkuntza-politika: Transmisioa ulertzeko
eredu berri baten bila.

Pello Jauregi

Gaurko gazteak, biharko gurasoak.

Iñaki Eizmendi

Eragileen sarea osatzen. Haur eta gazteen hizkuntza-ohituretan
eragitera bideratutako eredu baten azalpena.

GUREAN ATALEAN

Beñat Garaio

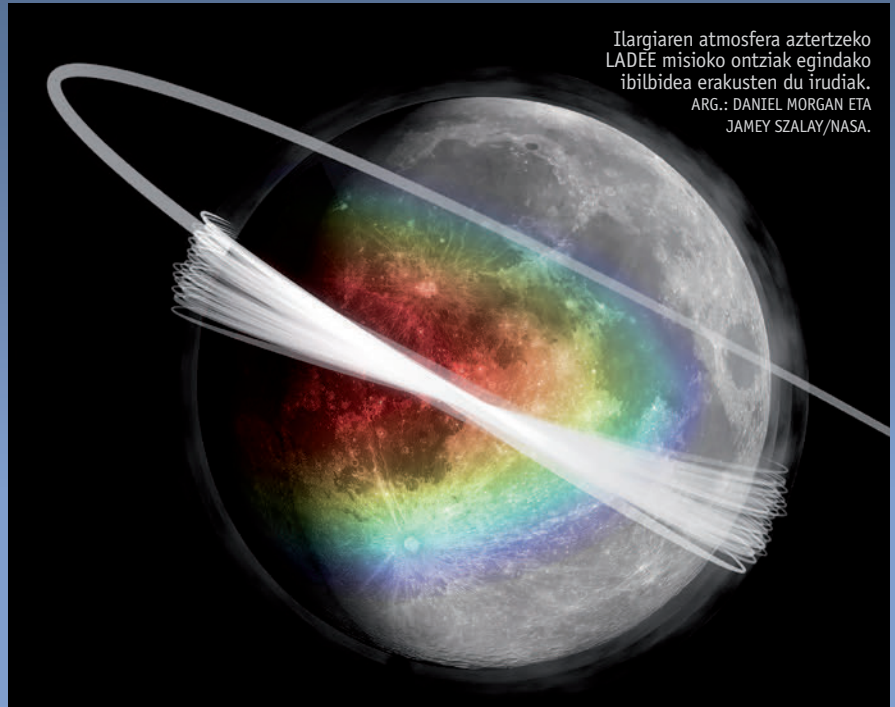
"Ez dago sinesterik zenbat kanbiatu den": Gasteizen 1950-1975 garaitik
hona, euskarak izan duen euskararen bilakaeraren inguruko testigantzak.

Ilargiaren inguruan hauts-hodei iraunkor bat dagoela frogatu dute

Ilargiaren inguruan hodei-geruza iraunkor bat dagoela frogatu dute Columbiako eta Ouluko (Finlandia) Unibertsitateetako astronomoek. Horixe izan da Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer misioaren (LADEE) ondorio nagusia, eta *Nature* aldizkarian eman dituzte xehetasunak. Besteak beste, zehaztu dute hodeia hauts-partikulez osatuta dagoela eta asimetrikoa dela.

[LADEE misioa](#) 2103ko irailean abiatu zuten, eta 184 egun iraun zuen. Denbora horretan, atmosferaren datuak jaso zituzten Ilargia orbitatzen zuen ontzi baten bidez, garaiera desberdinetan (azaletik 220-260 km-ra, eta 20-100 km-ra).

Horri esker, hauts-hodeiaren osaera, dentsitatea eta banaketa ikertzeaz gain, partikulen jatorria ere argitu dute. Astronomoen arabera, Ilargitik gertu abiadura handian igarotzen diren kometen ondorioz sortzen dira hodei horiek. Hain zuen, kometetatik askatutako partikulek Ilargiaren azala jotzean sortzen da hodeien hautsa.



Ilargiaren atmosfera aztertzeko LADEE misioko ontziak egindako ibilbidea erakusten du irudiak. ARG.: DANIEL MORGAN ETA JAMEY SZALAY/NASA.

Horren erakusle da hodeiaren dentsitatea areagotu egiten dela meteoro-euriaren sasoian, bereziki Geminidak egokitzen direnean.

Hori ikusita, astronomoek iragarri dute atmosferarik gabeko gorputz planetario guztiek izan ditzaketela antzeko hodeiak. Horrekin batera, ordea, baztertu egin dute orain Ilargian aztertu duten hodeiak zerikusirik duenik

Apollo 15 eta 17 misioetako astronautek ikusitakoarekin. Nonbait, Ilargiaren hodeiertzean distira bat ikusi zutela adierazi zuten astronautek, baina haiek egindako deskribapena eta LADEE misioako datuetatik ondorioztatutakoa ez datoz bat. Horrenbestez, argitu gabe jarraitzen du Apollo misioetan ikusitako hodei distiratsuen misterioak. ●

Life Lutreola Spain egitasmoa, bisoi europarraren populazioak sendotzeko

Bisoi europarra European desagertzeko arriskurik handiena duen ugaztuna da, eta hura babesteko, Life Lutreola Spain egitasmo europarra jarri dute abian. Izan ere, kinka larrian dago espeziea.

XIX. mendera arte Europa ia osoan hedatuta zegoen arren, gaur egun, bisoiaren eremua % 10era murriztu da, eta gune bakar batzuetan baino ez dago, hala nola, Euskal Herrian, Errioxan, Burgosen eta Aragoi, Danubioren deltan (Errumania eta Ukrainian), eta, beharbada, Frantziako eta Errusiako zenbait ingurutan. Eremu edo toki

horietako gehienak [Natura 2000 Babestutako Tokien sarearen](#) barruan daude.

Azken ikerketen arabera, Espainiako estatuan, asko jota, 500 banako daude. Populazio gehiena Mediterraneo isurialdean dago, hain zuzen, Ebroko arroan; gainerakoak talde txikitik sakabanaturik daude Euskal Herriko Kantauri isurialdeko arroetan. Europako Habitat direktibak lehentasunezko espezieetat jotzen du bisoi europarra, eta, ezartzen du zorrotz babestu behar dela eta zaindutako eremuak behar dituela.

Ikuspegi horrekin abiatu da [Life Lutreola Spain](#) proiektua, [Europar Batasuneko LIFE+ programaren eskutik](#), eta hiru helburu nagusi ditu. Batetik, bisoi amerikarraren taldeak desagerraraztea bisoi europarraren banaketa-eremuetan; izan ere, habitataren suntsipenaz eta gizakion eraginaz gain, espezie inbadi-tzaile hori da bisoi europarrak egun duen mehatxurik handiena.

Bestetik, bisoi europarraren populazioen bideragarritasuna handitu nahi dute proiektuaren arduradunek. Horretarako, “populazioa sendotzeko

ekimenak” gauzatuko direla “besteak beste, birsartze-proiektuak”, adierazi du Bizkaiko Foru Aldundiko ingurumen-teknikari Nestor Zabalak. Azkenik, bi espezieen egoera ebaluatzeko jarraipen-sare eraginkorra sortzea dute helburu.

2014-2018 epealdian garatuko da proiektua, eta honako erakundeak dira partaide: Tragsatec; Bizkaiko, Gipuzkoako eta Arabako foru aldundiak; Gazteizko Udala; Errioxa, Valentzia eta Aragoiko Gobernuak; Nafarroako Senda Viva parkea, eta Bisoi Europarraren Elkarteak. ●

EUSKARAZ ETA ZIENTZIAZ BLAI

IMAJINATZEN DUZU EUSKARAZKO
HIZTEGIRIK ETA EUSKARAZKO ZIENTZIA-
ALBISTERIK GABEKO MUNDURIK? **GUK EZ**

ALDIZKARIA
aldizkaria.elhuyar.eus

HIZTEGIAK
hiztegiak.elhuyar.eus

www.elhuyar.eus

Beroarekiko tolerantzia, heredagarria koraletan

Australian egindako ikerketa-lan batean frogatu dute koral-espezie jakin batek beroarekiko duen tolerantzia heredagarria dela genetikoki. Horri esker, berotze globalaren mehatxu larriari aurre egiteko tresna bat izan dezakete eskuartearen zientzialariek; izan ere, “dagoeneko existitzen diren aldaera genetikoak berez, edo gizakiaren laguntzarekin, ozeanoetan barrena zabalduta, koral-arrezifeak desagertzeara eragotz daiteke”, adierazi du ikerketaren egileetako batek, Texasko Unibertsitateko Mikhail Matzek.

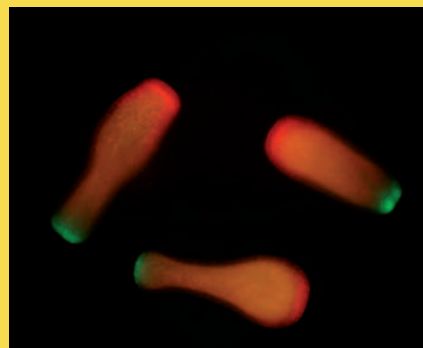
Australiako Itsas Zientzien Institutuarekin batera egin dute lana, eta, egileen esanean, ondorioztatu dute ur beroagotara egokitzeko gaitasuna ez dela beroak eragindako estresarekiko erantzun soila, baizik eta belaunaldi batetik bestera transmititzen den ezaugarri genetikoa.

Ikerketa-lana egiteko, Australiako Hesi Handiko *Acropora millepora* koral-espeziearen laginak erabili dituzte. Eremu hotzago bateko aleak eremu epelago batean bizi direnekin gurutzatu dituzte (elkarrengandik 450 bat kilo-



Hesi Handiaren Ipar Muturreko Eremuan koral-arrezifeak oso egoera onean daude, eta tenperatura altuak jasaten dituzten koralak bizi dira bertan. ARG.: LINE K BAY DOKTOREA/AUSTRALIAKO ITSAS ZIENTZIEN INSTITUTUA.

metrora eta latitudean 5°-ra daude bi gunek), eta, ondoren, haien larbek beroaren aurrean zer portaera zuten aztertu dute, ura 35,5 °C-raino berotuta. Batetik, larben biziraupen-tasak alderatu dituzte: 10 bider handiagoa zen jatorriz ur epelagoetako gurasoen ondorengoena. Bestetik, ikertzaileek ikusi dute guraso mistoen larbek ere jasotzen zutela beroari aurre egiteko gaitasuna, eta ahalmen horri lotutako zenbait eskualde identifikatu dituzte haien genomatan. *Science* aldizkarian argitaratu dituzte [lanaren emaitzak](#). ●



Acropora millepora koralaren larba fluoreszenteak. ARG.: M. MATZ/TEXASKO UNIBERTSITATEA.

Nanopartikula magnetikoak, tumoreak berotuz suntsitzeko

Nanopartikula magnetikoak tumore-zelulen aurka erabiltzeko, hainbat ikerketa-lan egin dituzte EHUKo Elektrizitate eta Elektronika Saileko ikertzaileek. Zehazki, hipertermiaren arloan ari dira lanean.

Hipertermia da beroa erabiltzea tratamendu gisa: gorputzeko ehun jakinak tenperaturari fisiologikotik gora berotzen dira, lortu nahi den efektua eragiteko. Kasu honetan, helburua da tumoreak suntsitzea, nanopartikula magnetikoek askatutako beroaren bidez.

1990eko hamarkadan aurkitu zen nanopartikula magne-

tikoen propietate hori: eremu magnetiko altxatzen eragintzen, energia-kantitate handia xurgatzen dute, eta beroa igortzen. Nanopartikulak tumoreetan estrategikoki kokatuta, horiek suntsitzeko erabil daitezke. Hipertermia magnetikoa deritza hurbilketa horri eta 2011tik erabiltzen da minbiziaren aurkako terapia esperimental gisara.

Bide horretan, aintzat hartu beharreko parametro garrantzitsuenetako bat nanopartikulen xurgapen-tasa espezifiko da, hau da, nanopartikulen masa unitateko

zenbat energia xurgatzen duen. Balio hori hainbat faktoreen mendekoa da: aplikatzen den eremu magnetikoaren maiztasuna eta intentsitatea, nanopartikularen tamaina, itxura, osagaiak, etab.

EHUKo ikertzaileek nahi den eremu magnetikoa eragin eta nanopartikulen xurgapen-tasa espezifikoak neurtzeko gailu bat eraiki dute; gero, hainbat eredu egin dituzte, nanopartikulen formaren, materialaren eta estekatzaileen arabera, xurgapen-tasa espezifikoaren balioa nola aldatzen den jakiteko.

“Berokuntza ez da nonahi eta nolanahi aplikatu behar —adierazi du ikerketataldeko kide Eneko Garaio—: 41 eta 46 °C arteko tenperaturari aplikatu behar da, eta tumoreetan bakarrik. Izan ere, tenperatura-tarte horretan eraginkorragoa da hipertermia magnetikoa”.

Ikerketa lan horrengatik, eta zehazki, [Measurement Science and Technology aldizkarian argitaratutako artikulu batengatik](#), Outstanding Paper Award saria jaso dute. ●

X izpien oihartzun kosmikoa, eraztun

Erdigunean Circinius X-1, bi izarrez osaturiko sistema bat, eta inguruan lau eraztun erraldoi. X izpien leherketa baten oihartzuna da [NASAk argitaratutako irudi](#) ikusgarri horretan ageri dena. 2013an gertatu zen eztanda, eta Chandra teleskopioari esker ikus dezakegu orain. Izan ere, Chandrak X izpien seinaleak jasotzen ditu.

Kolore gorria, berdea eta urdina energia txikiko, ertaineko eta handiko X izpiei dagozkie, hurrenez hurren. Eraztunak, berriz, izpi horiek izararteko hauts-hodeien aurka errebotatzean sortutako oihartzuna dira. Eraztun bakoitza hodei desberdin bati dagokio. Lurretik ikusita, hodeia gugandik zenbat eta gertuago, handiagoa dirudi eraztunak; hala, emaitza, eraztun-sistema zentrokide bat da. Zehazki, 41 eta 55 argi-urte arteko neurria dute; hain dira handiak, Chandrak ezin baititu osorik ikusi, eta horregatik ageri dira moztuta.

X izpien oihartzunaren bidez, astronomoek Circinius X-1 Lurretik zer distantziara dagoen zehaztu ahal izan dute: 30.700 argi-urte.

Circinius X-1 sistema interesgarria da astronomoentzat, energia altuko partikula-zorrotada oso indartsuen iturri baita. Erdigunean neutroi-izar bat du, supernoba leherketa batean sunsitutako izar baten nukleoa, baina haren portaerak antz handia du zulo beltze-kin. Hain zuzen ere, astronomoek baieztatu dute bertako partikula-zorrotaden abiadura argiarenaren % 99,9 dela gutxienez, eta, hori, normalean, zulo beltzen propietatea da. "Zentzu batzuetan neutroi izarren portaera du, eta beste batzuetan zulo beltzarena" esan du Hegoaldeko Gales Berriko Unibertsitateko Catherine Braidingek, ikerketaren egileetako bat "oso ezohikoa da propietate horien batera dituen objektu bat aurkitzea". Ikerketaren emaitzak [The Astrophysical Journal](#) aldizkarian argitaratu dituzte. ●



ARG.: X IZPIAK: NASA/CXC/WISCONSIN-MADISON UNIBERTSITATEA/S.HEINZ ET AL; IRUDI OPTIKOA: DSS.

Marikalanbre bizitzaren laborategian

5
Zz

Idazlea
ANA GALARRAGA AIESTARAN

Ilustratzailea
JOSE ANJEL LOPETEGI

6-8 urte

Nolatan ez dira urperatzen itsasontziak? Aireak badu pisurik?

Horrelako galderei erantzuteko, Marikalanbre bere sistema du: esperimenduak egitea. Eginez ikasten dena ez baita inoiz ahazten!

Zuk ere esperimenduak eginez ondo pasa nahi baduzu, eskuratu **Marikalanbre bizitzaren laborategian** gaztetxoentzako esperimendu-liburua. Elhuyarreko Ana Galarragaren eskutik eta Irrien Lagunen lankidetzarekin.

Zure liburudendan eta Elhuyarren webgunean:

www.elhuyar.eus



Mina arintzeko esperimentu batek agerian utzi du emeen eta arren artean dagoen aldea

Min kronikoaren mekanismoan parte hartzen duten zelulak ez dira berdinak sagu arretan eta emeeetan. Hain zuzen ere, Kanadako eta Estatu Batuetako ikertzaileek elkarlanean egindako esperimentu batean, berretsi dute sagu arretan immunologia-sistemaren zelula espezializatu batzuek, mikroglia, parte hartzen dutela minaren transmisioan; horrekin batera, ordea, frogatu dute emeeetan beste zelula batzuk direla arduradunak. Ikertzaileen ustez, horrek azal dezake zergatik mikroglia blokeatzeak mina desagerrarazten du sagu arretan, eta ez emeeetan.

[Nature Neuroscience aldizkarian argitaratu dute ikerketa.](#)

Saguekin egindako esperimentuan, ikertzaileek min kronikoa eta hantura eragin zieten, atzeko hanken hiru nerbio ziatikoetatik bi kalte-tuz. Zazpi egun geroago, mikroglia blokeatzen duen botika bat eman zieten, eta



Minaren mekanismoa arretan eta emeeetan desberdina dela frogatu dute. ARG.: AIDAN JONES/ CC-BY-SA.

ohartu ziren arrei mina arintzen zien arren, emeei ez zitzaieela gauza bera gertatzen.

Arren erantzuna espero zuten. Izan ere, lehendik ere bazekiten mikroglia proteina bat espresatzen duela, BDNF izenekoa, zeinak minaren seinalea transmititzen duen bizkarrezur-muineko zelule-

tan. Emeetan tratamendua eraginkorra ez izateak, ordea, erakutsi zien haietan beste era batera transmititzen dela mina. Antza denez, testosteronak immunologia sisteman duen eraginean dago gakoa.

Hortaz, emeak ikertzea izan da hurrengo pausoa.

Oraindik ez dute mekanismoa argitzez lortu, baina, aurreratu dutenez, emeeetan badirudi T zelulak direla minaren transmisioan parte hartzen dutenak.

Ikertzaileen esanean, esperimentuak agerian uzten du animalia emeak eta emeen zelulak erabiltzeko beharra. Gogorazi dute iaz Estatu Batuetako Osasun Institutuak (NIH) jarraibideak aldatu zituela esperimentuetan bi sexuak aintzat hartzeko, baina, hala ere, askok arrak baino ez dituzte erabiltzen, hilekoaren zikloak eragiten dituen gorabeherak saihesteko aitzakia-rekin. Horrekin, baina, ezinezkoa da jakitea zer gertatzen den emeeetan. Orain egin duten ikerketak horretaz ohartarazteko balio duen itxaropena agertu dute ikertzaileek. ●

Albiste gehiago
webgunean



gure artean 
euskaraz

Euskara airean dago: egunerokoaren txoko guztietara zabaltzen da, eta nahi duguna adierazteko eta lortzeko erabil dezakegu. Egin dezagun hegaz euskararekin eta euskaraz lagunekin, kideekin, neska-mutil berezi horrekin... noranahi heltzeko. Geure modura.



ESTITXU VILLAMOR LOMAS

Fisikaria

“Zientzia modu arduratsuan erabili beharko genuke”

 ANA GALARRAGA AIESTARAN
 Elhuyar Zientzia

Nonbait, irakasle baten eraginez hasi zen Fisika ikasten Estitxu Villamor. Haren hitzetan, “fisikarekiko pasioa kutsatu zigun, eta benetan gustuko nuen; horregatik erabaki nuen hori ikastea. Eta hasieratik piztu zitzaidan tesi bat egiteko gogoia eta ikertzeko jakin-mina”.

Dioenez, laugarren mailan zegoela, CIC nanoGUNen praktikak egiteko aukera sortu zitzaion, udan: “Gustura ibili nintzen. Nanogune ireki berria zen, eta gero doktoretza-tesian egin du-danaren hasiera-hasierako pausoak eman nituen. Orduan, Eusko Jaurlaritzaren beka bat eskatzea proposatu zidaten, eta probatu behar nuela pentsatu nuen”, azaldu du Villamorrek.

Tesia egiten hasi zenean, baina, ohartu zen zientziari buruzko ikuspegi idealizatua zuela: “Beste askok bezala, zientziaren ikuspegi erromantikoa nuen; jakintza bilatzea dela eta hori guztia. Baina ikusi nuen, horrekin batera, badaudela beste gauza batzuk ere”. Horien artean, argitaratzeko presioa eta lan-baldintzak aipatu ditu Villamorrek.

Hala ere, horrek baino eragin handiagoa izan du Villamorren-gan beste gogoeta batek: “Zertarako ikertzen da, zer interes dau-de atzean? Hori da kontua. Izan ere, ikerketa oso-oso garestia

da, batez ere ikerketa esperimentalak. Eta hori finantzatzeko interesez bat egon behar du, eta interes hori ez da beti izan behar-ko zukeen bezain etikoa”, baieztatu du.

Haren ustez, ikerketa benetan da garrantzitsua, eta jarraitu behar da ikertzen gizartearen onurarako, baina ondorioak aintzat hartuta. “Esaterako, ni ikertzen ari nintzenak zer aplikazio du? Bada, zuzenean, industria mikroelektronikoan, oraingoak baino ordenagailu ahaltsuagoak, txikiagoak, azkarragoak eta energia-kontsumo txikiagoak egiteko. Hori interesgarria izan daiteke. Baina benetan da garrantzitsua mundu guztiak halako ordenagailuak izatea? Eta nondik datoz hori egiteko behar diren baliabideak? Kontuan izan behar da energia pila bat behar dela, eta erabiltzen diren materialak mugatuak direla”.

HAUSNARKETA EGITEKO BEHARRA

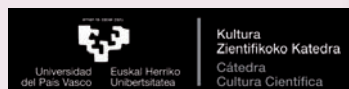
Energiaren eta materialen erabilerak ez ezik, haiek lortzeko nola jokatzaren duten ere kezkarria zaio Villamorri. Koltanaren adibidea jarri du: “Kongotik ekartzen da, eta gudak finantzatzen dira hura ustiatzeko, giza eskubideak sistematikoki urratuz. Ikertzen ari garenean, ordea, ez gara horrekin gogoratzen”.

Horrenbestez, Villamorrek uste du ikertzaileek gogoeta egin beharko luketela ea nahi dioten lagundu industriari, etengabeko hazkundearen norabidean, edo agian ez ote den hobe norabidea aldatzea, eta ekonomia-sistema aldatzen ahalegintzea. “Zientzia, modu arduratsuan erabilia, lagungarria izan daiteke trantsizio horretan”, gehitu du. Eta jarraitu du: “Zientzialariak ere badira munduan gertatzen denaren erantzule, eta, zer ikertzen duten eta zertarako, beren gain hartu beharko lukete horren ardura”.

Horregatik guztiagatik, Villamorrek ikertzen jarraitzea baztertu du. “Asko gustatzen zait zientzia, eta ez dut zientziarekiko lotura galdu nahi, baina beste bide bat hartzea erabaki dut”. Oraindik ez du garbi zer egingo duen, baina irakaskuntzan edo zientziaren dibulgazioan aritzea gustatuko litzaioke, “batez ere, irizpide kritikoa sustatzeko”.

Estitxu Villamor Lomas (Gasteiz, 1987). EHU Fisika lizentziatu zen, eta CIC nanoGUNen aritu da ikertzen. Lehenbizi, Nanozientzia masterra zela medio, eta, ondoren, doktore-tesia burutzen. 2014ko abenduan, *Injection, transport and manipulation of pure spin currents in metallic lateral spin valves* izeneko tesia defendatu zuen. Gaur egun, ikerketa alde batera utzi, eta hezkuntzaren eta zientzia-dibulgazioaren munduan aritzea du helburu.

UPV/EHU Kultura Zientifikoko Katedrarekin lankidetzan egindako atala.



ARG.: IÑIGO IBAÑEZ

MARIA MARTINON TORRES

Atapuercako antropologoa



ARG.: © ELENA LACASA

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

“**N**iretzat, hortzak
harribitxiak dira; nahiko txikiak diren
arren, aparteko balioa dute”

Atapuercako kanpainan lanean buru-belarri ari dela harrapatu dugu Maria Martinon Torres, Espainiako Giza Eboluzioaren Ikerketa Zentroko (CENIEH) Hortzen Antropologia taldearen zuzendari eta Atapuercako ikertzaile-taldearen kide. Dioenez, ezin dio hutsik egin Atapuercarekin urtero duen hitzorduari, baina, hala ere, lortu du tarte bat ateratzea Elhuyaren galderei erantzuteko. Erantzunetan, nabaria da grinaz bizi duela bere lana, eta sutsu aritu da, bai Atapuercako aurkikuntzei buruz, bai giza eboluzioaz oro har.

Ohar bat: Atapuerca albiste zientifikoen jatorri agorrezina denez, ezin dugu ziurtatu ez duenik ezustekoren bat emango elkarriketa egin eta argitaratu bitartean.

Hemezortzi urte dira [Homo antecessor](#) espeziearen fosilak aurkitu zirela Dolina Handian. Zenbat urte daramatzazu zuk ikertzen Atapuercan?

Bada, ia-ia urte berberak; nire 18. Indusketa-kanpaina da hau. 1998tik hitzordu saihestezina dut Atapuercako aztarnategiarekin. Batzuentzat, udako paisaia hondartza eta eguzkitakoak dira. Niretzat, aztarnategietakoa da, Dolina Handiaren geruza laranjatsuen, berdez jantzita hartu eta horituta agurtzen gaituzten zekale-sailena, eta haien gainean bermatzen diren Gaztelako zeru amaiezinenak. Lur honetara kateatuta nago, jarduera honetara, ia milioi bat urteko bizitza lurperatuta duten lur hauek igortzen duten energia telurikora. Leku gutxitan dago hainbeste “bizi” metatua.

Beti pentsatzen dut, txantxetan, psikofonien eta espiritismoaren lagunek Dolina Handia eta halako lekue-tara etorri beharko luketela ouija-taularekin, jakina baita hemen, leku berean, koordinatu beretan, milioi bat urteetan bizi izan diren pertsonen bizipenak biltzen direla. Kasu batzuetan, gainera, Dolina Handiaren TD6 mailan bezala, heriotza lazgarriak ere izan dira, hango metaketa kanibalismoari zor baitzaio, eta ia bik-tima guztiak haurrak izan baitziren. Beste inon islatu-ko dira oihartzunak eta espirituak hemen baino energia handiagoarekin? Ez dut uste.

***Homo antecessor* gizakia gertukoa duzu, beraz.**

Bai, 18 urte hauetan, bertatik bertara jarraitu diot *Homo antecessori*. Espezie gisa hazten eta heltzen ikusi dut, eta gustatuko litzaidake pentsatzea nire lanarekin lagundu diodala nerabe horri bere burua ezagutzen eta sendotzen. Urte hauetan, guk geuk egindako hipotesiak aldatu ditugu, eta, ezagutu ditugun fosil eta azterketa berriei esker, orain pentsatzen dugu Europako lehen populazioen jatorria ez dela afrikarra, baizik eta asiarra. Hain justu, *Homo antecessoren* eta Asiako populazioen arteko ahaidetasuna hobeto ezagutzen laguntzen ari digute Txinan, hango ikertzaileekin batera, egi-ten ari garen ikerketek.

Zein aurkikuntzak izan du eragin handiena zugan, aztarnategietan izan diren guztietatik?

Zaila da bakar bat esatea. Niretzat bereziki hunkigarria izan da giza aztarnak aurkitzea Elefantearen Osinean. Aztarnategi horren bidez, lehendik ere bazegoen sumoa Europan bazirela gizakiak duela 1,2 milioi urte, baina zeharkako ebidentziak ziren (ebakien seinaleak hezurretan, itxura primitiboko tresna bakan batzuk), eta ez zuten sendotasun nahikorik gizakia Europara duela milioi erdi urte iritsi zela uste zuen komunitate zientifiko eszeptiko bat konbentzitzeko. Hilotzaren aurkikuntza behin betiko frogatu izan zen! Gainera, aurrena hortz bakar bat agertu zen (gero azalduko zen hortz hori hartzen zuen matrailezurra); beraz, nik izan nuen gizaki gisa identifikatzeko arduraz gozatzeko aukera, Europako gizaki antzinakoena.

Zure espezialitatea hortzen antropologia da. Hortzak gako dira espeziak identifikatzeko. Zergatik? Eta zer beste informazio ematen dute hortzek?

Hortzak erregistro fosileko pieza ugariak dira, eta baita ondoen gordetzen direnak ere, osatzen dituzten ehunei esker, batez ere esmalteagatik. Beste edozein zati eskeletikok baino hobeto jasaten dituzte denboraren iragatea eta fosiltzeko prozesuak. Horrez gain, informazio baliagarria ematen dute arlo askotan.

Hainbat alderdiri buruz ondorioak ateratzeko balio dute: dieta, gaixotasun-aldiak eta estresa banakoak hazten ari direnean (esmaltean ageri den akats baten bidez, hipoplasia izenekoa), garapena (korrelazio handia dago hortzen hazkundearen eta erupzioaren eta espezie baten hazkundearen artean), taxonomia eta filogenia. Azken hori horrela da osagai genetiko handia dutelako bai hortzen neurriak, eta batez ere, hortzen alderdi morfologikoak, hala nola gailurren kopurua, batzuek besteekiko duten kokapena edo sustraiaren itxura; horrek bide ematen digu jakiteko zein taldeakoa zen banako hori (taxonomia), eta zer ahaidetasun duen beste giza espezie batzuekin, haiekiko duen antzekotasun eta desberdintasunengatik (filogenia). Niretzat hortzak harribitxiak dira. Harribitxiekin gertatzen den bezala, nahiko txikiak izaten dira, baina aparteko balioa dute.

“*Hortzak erregistro fosileko pieza ugariak dira, eta baita ondoen gordetzen direnak ere*”

Diziplinartekotasuna eta teknologian izandako aurrerape-nak (adibidez, sekuentziazio genetikoan eta datazio-metodoetan) gako izan dira eta dira zuen lanean. Nola osatzen dira datu morfologikoak analisi genetikoaren bidez jasotako informazioarekin?

Azterketa genetikoek aurrerapen eta datu-iturri berriak dakartzate, eta azken urteotan ezusteko asko eman dizkigute; esaterako, *H. sapiens*en eta *H. neanderthalensis*en arteko hibridazioa ez dela orokorra izan, baina ezta ezohikoa ere, edo “espezie berri” baten aurkikuntza, denisovarrak, zeintzuena badugun haien genoma baina ez fosilik, fosilen bidez ezagutu diren beste espezieekin alderatzeko.

Egia da, hala ere, badagoela konpondu gabeko arazo bat oraindik, eta da ebidentzia genetikoaren eta ebidentzia fosilaren arteko “adiskidetzeta”, gizaki moder-



Atapuercan lanean. ARG.: © M.J. SIER.

noen eta neandertalen arteko banaketaren datan. Genetikak iradokitzen du banatze hori duela 500.000 urte inguru gertatu zela, baina fosilek diote duela milioi bat urte bazegoela bien artasoa bat.

Denboran atzera eginez, *Australopithecus* generoaren beste espezie bat identifikatu zen maiatzean, Etiopiako Afar eskualdean.

Bai, eta ikerketa horretan ere hortzak izan dira protagonista nagusiak. Edonola ere, zuhurak izan behar dugu aztarna zatikatu edo bakanetatik ateratzen ditugun ondorio taxonomikoekin, batez ere, lehen esan dudan bezala, dietaren araberrako moldaketak ere erakuts baititzakete hortzek, eta ez, ezinbestean, ahaide-tasuna. Zer islatzen duten ondo bereizteko, aztarna fosil gehiago eta osoagoak edukitzea izango litzateke onena.

Bestalde, benetan interesgarria iruditzen zait bi hila-beteko tartean batera gertatzea zenbait argitalpen, duela 2-3,5 milioi urteko aldiari buruzkoak eta Afrikan garai hartan hominido-dibertsitatea handia izan zela erakusten dutenak. Batetik, balizko australopiteko berriak (*A. deyimera*), zeinak bat egingo zukeen denbo-ran eta lekuan Lucyren espeziearekin, *A. afarensis*ekin;

bestetik, tresna zaharrenen aurkikuntza, 3,3 milioi urtekoak, Kenian; eta, azkenik, *Homo* generoaren espezie zaharrenaren identifikazioa Ledi Gerarun (Afar, Etiopia). Horiek denek erakusten dute Pliozenoaren amaiera eta Behe Pleistozenoaren hasiera oso garai jendetsua eta bizia izan zela, eta lehen gizakien sorrera ulertzeko giltza asko dituela.

Duela gutxi, giza historiaren lehen hilketaren albistea eman zen. Eta Atapuercan izan zen.

Bai, Hezurren Osineko bilduma, Erdi Pleistozenoko (430.000 urte) hogeita hamar bat hezurdurekin, benetako altxorra izaten ari da Historia letra larriz berreraikitzeko, giza espezieen jatorriari dagokionez, kasu honetan, neandertalena. Baina baita historia berreraikitzeko ere, letra xehez, banako batena eta bere heriotzarena. Diziplinarteko lanketek, tartean, auzitegiko teknikak, bide ematen digute Historia kontatzeko historien bidez, eta gu baino milioi erdi urte bizi izan ziren ahaideak gerturatzeko dizkigute.

Eta jakin da Dolina Handiaren oinarriak milioi bat urte dituela.

Hori da. Orain erronka da gizakiek lekua noiz hartu zuten zehaztea, eta jakitea zenbateraino den betetze bakarra, edo tarteka etortzen ote ziren, hau da, kondizio klimatikoak uzten zieten bakarrik, eta hauek okertzen zirenean desagertu egiten ziren, edo egoera hobean zeuden lekuetara itzultzen. Horretarako, azterketa geokronologikoak funtsezkoak dira, eta, zentzu horretan, une hauetan Dolinaren oinarrian zundaketa batean ari gara lanean. Dagoeneko 10 metroko sakonera du, eta

gako izango da zehazteko noiz eta zer baldintzetan hartu zuten hominidoek Atapuercako ingurua.

Zientziaren beste arlo askotan gertatzen den bezala, galderari erantzun ahala, galdera berriak sortzen dira. Zer galdera sortu dira aipatu ditugun aurkikuntza horien harira?

Asko, eta hori ona da. Hipotesiak proposatuz egiten du aurrera zientziak, hau da, galderak eginez. Nik irrika dut jakiteko nor den zehazki Elefanteen Osinean topatu dugun gizakia. Zuhurtziaz, *Homo sp.* izendatu dugu, eta jakin nahi dut nola erlazionatzen den *H. antecessor*ekin (espezie berekoak diren, espezie anai-arrebak, aita-alabak...), eta sakondu *H. antecessor*en ustezko jatorri asiarrean.

“Hipotesiak proposatuz egiten du aurrera zientziak, hau da, galderak eginez”

Zerk lagunduko luke galdera horiei erantzuten: oraindik aurkitu ez den fosilen batek, datu gehiago emango lituzkeen teknika berri batek...?

Fosil gehiago aurkitzeak, zalantzarik gabe. Erregistro fosila oso urria da. Izatez, Europako Behe Pleistozenoko fosilen % 99,5 Atapuercakoak dira, eta baita mundu osoko Erdi Pleistozenoko fosilen % 80 baino gehiago ere.



Ondoen kontserbatutako australopiteko-garezurrarekin, Witwatersrand Museoa (Hegoafrika). ARG.: © S. BORTOLUZZI.



*Homo georgicus*en fosila aztertzen. ARG.: © ELENA LACASA.

Zertan ari zarete ikertzen orain, eta zein dira zuen helburuak epe labur eta ertainean?

Interes handia dugu ondo ezagutzeko *H. antecessor* espeziea, eta jakiteko zein den bere rola *H. sapiens*en eta *H. neanderthalensis*en sorreran. Horretarako, fosiletatik jaso daitekeen informazioa zukutzen ari gara, iruditeknika aurreratuenekin, adibidez, mikrotomografia axial konputerizatuarekin, fosilen barrualdea ikusten uzten baitigute, haiek suntsitu gabe. Fosilak “biluzten” ari gara, haien intimitatean arakatzan.

Gogotsu aritzen zara sare sozialetan. Zergatik da garrantzitsua egiten duzuenaren berri ematea gizarteari?

Zientzia, kultura, eta, preseski, giza eboluzioari buruzko azterketak ondarearen zati dira, eta gizakion nortasun-zeinu. Niretzat, betebeharrak bat da aberastan gaituen eta gure “dohain” ebolutiboak indartzen dituen edozein aurrerapen partekatzea. Gainera, sare sozialek xarma berezia dute, gure espezieak oso berezko duen zerbait: ezezagunekin harremanak izateko eta loturak egiteko aukera. Beste primate-espezieek ez dute hala-ekorik egiten.

“*funtsezkoa iruditzen zait irakaskuntzan eta dibulgazioan parte hartzea*”

Zein da zure ametsa, ikertzaile gisa?

Oso galdera zaila da. Nire ametsa dagoeneko betetzen ari da; betetzen jarraitzen du duela hiru hamarkadatik, zientzialari izatea erabaki nuenetik eta izan ahal izan dudanez. Nire ametsa da beste batzuei berena betetzen laguntzea. Horregatik, funtsezkoa iruditzen zait irakaskuntzan eta dibulgazioan parte hartzea. Beste batzuek ere izan ditzatela nik izan ditudan aukerak.

Amets berezi gisa... amets egiten dut berriro Dolina Handiaren TD6 mailara iristearekin, eta bankete kani-bal baten arrastoekin topo egitearekin. ●



Gazteberri.eus

Gazteek gustoko dituzten
gai guztiak zure esku.

Nonahi.

Noiznahi.

New Horizons misioa

PLUTON GERTUTIK

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

Uztailean iritsi zen New Horizons zunda Plutonen ondora, eta ordura arte puntu lauso bat baino ez zena gertutik ikusi ahal izan genuen. Lehen irudiekin batera iritsi ziren sorpresak ere; planeta nanoa ez zen izoztutako eta kraterrez betetako arroka bat. Argi gelditu zen mundu bitxi baten aurrean geundela.

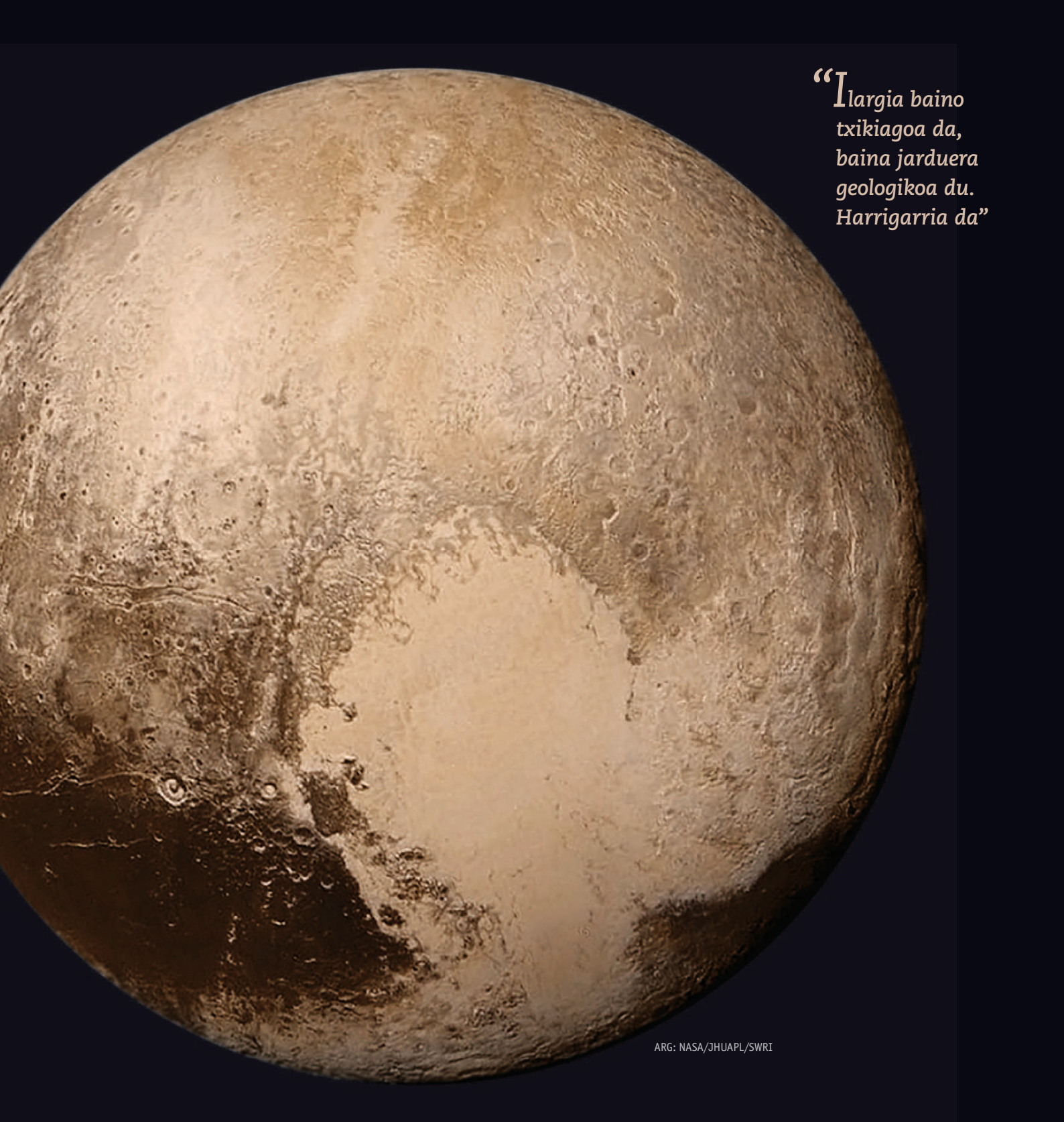
Bederatzi urte eta erdiko eta 5 mila milioi kilometro inguruko bidea egin ondoren, uztailaren 14an pasa zen Plutondik gertuen New Horizons, NASAREN zunda. “Mariner, Pioneer, Voyager eta halako misio planetarioen urratsei jarraituz, New Horizonsek arrakasta izan du Plutonen” adierazi zuen hurrengo egunean misioaren buru Alan Sternek, dena ondo joan zela baieztatu orduko.

“Txundigarria iruditzen zait”, dio Jesus Arregi astronomoak eta EHUko Planeta Zientzien Taldeko kideak. “2006an abiatu zenean, eta urtebete ingurura Jupiterren ondotik pasa zenean eta, adi egon ginen. Gero erdi-ahaztu ere egiten zara, baina iritsi denean, eta ikusitakoak ikusita, konturatzen zara zer den ia hamar urteko bidaia egitea, halako abiadura handian, eta horrelako distantziara komunikatzea; eta, hamar urte pasa ondoren, tresneria guztiak ongi funtzionatzea; eta, Pluton, hain urrun dagoena, eta

hain gutxi ezagutzen genuena, ia bertatik bertara ikustea. Niri benetan harrigarria eta miresgarria iruditzen zait”.

New Horizons Plutonera gerturatu ahala hasi ziren harritzen astronomoak. Lehen irudiek erakutsi zuten planeta nanoaren gainazala konplexua zela: alde batzuk argiak ziren, besteak ilunak. Esaterako, bihotz-itxurako eskualde argi erraldoi bat zegoen, eta bale-itxurako eremu oso ilun bat (bihotzari Tombaugh Eskualdea deitu diote, eta baleari Cthulhu Eskualdea). “Ikusi da gainazal nahasi samarra duela —azaldu du Arregik—, baditu zati batzuk oso zaharrak direnak, eta bertan krater oso zaharrak daude; eta, aldi berean, beste gainazal batzuk dira oso gazteak”.

Mendiak ere badira, 3.500 metrokoak. Ur-izotzez osatuak egon litezkeela uste dute. Izan ere, Plutonen gainazalean metano- eta nitrogeno-



“Ilargia baino txikiagoa da, baina jarduera geologikoa du. Harrigarria da”

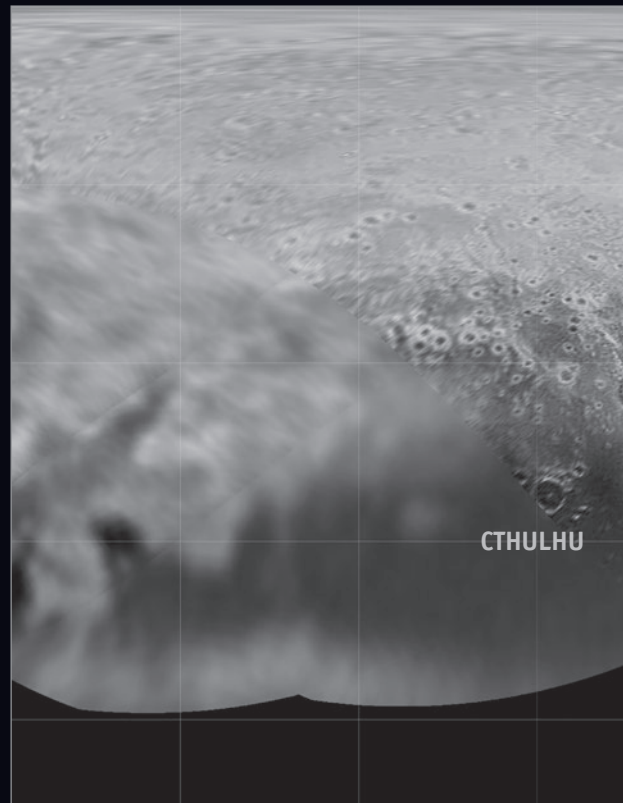
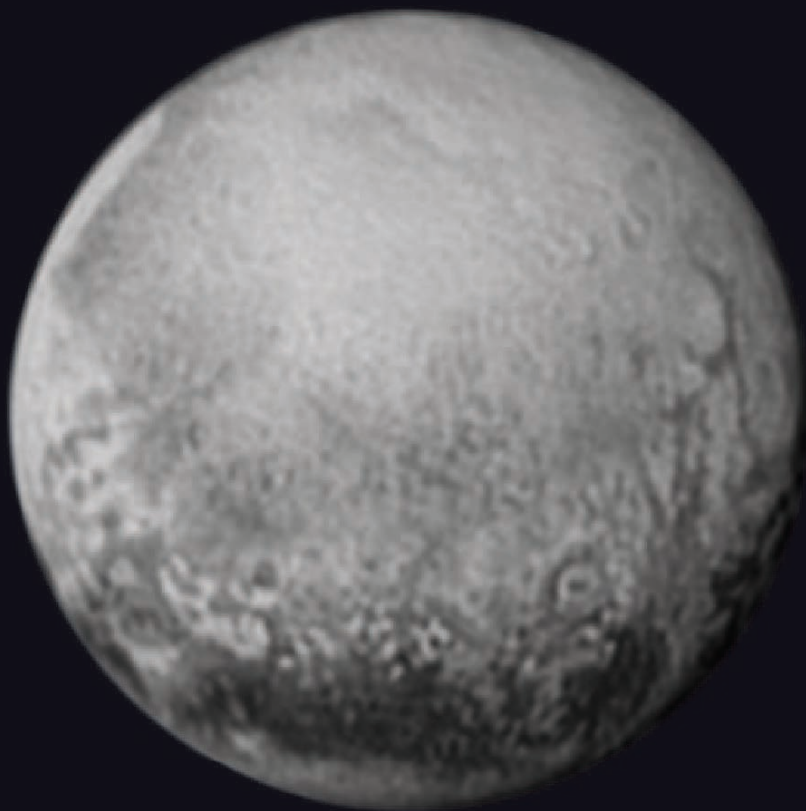
ARG: NASA/JHUAPL/SWRI

izotz asko dagoen arren, horiek ez dira mendiak osatzeko bezain gogorrak. Ur-izotza, berriz, Plutongo tenperaturan, harriaren modukoa da. Mendiek ehun milioi urte baino gehiago ez dituztela kalkulatu dute. “Eguzki-sisteman inoiz ikusi dugun azalik gazteenetako bat da”

zioen Jeff Moore New Horizons misioko Geologia, Geofisika eta Irudi Taldeko kideak.

Plutonen gainazalak ezaugarri horiek izateak esan nahi du geologia-jardueraren bat baduela. “Horretarako barruak bero-samarra izan behar

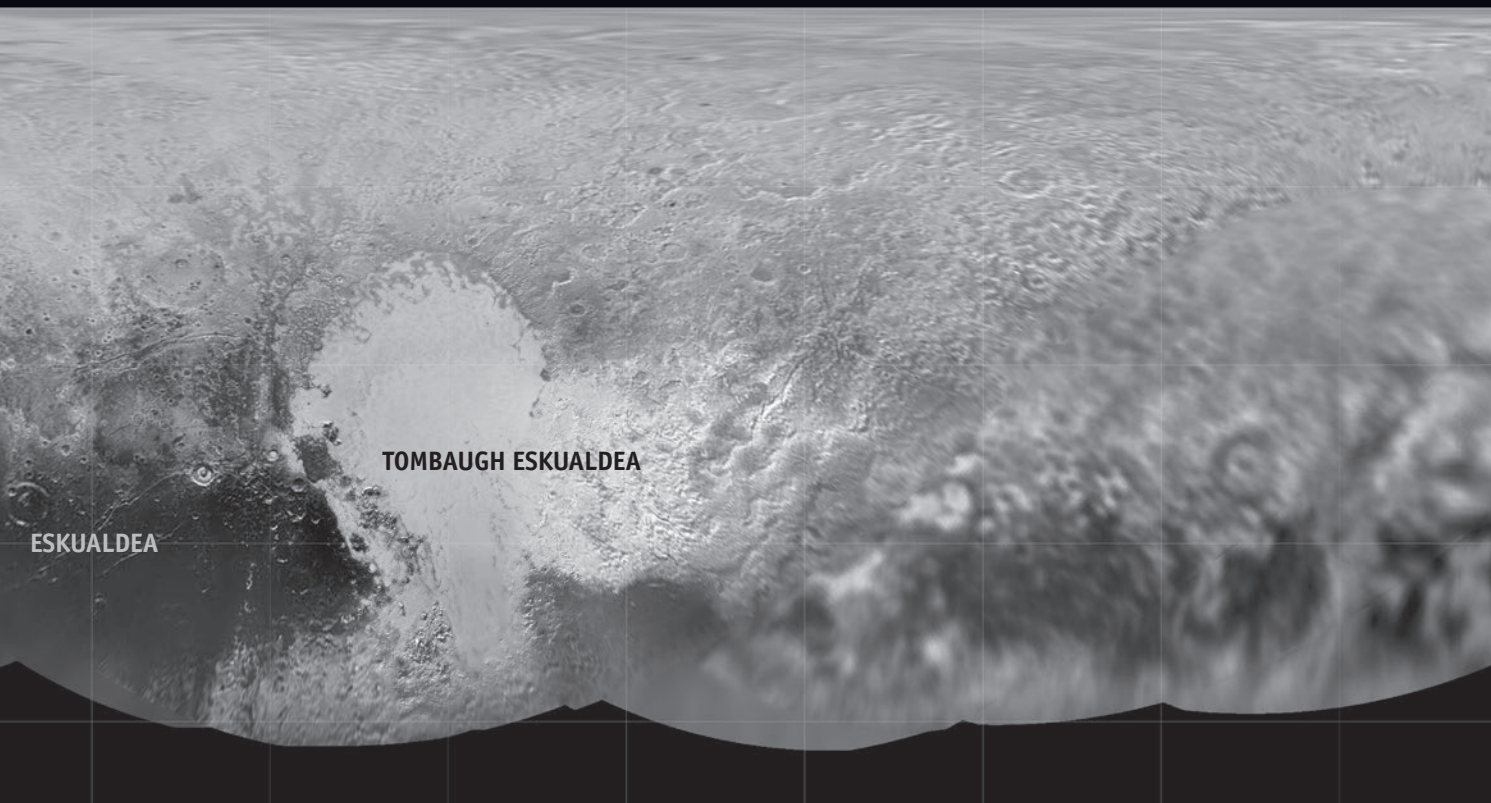
26. orrian jarraitzen du.



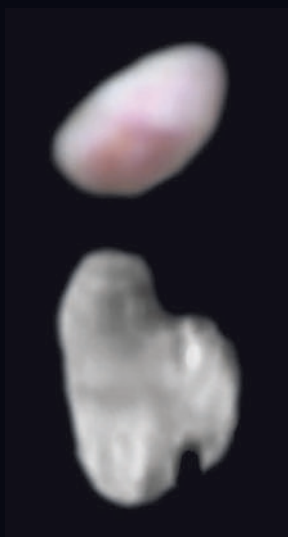
Uztailaren 11n, Plutondik 4 milioi kilometrora ateratako irudi honetan zunda hurbilen egon zen egunetan ikusiko ez zuen aldea ikus liteke. Puntu ilunen banda bat ikusten da, eta gainaldean forma zirkular eta hexagonal bat. Zientzialariek ez dakite zer izan daitezkeen. Plutonek 6,38 egun behar dituenez bere buruari bira bat emateko, gertuen egon zen 3 egunetan, beste aldea bakarrik behatu ahal izan zuen zundak. Dena den, ibilbidea pentsatuta zegoen urruntzen ari zela beste aukera bat izateko alde hori aztertzeke, Karonek islatutako argiaz baliatuz. ARG: NASA/JHUAPL/SWRI.



Karonek polo ilun bat du. Erdialdean labarrak eta sakonuneak ikus daitezke. Eta behealdeko eta eskuinaldeko ertzean krater batzuk eta arroila erraldoi bat, Arizonako Arroila Handia baino luzeagoa eta sakonagoa. ARG: NASA/JHUAPL/SWRI.



Plutonera gerturatu ahala ikusi zen gainazal konplexua zuela. Bihotz-itxurako eremu argiari Tombaugh Eskualdea deitu diote; eta hasieran “balea” deitu zioten eremu ilunari, berriz, Cthulhu Eskualdea. ARG: NASA/JHUAPL/SWRI.



New Horizonsek Nix (goian) eta Hydra (behean) ilargi txikien irudi bana ere bidali ditu. Estix eta Zerberoarenak aurrerago bidaliko ditu. ARG: NASA/JHUAPL/SWRI.

Planeta nano bat eta bost ilargi

Kuiperren gerrikoko objekturen bat gertutik behatzen den lehenengo aldia da hau. Eta, bat bakarrik ez, sei objektu behatzeko aukera izan du New Horizons zundak: Pluton eta haren bost ilargiak, Karon, Estix, Nix, Zerbero eta Hydra.

Abiatu zenean, ustez, eguzki-sistemako azken planetarantz abiatu zen, baina hori urte hartan bertan aldatu zen. Izan ere, erabaki zen Pluton ez zela planeta bat, planeta nano bat baizik. Eta ez zen bidean gertatuko zen aldaketa bakarra izango. Nix eta Hydra ilargiak aurkitu berriak ziren

(2005) New Horizons atera zenean, baina beste biak ez ziren ezagutzen. Hubble teleskopioak 2011n detektatu zuen Zerbero, eta 2012an Estix. Sorpresa handia izan zen. Uste baino sistema konplexuagoa zen.

Pluton planeta nanoak eta haren ilargi handienak, Karonek, sistema bitar bat osatzen dute. Elkarrekin biratzen dute, bien artean dagoen grabitate-zentro berarekiko, eta beti elkarri alde bera erakutsiz. Eta haien inguruan dabilta, nahiko modu kaotikoan, beste lau ilargi txikiak; denak, Karon baino askoz txikiagoak.

1930ean Clyde Tombaughek aurkitu zuenetik, txikituz joan da Plutonen ustezko diametroa. Orain, berriz, azken kalkulek ziotena baino 70 km handiagoa dela zehaztu du New Horizonsek: 2.370 km. Karonek 1.208 km-ko diametroa duela ere baieztatu du.

Bestalde, Hidraren eta Nixen irudi bana ere bidali ditu New Horizonsek. Hidrak oso forma irregularra du, eta 55 x 40 km-ko neurria. Nixek, berriz 42 x 36 km ditu, eta tonu arrosakara.



Tombaugh eskualdean izotza mugitu egiten dela antzeman dute astronomoek. Nitrogenozko glaziarrek izan daitezkeela uste dute. Nitrogeno-izotzaz gain, eskualde honetan karbono monoxidozko eta metanozko izotza ere ugariak direla detektatu du New Horizonsen LEISA espektrometroak. “Bihotzaren” ezkerreko lobuluko eremuari Sputnik Lautada deitu diote. Tombaugh eskualdearen hegoaldean, berriz, Norgay eta Hillary mendiak daude. Altuenek 3.500 metro inguru dituzte, eta ur-izotzez osatuak daudela uste dute.

ARG: NASA/JHUAPL/SWRI/HEROBRINE.

du —dio Arregik—, eta bero-iturri hori ez daki-gu zein den. Gorputz txikia denez, ezin da izan grabitatearen eragina. Agian, erradioaktibitatea izan daiteke iturria, ez dago garbi”. Nolanahi dela ere, hain gorputz txikia izanik, bitxia da. “Ilargia baino txikiagoa da, eta Ilargian ez dago ez jarduera geologikorik ez beste ezer. Pluton-en, berriz, bada zerbait. Harrigarria da”.

Eta badirudi Plutonen ilargi handienak ere, Karonek, baduela jarduera geologikoa. Ikertzai-leak harrituta gelditu dira oso krater gutxi daudelako, eta daudenek oso gazteak diruditelako. Eta arroila erraldoi pare bat ere badira; handie-

na Arizonako Arroila Handia baino luzeagoa eta sakonagoa da. “Kontu harrigarriak dira horiek, gorputz txikiak direlako, eta gehienbat elementu arinez osatuak. Baina, behar bada, aurreiritziak ere bagenituen. Imajinatzen genuen izoztutako zerbait, dena hotza, dena geldoa, eta aldaketa handirik gabe. Baina naturak askotan harritu egiten gaitu”.

Konposaketari dagokionez, berriz, ez da sorpresa handirik izan. “Oraingoz ez da kontu berezirik ikusi, espero zitekeena aurkitu da. Baina aipagarria da atmosfera, uste zena baino handiagoa delako”, adierazi du Arregik.

“Imajinatzen genuen izoztutako zerbait, dena geldoa. Baina naturak askotan harritu egiten gaitu”



ARG: PD-USGOV-NASA

Bederatzi urte eta erdiko bidea

2006ko urtarrilaren 19an jaurti zuten New Horizons, Cabo Cañaveraletik (Florida), inoiz lortutako ihes-abiadura handienarekin: 16 km/s (58.536 km/h). 2007an Jupiterren ondotik pasa zen, eta haren grabitate-indarraren laguntzaz 4 km/s handitu zuen abiadura. Hala, hasierako abiaduran joanda baino hiru urte gutxiago behar izan ditu New Horizons-ek Plutonera iristeko. Energia aurrezteko, 2007an bertan lozorroan sartu zen, 2014ra arte.

2015eko uztailaren 14ean, 13:49tan iritsi zen zunda Plutondik gertuen, 12.500 kilometrora. Gero, 14:04ean Karondik gertu pasa zen, nahiz eta Pluton baino askoz urrunago gelditu zen, 29.000 kilometrora. Jarraian Plutonen eta Karonen itzaletik pasatzeko diseinatu zuten ibilbidea. Izan ere, modu horretan haien atmosferak aztertu ahal izango zituen. Bitarte horretan misioko kideek ez zuten zundaren berririk izan. Gaueko 2:53tan deitu zuen etxera, dena ondo joan zela esateko.

Plutondik gertu egon zen orduetan informazio asko hartu zuen New Horizonsek. Eta hori guztia Lurrera iristeko 16 hilabete inguru beharko dira. “Gero azterketa-fasea etorriko da, eta hori ere urte batzuk luzatuko da”, azaldu du Arregik. “Dena den, gauza harriarri edo bitxirik bada, laster jakingo dugu”.

“Ikuspuntu teknologikotik, misioaren garrantzia izugarria da”, Arregiren ustez. Baina, horrez gain, azpimarratu du garrantzitsua dela “gure eguzki-sistema ezagutzen lagunduko duen guztia. Eta metafisikarekin erlazionatua dagoen hori ere ezagutzea, gure jatorria. Gauza hauek ikusteak ikuspegi orokor bat ematen du, eta horrek gizakiaren mentalitatea ere alda dezake. Bide berriak irekitzeak beti egiten du, nire ustez, gizartearen mentalitatea irekiagoa egitea”. Bestalde, “horren arrakastatsua izatea, haraino ongi iristea, eta halako irudiak bidaltzea, eta abar. Horrek seguru asko indarra emango dio zientziaren esparru horri. Eta hori ere garrantzitsua da”.

Aurrera begira, oraindik zehaztu gabe daude helburuak, baina asmoa da Kuiperren gerriko-ko beste gorputzen bat aztertzea. “Hori ere oso interesgarria izango da —dio Arregik—, horrek ere seguru asko aldatuko baitu gorputz horiez gaur egun dugun irudia”.●



Plutondik gertuen, bi milioi kilometrora, pasa eta zazpi ordura atera zuen irudi hau New Horizonsek. Plutonen atmosferako partikulek islatzen duten eguzki-argia ikusten da. Astronomoek bazekiten Plutonek atmosfera bazuela, baina irudi honi esker ikusi egin ahal izan dute. Eta argitu dute uste baino askoz handiagoa dela: 160 kilometro inguru ditu, espero baino bost aldiz gehiago; eta geruzatan egituratua dagoela ere ikusi dute. ARG: NASA/JHUAPL/SWRI.

MAPAK

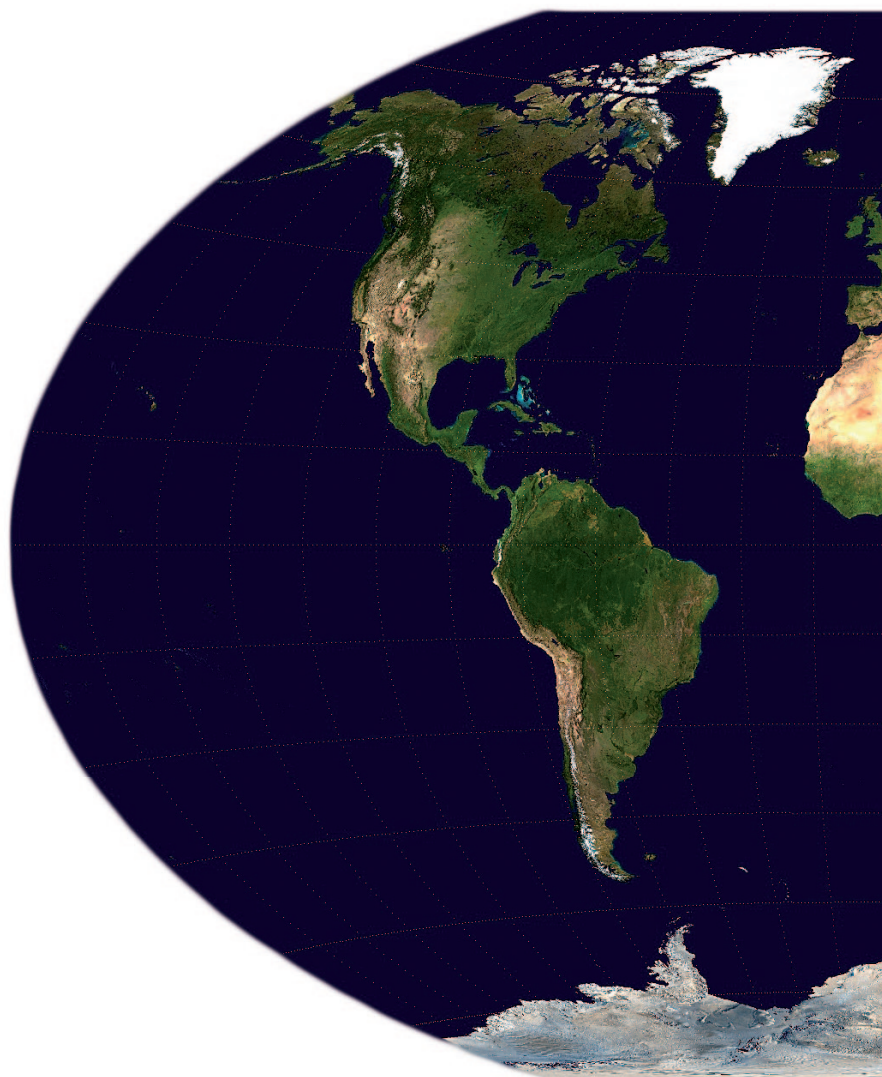
mundua, norberaren arabera

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

Begirada adina ikuspegi eta ikuspegi adina mapa daude: politikoak eta geografikoak, itsasokoak eta lehorrekoak, mundu osokoak eta eremu txikietakoak; nabigatzeko, azpiegiturak egiteko, orientatzeko edo datuak islatzeko eginak; azalerarekiko leialak, datuen arabera desitxuratuak, artistikoak, turistikoak... Azken finean, inguruaren interpretazioak dira, eta, ingurua era askotara interpreta daitezkeenez, mapak ere askotarikoak dira. Hori bai, haien artean ez dago bakar bat ere akatsik ez duenik: ez dago mapa perfekturik.

Zenbaitek gustuko ez izan arren, Mercatorren mapa da ezagunena eta erabiliena. Hala baiez-tatu du Raúl Ibáñez Torresek ere. Ibáñez Matematikan doktore da, Geometria eta Topografia irakasle EHUUn, eta hainbat libururen egile, tartean, “Mapa perfektuaren ametsa” liburuarena.

Ibáñezen esanean, ezinezkoa da munduaren mapa perfektua egitea, ez baitago modurik esfera bat irudikatzeko plano batean. “Leonhard Eulerrek 1775ean frogatu zuen ezintasun hori; hortaz, seguru asko, lehenago ere susmatzen zuten. Edonola ere, ordutik badakigu mapa guz-tiak akasdunak direla”.



Hori aintzat hartuta, mapak helburu jakinekin egiten direla azaldu du Ibáñezek: “Oinarrian, gehien erabiltzen diren mapak gauza hauetako batekiko leialak izatea bilatzen dute: azalerak, distantzia laburrenak, edo angeluak, hau da, orientazioa. Izan ere, ezinezkoa da ezaugarri horiek aldi berean gordetzen dituen mapa bat egitea”.

Hala, Mercatorrek nabigaziorako sortu zuen bere mapa, 1569an. Eta horretarako benetan praktikoa dela nabarmendu du Ibáñezek: “Zergatik? Bada, loxodromikak, hau da, orientazio konstanteko kurbak, lerro zuzenak direlako. Eta hori oso erabilgarria zen orientatzeko konpasak eta iparrorratzak baino ez zituzten garaietan, ezin baitzuten orientazioa etengabe kalkulatzeko ibili”.

Hori da, beraz, Mercatorren maparen arrakastaren gakoa: nabigaziorako benetan erabilgarria dela. Horregatik hedatu da hainbeste. Hala ere, arazoak ere sortzen ditu: “Itxuragabe handituak ageri dira Groenlandia eta Ipar Hemisferioko herrialdeak, eta Europa munduaren erdian balego bezala agertzen da, eta horregatik batzuek gogor kritikatu dute”, aipatu du Ibáñezek.

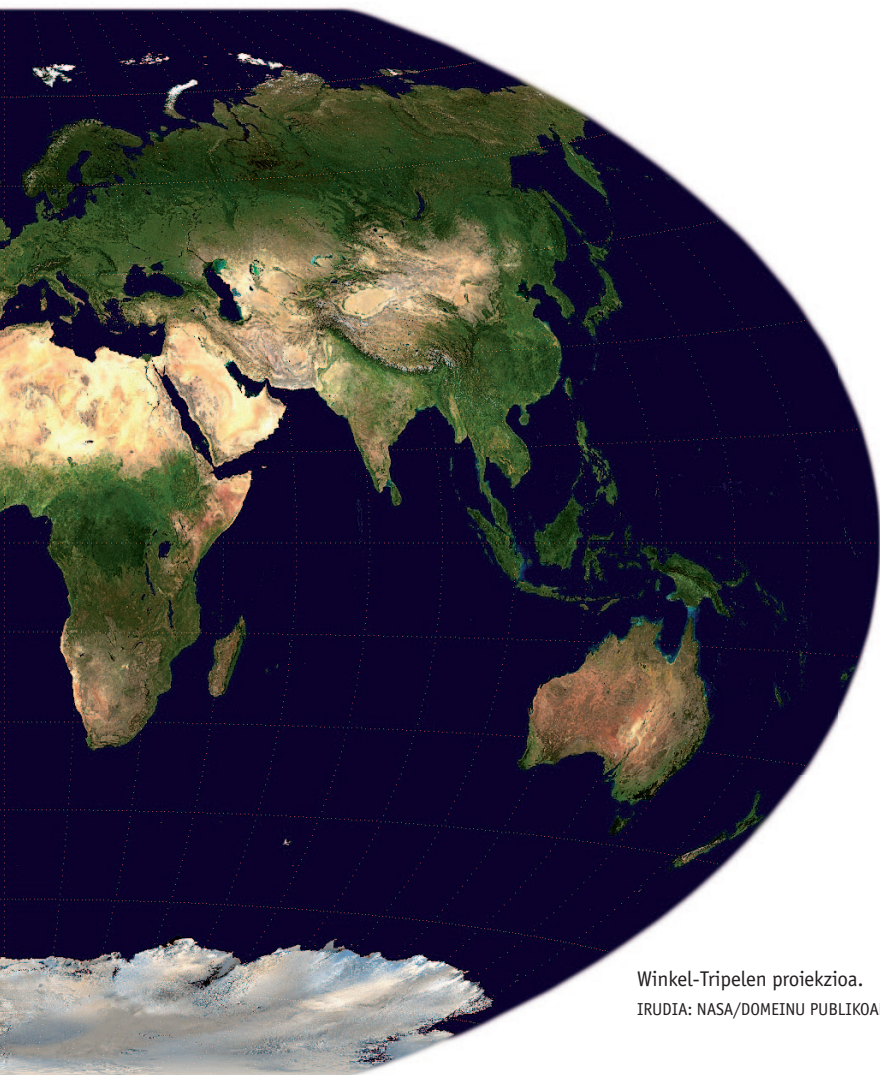
Baina badira bestelako mapak ere; esaterako, azalerak gordetzen dituztenak. Ibáñezek Lambertena jarri du adibidetzat: “XVIII. mendean, Lambertek mapa isoareal bat egin zuen, hau da, azalerarekiko leiala. Bi punturen arteko benetako distantzia erakusten du, eta oso interesgarria da azalera erreala azaldu behar denerako, baina ez ditu gordetzen ez angeluak ez geodesiak”. Gainera, formak, angeluak eta distantziak gutxi desitxuratzen dira ekuatoretik gertu, baina Poloetara gerturatu ahala, distortsioa handitu egiten da.

NOLAKO HELBURUA, HALAKO MAPA

Mende horretatik aurrera, mapa asko sortu dira; ehunka, Ibáñezen arabera. “Hainbat eratakoak diseinatu dira: konikoak, zilindrikoak... Eta batzuk dira geometrikoak, proiektzio geometrikoak direlako, eta beste batzuk, berriz, matematikoak, hau da, formula hutsa direnak. Dena da balekoa deskripzio on bat egiteko”.

Gauzak horrela, zertarako den, mapa bat hala bestea erabiltzen dela gogorarazi du Ibáñezek: “Demagun mapa batean azaldu nahi dituzula munduko erlijioak, hizkuntzak edo geologia-kontuak. Kasu horretan, mapa isoareal bat erabiltzea da egokiena, agertzen diren lurraldeen neurria benetako azalerarekiko leiala izan dadin. Horrekin batera, itxura aldetik ere ahalik eta distortsio txikiena izatea komeniko da, lurraldeak erraz ezagutzeko moduan azal daitezen. Hortaz, ezaugarri horiek dituen mapa bat beharko duzu”.

Beste kasu batzuetan, baina, bestelako ezaugarriak dituzten mapak beharko dira: “Nabigatzeko, lehen esan bezala, angeluak gordetzen dituen mapa bat erabiltzea da aproposena; Mercatorrena, kasurako. Bestalde, bi punturen arteko distantzia laburrena zein den jakin behar baduzu, adibidez, hodiak sartzeko edo beste azpiegitura batzuk egiteko, orduan mapa distantziakide bat komeni zaigu. Badago beste adibide bat, itsusia baina egiazkoa, eta da misil bat jaur-



Winkel-Tripelen proiektzioa.
IRUDIA: NASA/DOMEINU PUBLIKOAN.



Raúl Ibáñez Torres, Matematikan doktorea eta Geometriako eta Topografiako irakaslea EHUⁿ. ARG.: GUILLERMO ROA.



Mikel Aiestaran Olano, Gaindegia Behatokiaren Euskalgeo atariaren arduraduna. ARG.: MIKEL AIESTARAN.

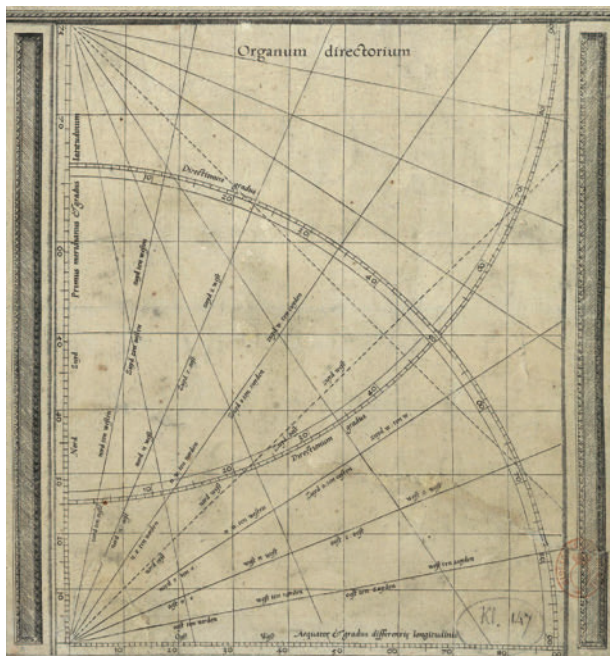
ti eta non eroriko den jakin beharra; horretarako ere mapa distantziakidea erabiltzen da”.

Dioenez, horiez gain, oso erabiliak dira Mercatorren proiektzio zeharkakoak. Besteak beste, hegazkinek eta sateliteek erabiltzen dituzte, ibilbideak lerro zuzenetan azaltzen direlako.

Eremu txiki baten irudikapena behar denean ere Mercatorren proiektzio zeharkako bat erabiltzen dela argitu du Ibáñezek, [UTM proiektzioa](#). “UTMk Universal Transverse Mercator esan nahi du, eta asko erabiltzen da Bizkaia bezalako lurralde batetik hasi eta eremu txikiagotarako. Batetik, oso leiala da itxurekiko maila txikian. Bestetik, UTMa meridiano jakinetara moldatuta dago, eta, horri esker, nahi den lekutik igarotzen den meridianoaren arabera proiektzioa aukera daiteke. Horregatik, aproposa da lekuan lekuko mapak egiteko; esaterako, lurralde bateko mendietakoak”.

Googlemaps-en ere Mercatorren mapa erabiltzen dela aipatu du. “Izan ere, zoom egitean, lekuak ez dira desitxuratzten. Hortaz, egia da Mercatorren proiektzioa ez dela egokia mundu osoa irudikatzeko, nahiz eta horretarako asko erabiltzen den eta eskola askotan eta liburuetan azaltzen den. Baina beste erabilera batzuetarako aproposa da.”

Gerardus Mercatorrek 1569an sortu zuen beraren izena daraman proiektzioa. IRUDIA: DOMEINU PUBLIKOAN.



Dena dela, gerta daiteke mapa batek ez gordezea aipatu diren ezaugarri nagusi horietako bat ere, eta, hala ere, erabilgarria izatea. Ibáñezek arabera, dohain hori dute National Geographic elkarteak erabiltzen dituen mapek. Horietako bat da Winkle-Tripelen proiektzioa. Hain zuzen, 1998an ordura arte erabiltzen zutena, Robinsonen proiektzioa, ordezkatu zuen Winkle-Tripelenak, eta National Geographic elkar-tearen oinarritzko mapa bihurtu zen. Horren ondotik, beste elkarte eta erakunde askok ere bere egin dute.

 **Ez dago mapa perfekturik, ezinezkoa baita esfera bat irudikatzea plano batean.**

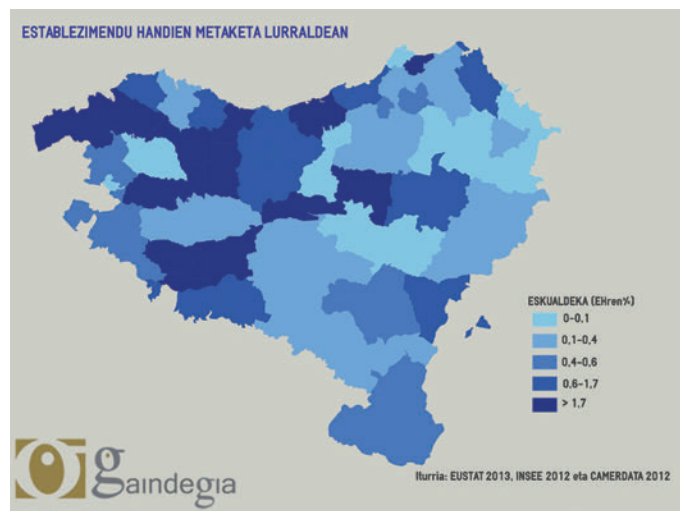
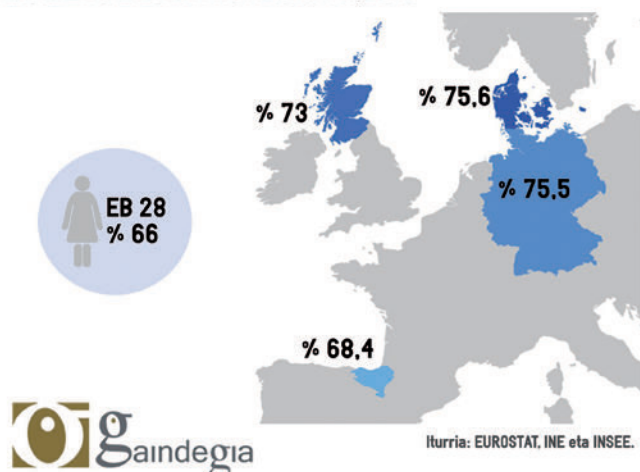
EUSKAL HERRIKO DATUAK, MAPA GAINEAN

Egunerokoan, mapen erabilera ohikoenetako bat da datu sozio-ekonomikoak erakustea. Euskal Herrian, Gaindegia Behatokiak sortutako [Euskalgeo](#) ataria arduratzen da lurraldearen informazio espaziala lantzeaz eta eskaintzeaz, eta haren arduraduna da Mikel Aiestaran Olano, Kartografia eta Geodesian goi-ingeniaria.

Aiestaranen esanean, “maparen kontzeptu klasikoa gaindituta dago hainbat aldetatik, eta Euskal Herriak ere kontzeptu berri horretara etorri behar du”. Azaldu duenez, mapak informazio ugariren baturarekin errealitate geografikoaren irudiak eskaintzen ditu: “Geografia hori, fisikoa bezala ekonomikoa, politikoa... izan daiteke. Gaur egun elementu horiek analisirako erabili ahal izatea da berrikuntza. Hainbat arlotan erabakiak hartzeko, ohikoa izan beharko luke errealitatea aztertzea, denbora errealean eragiketa konplexuak eginez eta errepresentazio grafikoak lortuz”.

Dioenez, alderdi teknologikotik garapena oso bizkor doa, “baina Euskal Herriaren kasuan bi arazo ditugu: batetik, informazio estatistikoa hiru administrazioetan banatuta egotea, eta, bestetik, Euskal Herria bere osotasunean hartuko duen azpiegitura espazial digital bat falta izatea.

EMAKUMEEN JARDUERA TASA EUROPAN, 2013



Era askotako mapak sortzen dituzte Euskalgeon, betiere Euskal Herria osoa aintzat hartuta. IRUDIAK: EUSKALGEO.

Gaindegiak bi lanak egin eta erabiltzaileari eskaintzen dizkio, Europako Batasunaren INSPIRE araudian jasotako irizpideak jarraituz”.

Izan ere, Aiestaranentzat, datu espazialak ezinbestekoak dira gizarte ororen garapenak eskaintzen duen ezagumendua lortzeko. Hala, lehen lana Euskal Herriko kartografia bateratzea da. “Frantzian eta Espainian proiektzio desberdinak erabiltzen dira, eta, biak bateratzeko, informazioa landu egin behar izaten dugu”, esan du.

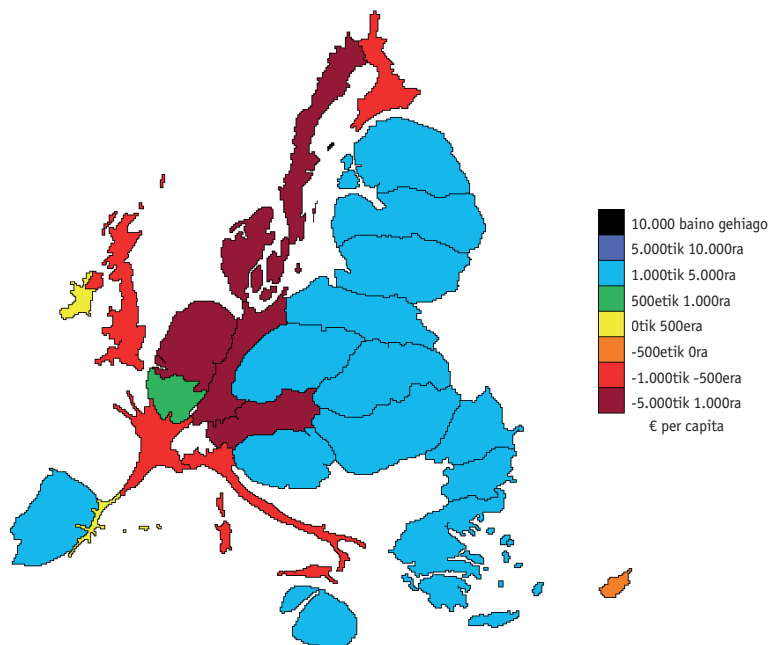
 *Maparen kontzeptu klasikoa gaindituta dago hainbat aldetatik, eta Euskal Herriak ere kontzeptu berri horretara etorri behar du.*

Behin oinarria sortuta, datu sozio-ekonomikoak islatzen dituzte haren gainean. Aiestaranen esanean, Euskal Herriko egoeraren azterketa egiteko aukera ematen du horrek: “Mapa horiei esker, begi-kolpe batean ikusten da Pirinio aldeko errealitatea eta Bilboko ezker aldekoa erabat desberdinak direla bata bestearekiko”.

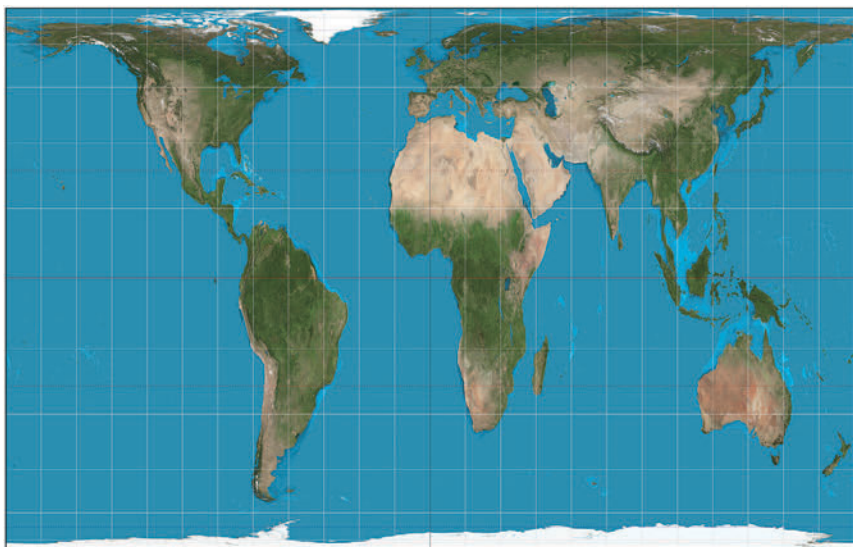
Aipatzekoa da egiten duten lan guztia software librearen gainean eraikitzen dutela, eta denek eskura jartzen dutela. “Gaindegiak gizarteari la-

nabesak eskaini nahi dizkio bere azterketak nahi eran egin ditzan”.

Euskalgeok Euskal Herriko datu espazial guztien azpiegitura izan nahi duela ere adierazi du Aiestaranek. Hala, besteak beste, Euskal natura UEUren Natura Zientzien taldeak paisaia-unitateen kartografia sortu zuenean, Euskalgeok bere datu-basera gehitu zuen.



Kartogrametan, azalerak datuen arabera desitxuraturata azaltzen dira. Irudian, Europar Batasuneko herrialdeen aurrekontu-gastu garbia 2007-2013 urteetan. IRUDIA: ANAEMOFMYNERYONN/CC-BY-SA-3.0.



Gall-Petersen proiektzioa.

IRUDIA: STREBE/CC-BY-SA-3.0.

Bestalde, ematen dituzten datuak nolakoak diren, irudikapenak era batekoak edo bestekoak izaten direla azaldu du: “Datuak izan daitezke puntualak, lerro-motakoak edo poligono-motakoak. Horrelakoak, modu diskretuan azaltzen dira azaleran, adibidez, udalerri bakoitzaren barruan. Era horretakoak dira langabezia-tasa edo ugalkortasuna. Datu jarraituak, berriz, ezin dira puntu, lerro edo poligonoen bidez adierazi; jarraituak dira lurralde osoan eta horren adibide da, esaterako, airearen poluzioa”.

Gainera, proiektzioa moldatu behar duten bezala, datuak ere moldatu behar izaten dituzte, Espainiako Estatistika Institutuak eta Frantziakoak ez baitituzte beti modu berean adierazten datuak. Adibidez, langabezia-tasa kalkulatzeko irizpide desberdinak dituzte batean eta bestean. Horren adierazgarri, bitxikeria bat aipatu du Aiestaranek: Frantzian hamarrekokoak eta guzti ematen dute biztanleriaren datua.

Dimaxion proiektzioa. Munduko mapa ikosaedro baten gainazalean dago proiektatuta. Ikosaedroa nahi den erara zabaldu eta bi dimentsiotara eraman daiteke. Nola zabalitzen den, itxura bat edo beste hartzen du munduak: lur-masak elkarren ondoan geratzen dira, irudian bezala, edo ozeanoak elkarri lotuta ikus daitezke, lur-masez inguratuta. Buckminster Fullerek sortu zuen.

IRUDIAK: CHRIS RYWALT/DOMEINU PUBLIKOAN.

Datuak bateratu ondoren, lurraldearen gainean adierazten dituzte. Aiestaranen arabera, hori oso lagungarria da erabakiak modu objektiboan hartzeko. “Esate baterako, populazioaren adina erakusten duen mapa oso baliagarria izan liteke haurtzaindegi bat edo zahar-etxe bat non eraiki erabakitzeko”.

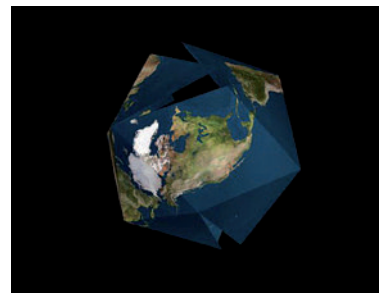
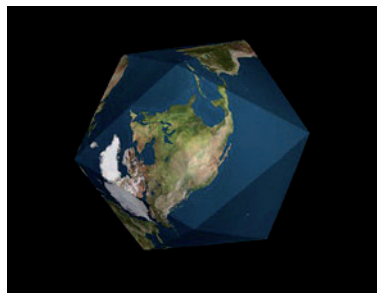
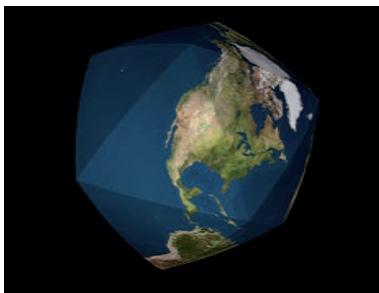
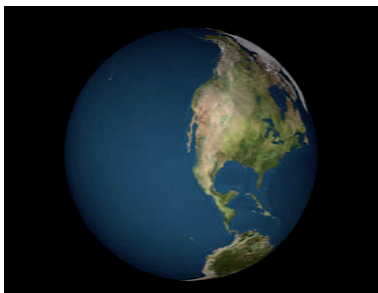
Adierazteko modua ere askotarikoa izaten da. Kasurako, faktore baten nolakotasun edo kopuru desberdinak koloreen bidez erakutsi daitezke, hauteskundeetan lurralde bakoitzean zer alderdi nagusitu den erakusteko egiten den bezala, edo kolore-gradienteak erabili...

 **Mapak oso lagungarriak dira erabakiak modu objektiboan hartzeko.**

Orain, hiru dimentsioko mapak ere egiten hasiak direla aurreratu du Aiestaranen, eta baita datuaren arabera azalera desitxuratuta dutenak ere. “Hor infografiaren atalean sartzen gara. Datuak interpretatzeko erraztasuna ematen dute, eta jendeak, gainera ikasi du mapak interpretatzen. Horretan eragin handia izan du Google-maps orokortzeak; lehen mapak behar zituen jendeak bakarrik erabiltzen zituen, baina orain edonork begiratzen eta erabiltzen ditu”.

DYMAXION MAPA

Hainbeste mapen artean, ez da erraza izango bakarria aukeratzea. Nolanahi ere, Ibáñezek badu bat bereziki gustukoa duena, Dymaxion mapa: “Richar Buckminster Fullerek diseinatu zuen, eta bi punturen arteko distantzia laburre-

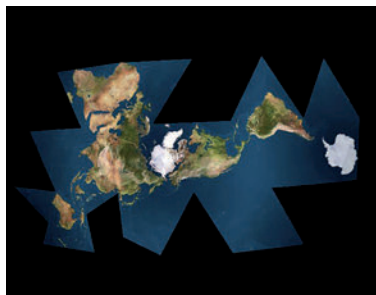
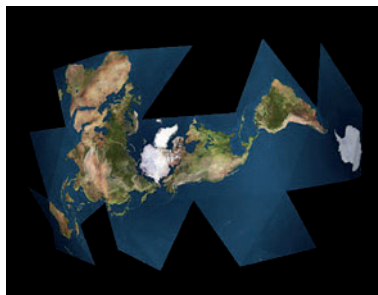
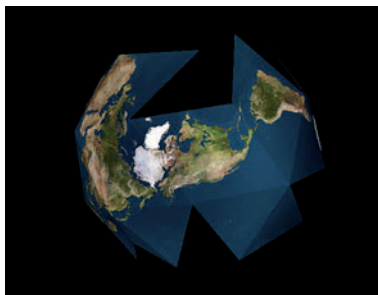
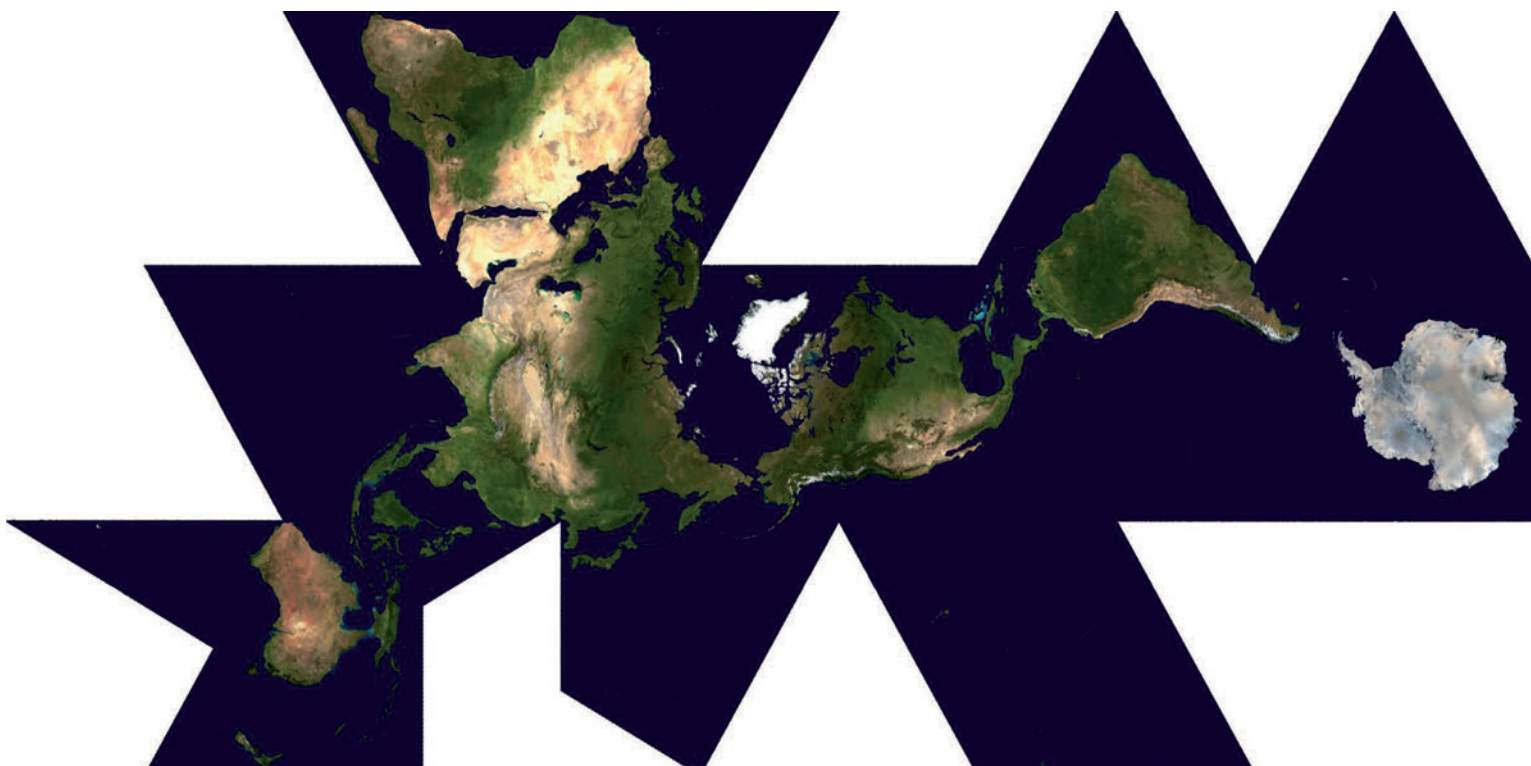


na erakusten du, baina hori ez da niretzat hain esanguratsua. Niri gehien gustatzen zaidana da iparraldearen eta hegoaldearen ohiko irudikapena hausten duela. Gainera, lurralde ia guztiak lotuta ageri dira, irla handi baten antzera, eta itsasoa inguruan azaltzen da. Horregatik gustatzen zait, lurralde guztiak konektatuta daudela eta ohituta gauden ikuspegia erabat aldatzen duelako”.

Petersen mapak, aldiz, ez zaio iruditzen batere berritzailea: “Berez, mapa hori mende bat lehenago ere bazegoen, laukizuzena izaten jarraitzen du, erdiko meridioak Europatik igaro-

tzen jarraitzen du, azalerak guztiz desitxuratuta daude... Ez zituen gauza asko aldatu”.

Dymaxion mapak, hala ere, badu arazo bat, Ibáñezek ustez: “Hain da apurtzailea, ez da asko zabaldu. Buckminster Fullerren asmakizun askorekin gertatzen da hori; bere garaiko jendeari iraultzaileegiak iruditzen zitzaizkion”. Dena dela, beste proiektzio batzuk ere egokiak iruditzen zaizkio, hala nola Winkle-Tripelena eta Gooderena, eta horiek gaur egun nahiko ezagunak direla dio Ibáñezek. “Biak ere biribil-antzekoak dira eta azalerarekiko leial samarrak”. ●





IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

Interneten hasieran, argi zegoen mundua ikaragarri aldatuko zitzaigula. Aurreikusten genuen komunikaziorako ematen zituen aukera teknologikoez gain, aldaketa ekonomiko eta soziala ere ekarriko zuela, hoberako: aukera-berdintasuna maila askotan (ekonomikoa, teknologikoa...), askatasun handiagoa... Internetek 30 urte baino gehiago ditu jada; webak, ia 25, eta posta elektronikoa, horiek baino gehiago. Beharbada, iritsi da ordua orain artekoaren balantzea egiteko.

INTERNET

bete al da agindutakoa?

Sarearen lorpen edo ekarpen teknologikoen inguruan ez dago zalantzarik. Eguneroko eta ezinbesteko bihurtu zaigu sarea gauza askotarako, bizitza pertsonal zein profesionalen. Baina ekarri dituen bestelako aldaketak (ekonomikoak, sozialak, politikoak...) onerako izan al dira, hasieran agindu zitzaigun gisara? [Gero eta gehiago dira \(edo gara\) honekiko eszeptikoak.](#)

ENPRESA GUTXI BATZUEN BOTERE-PILAKETA

Har dezagun aukera-berdintasun teknologikoren gaia, esaterako. Interneti esker edozein enpresa teknologikok bere produktu eta zerbitzuak mundu osoko merkatuan eskaini ahal izango zituela pentsatu genuen, eta hori berdintasun ekonomikoranzko aurrerapausoa izango zela. Baina, egiatan, kontrakoa gertatu da: enpresa gutxi batzuk ari dira gauza gero eta gehiagorako hornitzaile teknologiko global nagusi eta bakar bihurtzen. Enpresa horien adibide nagusiak Google, Facebook, Twitter, Amazon eta Microsoft dira.

[Google, zeina bilatzaile gisa hasi baitzen, gaur egun askoz gehiago da:](#) telefono adimendunetan nagusi den sistema eragilearen jabe da (Androidena, alegia), sare soziala ere bada (Google+), eskola eta enpresetarako hodeiko posta, agenda eta konponbide ofimatikoak eskaintzen ditu, sareko bideoetan eta mapetan nagusi diren atariak (YouTube eta Google Maps) bereak dira, presentzia gero eta handiagoa duen Chrome nabigatzailea ere berea du, bai eta nabigatzaile hori oinarri duen hodeiko sistema eragilea ere... Facebookek eta Twitterrek bereganatuak dituzte komunikatzeko modu sozialak (bi horietatik lehena WhatsAppen eta Instagramen jabe ere bada). Amazon, sareko erosketa-eragile nagusia, web-ostatatzeeetan ere nagusi da. Microsoft, besteak beste, nagusi da mahaigaineko sistema eragileetan, eta nabigatzailea, ofimatikako produktuak eta telefonoetarako sistema eragilea ere baditu.

Teknologia gero eta gehiago erabiltzen den gure mundu honetan, enpresa horiek daukaten boterea (eta izango dutena!) ikaragarria da. Merkatua bereganatua dute, eta oso zaila da, ia ezinezkoa, haiekin lehiatzea. Ez dakit inoiz inongo sektore ekonomikotan hain esku gutxitan horrenbeste botere pilatu den, beste guztientzat hain gutxi utzita. Bestalde, enpresa horiek denak Silicon Valleykoak dira, AEBkoak; horrek, jakina areagotu egiten du herrialdeen arteko ezberdintasun ekonomikoa. [Europar Batasunak agertu du jada horrelako de factoko monopolioekiko kezka behin baino gehiagotan.](#)

Botere hori lortzeko eta mantentzeko erabili eta erabiltzen dituzten bideak, bestalde, eztabaida-garriak dira: zerbitzuren batean nagusitasuna duena horretaz baliatzen da bere gainerako zerbitzuak bultzatzeko. [Googlek](#), adibidez, [sarri egiten](#) du hori.

[Beste batzuetan, protokolo jabetun eta itxien bidea erabili dute, Interneten hasierako filosofiaren guztiz kontrara.](#) Orduko protokolo guztiak —webarenak (HTTP, HTML...) eta posta elektronikoenak, adibidez—, estandar irekiak ziren, eta edozein enpresa txiki bihur zitekeen horien hornitzaile. [Aldiz, Facebook, Twitter eta Whatsapp ez dira protokolo ireki eta banatuak.](#) Horrek esan nahi du sare sozial edo komunikatzeko modu horietako bat erabiltzeko, nahitaez izan behar duzula haien bezero. Konparazio baterako, pentsa posta elektronikoko edo telefonia mugikorreko hornitzaile batek esaten dizula bere gainerako bezeroekin komunikatu nahi baduzu, bere bezero izan behar duzula. Pentsaezina, ezta? Bada, sare sozialei hori onartu diegu. [Azkenean, jende askorekin komunikatu bazaitzke soilik direnez praktikoak horrelakoak, jende gehien dagoen zerbitzuetara apuntatzen gara denok, eta gorpil zoro horrek aipatutako hiru zerbitzuen monopoliora garamatza, beste edozein sartzea ezinezko egiteraino.](#)



Horrez gain, enpresa erraldoi horiek erosi egiten dituzte merkatuan pixka bat nabarmentzen hasten diren edo produktu zein zerbitzu interesgarriren bat duten enpresak. Horrela, etorkizunerako negozio berriak irekitzen dituzte, baina beren produkturen baten lehiakideak egiten dituzten enpresak ere erosi izan dituzte. Nolanahi dela ere, erosketa horien bidez handitu egiten dute beren boterea, eta beste eragile batzuk agertzea galarazten. [Googlek 170 enpresa baino gehiago erosi ditu \(tartean Youtube, Android, Picasa, Blogger, Motorola...\)](#); [Facebook-ek 40tik gora \(ezagunenak Instagram eta Whatsapp\)](#), eta gainerakoek ere beste horrenbeste, edo gehiago.

ASKATASUNAREN ETA PRIBATUTASUNAREN MURRIZKETA

Internetek askatasun gehiago ere iragarri zigun, jendeak nahi zuena komunikatu eta publikatzeko aukerak handitu egingo omen baitziren. Baina, esango nuke kontrakoa gertatu dela.

Pentsatzen genuen, gobernuek kontrolatutako komunikabideekin ez bezala, Interneten edozeinek izan ahalko zuela ahotsa. Baina, komunikazio digitalak errazago atzematen eta eteten dira. Hala, [hainbat gobernuk murriztu egiten dituzte beren herritarrek erabili edo bisita ditzaketen zerbitzuak eta webguneak](#), edo [zigortu egiten dute jendea sarean esandakoengatik](#). Horrez gain, azkenaldian ikusten ari gara gobernuek, se-

gurtasunaren aitzakian, sarea erabiltzen dutela herritarrek espiatzeko, [Snowdenen filtrazioek](#) edo [Hacking Teamen](#) hackeaketek erakutsi dutenez.

Gobernuek gure komunikazio pribatuak zelatastea pribatutasun-eskubidearen aurkakoa da. Baina, beharbada, kezkagarriagoa da geure borondatez ematen dizkiegula gure datu pribatuak (mezuak, argazkiak, kokapena...) goian aipatutako enpresa handiei, zerbitzuen truke. Horiek gero zertarako erabiltzen dituzten ezin jakin, baina munduko enpresa aberatsenak ez dira aingerutxoak ere... Eta Snowdenek esan zigunez, badakigu gobernuei ematen dizkietela gure datu pribatuak. Eta nola jakin ez ote dituzten saltzen edo erabiltzen, publizitaterako, adibidez?

Internetek promesa ugari egin zizkigun, denak onak, baina, neurri handi batean, ez ditu bete. Bueno, egia esan, ezin diogu errua Interneti bota. Internet tresna bat besterik ez da, eta tresna horri zein erabilera ematen diogun gure kontua da. Telebistaren antzekoa da: oso tresna egokia izan daiteke informazioa jasotzeko edo kalitatezko edukiak ikusteko, baina telezaborra ikusten eta Berlusconiaren gisakoak aberasten bukatu dugu. Interneten kasuan ere, neurri handi batean guk geuk aukeratu dugu enpresa handiei boterea ematea eta gobernuei egiten dutena egiten uztea. Eta gure esku dago egoerari buelta ematea ere. ●

“Geure borondatez ematen dizkiegu gure datu pribatuak enpresa handiei, zerbitzuen truke”

Supereroankortasuna GORI-GORI

**Badira ehun urte
supereroankortasuna
ezagutzen dela, baina
oraindik ere fisikariek ez dute
ongi ulertzea lortu;
benetako erronka da hori.
Eta giro-tenperaturako
supereroankortasuna, berriz,
ametsa. Hala ere, azken
hilabeteetan pauso bat
gehiago eman dute, oraindik
urrun dagoen ametserantz.**

Ekainaren bukaeran etorri zen falta zen frogaratu, benetako supereroankortasuna zela erakusten zuen frogaratu. Eta horrek baieztatu zuen supereroankortasuna lortu zutela, inoizko tenperatura altuenean; aurreko altuena baino ia 40 gradu gehiagotan, alajaina. 30 urteko epelaldiaren ondoren, supereroankortasunaren gaia gori-gori jarri zen berriz ere.

Iazko abenduan hasi zen gaia berotzen, Max Planckeko hiru ikertzailek [arXiv-en argitaratu zutenean](#) hidrogeno sulfuroa, presio handian jarrita, supereroale zela 190 K-ean (-83 °C). 1986an tenperatura altuko supereroaleak aurkitu zirenetik egindako aurkikuntza handiena zen. Komunitate zientifikoak zuhurtziaz hartu zuen berria. Lehen esperimentu hartan erresistentzia elektrikoa desagertzen zela ikusi zuten, baina ez zuten frogatzerik izan supereroankortasunaren bigarren ezaugarria: eremu magnetiko bat kanporatzea (Meissner efektua).

Max Planckeko ikertzaileak, Mainzeko Unibertsitateko beste bi fisikarirekin elkartu, eta Meissner efektua behatzeko bigarren esperimentu bat prestatzeari ekin zioten. Eta ekainean etorri zen [emaitza](#): Meissner efektua ere hortxe zegoen. Eta, kasu horretan, supereroankortasuna 203 K-ean (-70 °C) lortu zuten. Gainera, Japonia-ko talde bati utzi zioten euren lagina, eta haiek ere baieztatu zuten supereroankortasuna.

Orain, [Nature aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak](#); horrek baieztatzen du, beraz, frogak sendoak direla. Dena den, fisikari teorikoak abenduan emaitzak atera orduko hasi ziren esperimentu hartan gertatutakoa ulertu nahian. Horietako bat izan zen Ion Errea Lope donostiarra. “Supereroankortasuna eta presio altua beti izan dira nire gaiak” dio Erreak. Tesia horretan egin zuen, eta, gero, Parisko Pierre eta Marie Curie Unibertsitatean metodo konputazional bat

garatu zuen, orain ezin hobeki datorkiona Max Planckeko esperimentua azaltzeko: “emaitzak ikusi genituenean, pentsatu genuen guk bagenuela tresna teoriko on bat problema honi aurre egiteko; eta hala suertatu da”. Apirilean argitaratu zuten Erreak eta kideek [euren lana](#), *Physical Review Letters* aldizkarian.

ERRONKA HANDIA

“Fisikan daukagun erronkarik handienetako bat” da, Errearentzat, supereroankortasuna. Eta erronka bikoitza da: batetik, erronka praktikoa da giro-tenperaturaren lortzea, eta, bestetik, erronka teorikoa dago, supereroankortasuna ongi ulertzea, alegia. “Erronka teorikoa izugarria da. Pentsa, ehun urtetik gora pasa dira topatu zenetik, eta oraindik ez dugu azalpen oso bat. Horrek erakusten du zein konplexua den; oso gauza berezia da”.

1911n Heike Kamerlingh Onnes herbeheretarrak aurkitu zuen, lehenengoz, fenomeno berezi hori. Hiru urte lehenago helioa likidotzea lortu zuen, eta horrek tenperatura baxuko fisikaren ateak ireki zituen. Helioarekin esperimentuak egiten ari zela, zur eta lur gelditu zen ikusi zuenean merkurioa 4,19 K-ean jartzean (-268,96 °C) erresistentzia elektrikoa ia zerora jaisten zela, bat-batean. Eta 4,20 K-era igotzean, berriz agertzen zen materialaren erresistentzia. *Supraeroankortasun* deitu zion Onnesek, eta handik bi urtera Fisikako Nobel saria eman zioten.

Ia mende erdi bat behar izan zen fenomeno harigarri hari azalpen bat aurkitzeko. Argi dago, beraz, ez dela kontu erraza. Sistemako osagaiak ongi ezagutzen dituzte fisikariek: “elektroi batzuk eta ioi batzuk (nukleo atomikoak) elkarrekintza coulombdarrean, ez da beste ezer” azaltzen du Erreak. Baina, kontua da elektroi eta ioi asko direla. “Materia gramo batean 10^{23} atomo inguru daude. Hainbeste elektroi eta ioi dira,

Supereroale baten gainean iman bat lebitatzen. Supereroankortasunaren ezaugarrietako bat da eremu magnetiko indartsu bat kanporatzea (Meissner efektua). ARG.: JULIEN BOBROFF, FREDERIC BOUQUET, JEFFREY QUILLIAM, LPS, ORSAY, FRANTZIA/CC-BY-SA 3.0.



ezen oso fenomeno kolektibo bereziak gertatzen baitira. Fenomeno horiek azaltzeko elektroi eta ioi askoren elkarrekintza deskribatu behar dugu, eta hori oso zaila da. Fenomeno arraroak dira, aurrez espero ez ditugunak, eta konplexutasun horren adierazle handiena da supere-roankortasuna”.

John Bardeenek, Leon Cooperrek eta Robert Schriefferrek eman zuten azalpena 1957an; BCS teoria. Eta 1972an jaso zuten Fisikako Nobel saria. “BCS teoria oso onartua dago. Ondo azaltzen du merkurioa, aluminioa eta halako metaletan behatutako supere-roankortasuna” dio Erreak. “Teoria elektroi-fonoi elkarrekintzan oinarritzen da. Fonoiak dira atomoen oszilazioen kuantuak, alegia, azken batean, atomoen bibrazioen energia (atomoak ez baitaude inoiz geldiri). BCS teoriak dio elektroi-fonoi elkarrekintzaren bidez elektroi-bikoteak osa daitezkeela”. Elektroiek, berez, elkar alderatzen dute elkarrekintza coulombdarragatik (karga negatiboa dutelako), baina, fonoiaren eraginez, gerta daiteke elektroiek elkar erakartzea eta bikoteak osatzea: Cooper pareak. Eta Cooper pareek korrante elektrikoa garraiatu dezakete inolako galerarik gabe, hau da, erresistentziarik gabe.

“Kontua da teoria hori oso erabilgarria izan dela metal askoren supere-roankortasuna ulertzeko, baina 1980ko hamarkadan aurkitu ziren tenperatura altuko supere-roaleak ezin ditugu inondik ere azaldu teoria horren bidez”, argitu du Erreak.

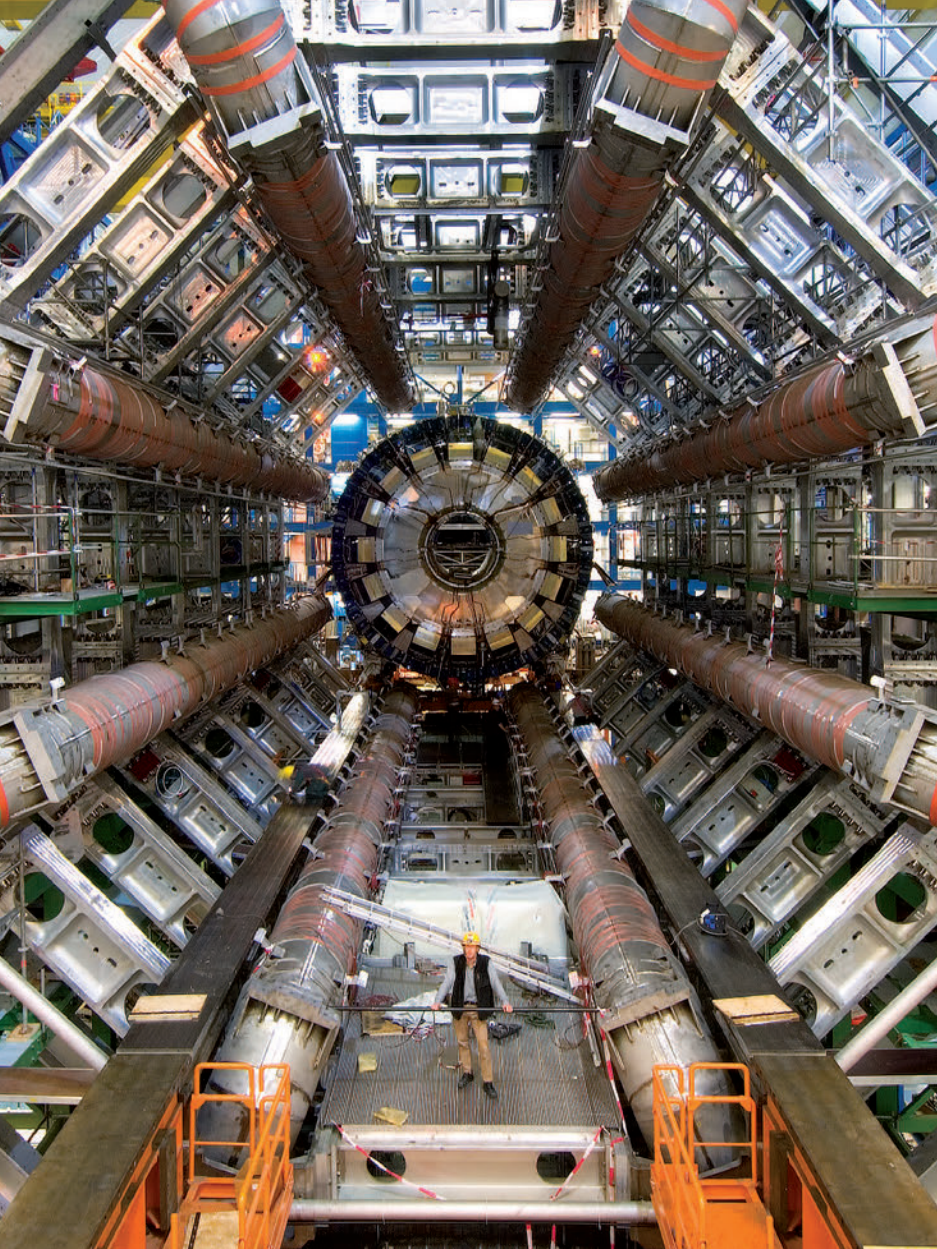
1986an, J. Georg Bednorzek eta K. Alex. Muellerrek lehen tenperatura altuko supere-roaleak (35 K, $-238\text{ }^{\circ}\text{C}$) aurkitu zituzten. Hurrengo urtean bertan eman zieten Fisikako Nobel saria. Baina, “pasa dira 30 urte, eta oraindik ez daukagu teoriarik supere-roale horiek azaltzeko” azpimarratu du Erreak. “Badaude hainbat proposamen: batzuek proposatzen dute, fonoiak izan beharrean, spinen fluktuazioa izan daitekeela akoplamendua eragiten duena; beste batzuek oraindik esaten dute fonoiak zerikusia izan dezaketela; eta abar. Baina ez dakigu. Hori argitzen duena Stockholmera doa zuzenean!”.

TENPERATURA ALTURAKO SALTOA

1986koa sorpresa handia izan zen. Batetik, ez zen espero kupratoen gisako materialetan supere-roankortasuna aurkitzerik, eta, bestetik, tenperatura-igoera handia zen. Hasierakoa 35 K-ean izan bazen ere ($-238\text{ }^{\circ}\text{C}$), berehala lortu zuten 90 K-era igoetzea ($-183\text{ }^{\circ}\text{C}$), eta gero baita gehia-



Ion Errea Lope, Donostia International Physics Center-eko ikertzailea, eta EHUKo Fisika Aplikatuko Saileko irakaslea.



LHC azeleragailuaren ATLAS detektagailua. Zortzi hodi horietan daude inoiz egin diren iman supereroale handienak. ARG.: © CERN.

gora ere; kupratoekin lortu den temperatura altuena 133 K da (-140°C), giro-presioan, eta 164 K (-109°C), presio altuan. “Kontuan izanda metal arruntekin lortutako altuenak 10-20 K direla, temperatura oso altuak dira”, konparatu du Erreak. Gainera, nitrogeno likidoaren tenperaturari sartzen dira (77 K , -196°C). “Nitrogeno likidoa sortzea nahiko erraza da gaur egun, eta nitrogeno likidoa erabiliz material horiek supereroale bihurtzeko. Hori abantaila handia da”.

“Arazoa da kuprato horiek oso material konplexuak direla, eta ez dela erraza haiekin lan egitea. Orain, ordea, marka berria oso konposatu arrunt batekin lortu dute, hidrogeno sulfuroarekin (H_2S)”. Giro-tenperaturari arrautza ustelen usaina duen gasa da; besteak beste, sumendietan eta gas naturalean dago, eta bakterioek ere sortzen dute, materia organikoa oxigenorik gabe deskonposatzean. Presio oso altuan jartzean,

ordea, gas arrunt hori metal bihurtzen da, eta, orain erakutsi dutenez, metal hori supereroalea da oso tenperatura altuan.

“Aurkikuntza hau 1986koa bezain iraultzailea izan daiteke, batetik, inoiz neurtu den supereroankortasun-tenperatura altuena delako; eta, bestetik, kasu honetan, supereroankortasuna elektroi-fonoi elkarrekintzagatik gertatzen delako”, azaldu du Erreak. “Hau da, BCS teoria baliagarria da hau azaltzeko. Jendeak itxaropena guztiz galduta zuen elektroi-fonoi supereroalekin tenperatura altuak lortzeko. Pentsa, genuen elektroi-fonoi supereroale onena magnesio diboruroa zen (2002an aurkitua), eta 40 K (-230°C) behar zituen. Eta orain, bat-batean, 200 K -era (-70°C) igo gara! Arazoa da presio oso altua behar dela, baina, agian, erakutsiko digu zein den bidea material supereroale hobeak lortzeko. Orain badakigu agian elektroi-fonoi supereroale oso onak topa ditzakegula. Nire ustez, hori da garrantzitsuen”.

➔ “Teknologia garatzen bada, gaur dauden supereroaleei ere has gaitzeko aplikazio gehiago ematen”

IRAGARPEN TEORIKOAK

Berez, aspalditik zegoen iragarrita hidrogeno askoko sistema bat tenperatura altuko supereroale izan zitekeela presio altuan. 1968an proposatu zuen Neil Ashcroft fisikariak [artikulu motz batean](#). Eta 2014ean, Yinwei Li eta kideek [iragarri zuten](#) zehazki hidrogeno sulfuroa presio altuan supereroale izan zitekeela 80 K -etik gora (-193°C). “Horrek frogatzen du kalkulu teorikoek badutela gaitasuna supereroale berriak auresateko, eta hori oso interesgarria da” zehaztu du Erreak.

Eta badira iragarpen gehiago ere. “Presio altuan, hidrogeno askoko konposatuetan tenperatura oso altuak iragarriak daude, baina hau da lehenengo froga esperimentalak. Dena den, nik uste dut itxaropena izan dezakegula laster neurtuko dutela giro-tenperaturako supereroankortasuna, presio oso altuan bada ere. Gero, presio oso altuan ikasten ari garen hau guztia erabilgarria izango ote den giro-presioan supereroale den material bat lortzeko, hori ez dakit; agian, gehiegi esatea da, baina batek daki. Edonola ere, esfortzua merezi du”.

Izan ere, giro-tenperaturako supereroaleek izan ditzaketen aplikazioak garrantzitsuak izan litezke. Bistakoena, agian, elektrizitatearen garraioa da. Gaur egun, kableen bidez garraiatzen den elektrizitatearen % 8-15 bero moduan galtzen da, erresistentziagatik. “Kable supereroaleak izango bagenitu, ez genuke galerarik izango —azaldu du Erreak—; horrek eragin izugarria izango luke”.

Dena den, dagoeneko badago supereroaleen industria bat. Iman oso ahaltuak egiteko balio dute, eta iman horiek erabiltzen dira, esaterako, ospitaleetan, erresonantzia magnetikoaren bidezko irudiak izateko, edo partikula-azeleragailuetan, partikulak hainbeste azeleratu ahal izateko. Lebitatzen duten trenak (*maglev* trenak) egiteko ere aproposak dira iman horiek. Japonian proba-fasean daude tren horiek, eta, haietako batek [apirilean apurtu zuen trenen abiadura-errekorra](#), 603 km/h hartuta.

Argindarra garraiatzeko kable supereroaleekin ere dagoeneko eman dira lehenengo pausoak. New Yorken jarrita daude leku pare batean, eta orain arteko luzeena, kilometro batekoa, [iaz ja-zuri zuten](#), Alemaniako Essen hirian.

Baina, Erreak dioten moduan, “seguru aurrean ditzakegunak baino askoz interesgarriagoak dira etor litezkeenak. Laserra garatu zuenari ere ez zitzaien burutik pasa ere egingo noizbait begiak operatzeko erabiliko zenik”. Eta, agian, horretarako ez dugu giro-tenperaturako supereroaleen zain egon beharrik. “Teknologia gara-

Efektu ez-harmonikoak

[Ion Erreak eta kideek egindako kalkuluek](#) baieztatu dute elektroifonoi elkarrekin-tzarekin azal daitekeela hidrogeno sulfuroaren supereroankortasuna. Eta ikusi dute, ongi azaltzeko, ohiko hurbilketa harmonikoa ez dela nahikoa.

Supereroankortasunaren tenperatura teorikoki kalkulatzeko, elektroiak eta fonoiak (atomoen bibrazioak) nolakoak diren deskribatu behar da, eta gero elkarren arteko elkarrekintza kalkulatu. “Guk ikusi dugu oso garrantzitsua dela fonoiaren edo bibrazioaren kasuan hurbilketa harmonikotik harago joatea” azaldu du Erreak. Hurbilketa harmonikoan Hookeren legea

hartzen da kontuan: partikula bat oreka-posiziotik desplazatzean, jasotzen duen indarra desplazamenduarekiko lineala da. Bada, hori ez da gertatzen kasu honetan.

“Kasu honetan hidrogenoa dugu. Hidrogenoa oso arina da, eta espero daiteke oso oszilazio handiak egotea oreka-posiziotik. Eta oszilazioak oso handiak direnean, efektu ez-harmonikoak garrantzitsuak izan daitezke. Guk tresna onak ditugu efektu ez-harmoniko horiek ongi kalkulatzeko, eta ikusi dugu beharrezkoa dela hori, sistema honi azalpena emateko. Hori izan da gure benetako ekarpena”.

tzen bada, eta gauzak merkeago egitea lortzen bada, gaur dauden supereroaleei ere has gaitezke aplikazio gehiago ematen. Uste dut, dagoeneko dakigunarekin, teknologia asko garatzeko aukera dagoela”.

Hala eta guztiz ere, fisikari donostiarrek argi du zein den hurrengo erronka nagusia: “erronka handiena da kupratoen supereroankortasunaren mekanismo teorikoa azaltzea. Bide hori ez dago agortuta inondik ere. Izan ere, azalpena emango bagenio, ulertuko genuke, agian, nola handitu tenperatura. Horregatik, interes handia du horrek. Jende asko saiatu da hori azaltzen, eta porrot egin dute. Baina noizbait iritsiko da; ez dakit noiz, baina iritsiko da”.

Japoniako *SC Maglev* trenak iman supereroaleei esker lebitatzen du. Honelako tren batek apirilean hautsi zuen trenen abiadura-errekorra, 603 km/h hartuta. ARG.: STEVE KWAK, MARYLAND GOVERNORS OFFICE/CC-BY-ND 3.0.



GORKA GOROSPE ROMBOUTS
Ornitologoa, ilustratzailea eta gidaria



TURISMO ORNITOLOGIKOAK

hegazti-populazioetan duen inpaktua

Hazkunde handia izan du azken urteotan natura behatzeko turismoak, batez ere ornitologikoak. Globalizazioari esker, geroz eta errazagoa da noranahi iristea, bai eta lehen burutik pasatu ere egiten ez zitzaizkigun zenbait lekutara ere, eta informazio zehatza eskura daiteke halako toki batera nola ailegatu edo hegazti jakin bat nola aurkitu jakiteko.

Askok ohartarazten dute fenomeno horrek berekin lekartzakeen arriskuez, zeinek hegaztiei edo haiek bizi diren inguruneari eragin baitiezaiokete. Baliabide kaltebera dira, izan ere, hegaztiak, eta kalte handia egin diezaieke une jakin bateko gertakari isolatu batek ere.

Eragin negatiboa duten faktoreen artean daude, lehenik eta behin, eragozpenak. Leku jakin batzuetara jendea erruz joateak eragozpenak eragiten dizkie hegaztiei; eragozpenak errepikatzen badira,

berriz, leku horretatik alde egitea erabaki dezakete hegaztiak. Bisitarien ezjakintasuna tarteko sortu ohi dira, gehienetan, eragozpen horiek; kasuren batzuetan, ordea, hegaztien ongizatearen gainetik jartzten dute batzuek haiek ongi behatzeko aukera izatea. Azkena aipatutako horiek eragin ditzakete kalte larriak.

“Alderdi positibo gehiago ditu turismo ornitologikoak, negatiboak baino”

Hegaztiak kumeak hazten edo atseden hartzen duten lekuan egote hutsa izan daiteke eragozpen-iturri, haien eguneroko jarduna oztopatu egiten baitu. Eskrupulurik gabeko zenbait gidarik eta turistak apeuak erabiltzen dituzte hegazti uzkur eta ikusteko zail batzuek erakartzeko. Dagokion administrazioak banatzen duen baimen ofizial bat behar da apeu horiek erabiltzeko.

Normalean, ikerketa-proiektu jakin batzuetarako baimendu ohi dira. Apeuen erabilera librea, aldiz, ez dago baimendua, eragozpen larriak eragin baititzakete. Izan ere, apeua entzutean, lehiakideren bat dela pentsatzen du hegaztiak, eta bere ingurunea babestera joaten da. Energia-kontsumo handiagoa eragiten dio jokabide horrek hegaztiari eta, batzuetan, harrapariek kendu egiten dizkiote arrautzak edo kumeak, haien hazkuntza-eremua babestu nahian dabilela.

Horrez gain, hegazti hori maiz joaten den lekuren batera inguratzen badira gidariak eta turistak (hala egin ohi dute), eta, hazkuntza-garaian, behin baino gehiagotan (egun berean hainbat aldiz, batzuetan), bertan behera uzten du hegaztiak hazkuntza, ingurunea babesteak energia gehiegi eskatzen baitio.

Azkenaldian, naturaren argazkigintza-sektoretik ere iristen zaie eragozpenik hegaztiei. Teknologia digitalaren garapenak ugaltu egin ditu hegaztien argazkilaria, eta lehen baino askoz ere herritar gehiagok dituzte eskura gaur egun argazkiak egiteko materialak eta prozesuak. Hori dela eta, orain 20 urte baino hegazti-

argazkilari askoz gehiago dago egun. Argazkilari horietako batzuen ezagutza, ordea, ez da libre bizi diren izaki bizidunekin jarduteko behar den mailakoa. Argazki on bat egiteko, gehiegi hurbiltzen dira batzuetan, habietatik gertuegi ari tzen dira, apeuak erabiltzen dituzte (entzutekoak edo ikustekoak)...; argazkia hobeto “kokatzeko”, berriz, habiaren ingurua aldatu egiten dute..., hau da, hegaztiei eta haien inguruneari ondorio kaltegarriak ekar diezazkiekeen zenbait jarduera egiten dituzte. Argazkiaren xede den hegaztia arrisku larri baten pean jar dezake lan horiek ezagutza, baimen eta ikuskapen egokirik gabe egiteak.

Bada asko aipatzen ez den beste arrisku bat ere: zenbait hegazti urriren kokapena zabaltzea. Sarritan, hegazti urri, arraro edo ikusteko zailak diren horiek behatzea izaten du helburu turista ornitologikoak, horretarako aukera gutxi izaten baita, egiazki. Zorrotz zaindu ohi dute hegazti horien bizilekuen kokapena bai administrazioak, bai tokian tokiko gidariek (ez dute nahi izaten beste gidari batzuek jakiterik), baina, hala eta guztiz ere, azkenean jakin egiten da, are gehiago gaur egun, informazioa hain zabaldua dagoen eta hain erraz hedatzen den garai honetan. Hegazti urri batzuen bizilekuaren berri zabaltzen bada, turista gehiago joango da leku horretara eta, jakina, eragozpen handiagoak sortuko dituzte; bestalde, habi-lapurren bat edo jende maltzurra bertaratzea ere gerta daiteke.

Populazio hain txikiak eta lokalizatuak izaten dituzte hegazti urriek, ezen erru-naldi baten porrotak edo bikote bakar baten galerak oso ondorio larriak eragin baititzaie. Aski izaten da eragozpen txiki bat hondamen ikaragarria eragiteko.

Ingurunea egoki kudeatuz saihestu eta gutxitu daitezke ondorio kaltegarri horiek guztiak, azpiegitura egokiak prestatuz eta profesionalak ongi trebatuz. Horretarako, egokiro erregulatu behar du jarduera hori administrazioak (sektoreko profesionalen iritzia ere aintzat hartuta, betiere), turis-



moa eta baliabide naturalen zaintza elkarrekin bateragarriak izan daitezke. Helburu hori lortzeko, ezinbestekoa da profesionalak kontzientziaztea, batez ere gidariak, hots, hegaztiekin eta haien ingurunearekin zuzeneko harremana dutenak. Interesgarria da “produktu-klubak” deritzenen esperientzia (besteak beste, Extremaduran eta Nafarroan daude), non eskariak jaso eta sustatzeaz gain, jardueraren alderdi etikoak ere jorratzen diren.

Gainerakoan, nire ustez, alderdi positibo gehiago ditu turismo ornitologikoak negatiboak baino. Alderdi positiboena, zailantzarik gabe, hau du: hegaztiak eta haien ingurunera balioetsi egiten dituela. Hainbat tokitan aldatu da herritarren ikuspegia beren ondare kulturala ikustera kanpotik jendea iristen hasi zaienean, interes ekonomiko hutsagatik bada ere: “Jendea hegaztiak ikustera (eta dirua gas-tatzera) etortzen bada, zaindu egin behar-ko ditugu hegazti horiek”. Heziketa behar da, batetik, herritarrek beren ingurunearen zaintzaz ardura daitezke; bestetik, uztartu egin behar dira herritarren bizimodu eta hegaztien behaketa. Horren

adibide ugari daude egun, eta mundu osora heda daitezke.

Bestalde, hegazti batzuen berri zabaltzea lagungarri izan daiteke (muga batzuk errespetatuz, betiere) ezjakintasuna dela eta haien populazioak ez desagertzeko. Izan ere, zenbat aldiz ez ote da azpiegitura edo jardueraren bat egin eta ustez inongo interesik ez duen baina desagertzeko arriskuan dagoen populazio interesgarri baten ingurunea aldatu? Ezjakintasuna izan ohi da jokabide horren eragile... Baina turista ornitologikoa lagungarri izan daiteke, gure ingurunea hobeto ezagutzeko ahaleginean, herritarren zientzia-proiektuen bidez. Mundu osoan ari dira zabaltzen horrelako proiektuak (hegaztiei buruzkoak, batez ere), tokian tokiko plataformek (Ornitho) edo orokorrek (eBird) bultzatuta.

Gogoan izan turista ornitologikoa nahiko kontzientziaztuta egon ohi dela, oro har, ingurumena zaintzeko premiaz eta izan behar duen jokabideaz. Seguruenik, dagoen turismo-motarik jasangarriena dugu ornitologikoa. ●

RITA LEVI-MONTALCINI

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

Ezagutzaren hazkuntza-faktore

Bere botoa erabakigarria zen Romano Prodiaren gobernuak 2006an proposatutako aurrekontuak aurrera ateratzeko; baina, argi utzi zuen: zientziako aurrekontua murrizteko azken orduko erabakia atzera bota ezean, ez zuen alderik botorik emango. Rita Levi-Montalcini lortu zuen Italiako zientziaren aldeko apustu hura irabaztea; eta, bide batez, antzarak ferratzera bidali zuen oposizio-ko Francesco Storace eskuindarra. Egun batzuk lehenago Storacek esan zuen makulu pare bat bidaliko zizkiola Levi-Montalciniri, gobernuaren sostengu izateagatik, eta zuen adinagatik. Storaceren ustez, emakume hura zaharregia zen bozkatzeko. Levi-Montalcinik, ordea, ez zuen bere burua zaharregi sentitzen, 97 urterekin.

Txikia eta bizi-bizia. Goizeko bostetan jakitzen zen egunero, eta egunean behin bakarrik jaten zuen, bazkalorduan. “Loa eta janaria ez zaizkit interesatzen”, esan ohi zuen, eta lana, garuna aktibo mantentzea zen, haren ustez, luze bizitzeko sekretua. Goizez, berak sortutako European Brain Research Institutura joaten zen, ikertzaile gazteen lana gainbegiratzera; arratsalde, berri, bere fundazioan aritzen zen, emakume afrikarrentzako ikasketak bereganatzeko lanean. “Ez naiz inoiz gaixotu”, zioen 100 urte betetzera zihorean, eta “nire garunak 20 urte nituenean baino hobeki funtzionatzen du orain”.

Alabaina, 20 urterekin ere oso argi zuen zer egin nahi zuen. Eta argi zuen ez zuela aitak beretzat pentsatua zuen bidea jarraituko. “Maitasunez betetako familia-giro zoragarrian bizi izan ginen” idatzi zuen bere autobiografian, “baina, viktoriar erako bizitza zen gurea, erabakiak fa-

milia-buruak hartzen zituen, aitak”. Eta familia-buruaren ustez, ez zen ideia ona emakumeek goi-mailako ikasketak egitea, haien emazte- eta ama-betebeharrak oztopatzen baitzituen.

“Orduan, bere logelan laborategia muntatzea erabaki zuen. Ez zuen askorik behar”

Nerabe zenetik argi izan zuen ez zela sekula ezkonduko, ezingo baitzukeen jasan ezkontzak emakumei ekartzen zien askatasun-falta. Aitari argi utzi zion ez zuela emazte eta ama izateko inolako asmorik. Ez zekien oraindik zientzialari izan nahi zuenik, baina bazekien besteei laguntzeko lan egin nahi zuela. Hogei urte zituela erabaki zuen medikuntza egitea. Aitak ez zuen onartu, baina ezin izan zuen gelditu.

Turingo Unibertsitatean 1936an graduatu ondoren, neurologia eta psikiatriako espezializazioa egiten hasi zen, oraindik argi izan gabe mediku izan nahi zuen, edo neurologian ikertzen aritu nahi zuen. Orduan ezagutuko zuen bere pasio bihurtuko zen gaia: nerbio-sistemaren garapena.

Unibertsitatetik kanpo hasi beharko zuen bere ikerketa-lana. Izan ere, 1938an, Mussolinik arraza-legeak atera zituen, unibertsitatetik alde egin behar izan zuen, jatorri judutarra baitzuen. Orduan, bere logelan laborategia muntatzea erabaki zuen. Ez zuen askorik behar: mikroskopo

bat, inkubagailu bat, jostorratzekin berak egindako eskalpeloak, arrautza batzuk, eta gutxi gehiago.

Neuronek bizkar-muinetik gorputz-adarretarako bidea nola egiten zuten ulertzea zuen helburu. Irakurri berri zuen Viktor Hamburger estatubatuarren lan bat izan zuen abiapuntu. Hamburgerrek ikusi zuen txita-enbrioiei gorputz-adarrak kentzen bazitzaizkien, haietarantz garatzen ari ziren neuronak hil egiten zirela; eta proposatu zuen inerbatuak izan behar zuten ehunek jariatutako indukzio-faktoreen batek eragiten zuela zelula aitzindariak neurona bilakatzea.

Fenomeno hori ikertzen hasi zen Levi-Montalcini bere logelako laborategian. Eta konturatu zen, enbrioiei gorputz-adarrak kentzean, neuronak ez zirela berehala hiltzen. Aitzitik, neurona berri gehiago sortzen ziren, baina helburura iritsi ezinik, hil egiten ziren azkenean. Levi-Montalcinik ondorioztatu zuen ez zela indukzio-faktore bat gorputz-adarrek jariatzen zutena, baizik eta hazkuntza-faktore bat.

Gerra bukatu ondoren, Turingo Unibertsitateara bueltatu zen. Eta bi urtera, 1947an, Hamburgerren gonbidapena iritsi zitzaion. Levi-Montalciniren lana irakurri zuen, eta esperimendu haiek elkarrekin errepikatzea gonbidatzen zuen, St. Louisen Washington Unibertsitatean.





Urtebete inguru pasatzeko asmoz joan zen, eta 26 eman zituen. Bere bizi-zako garairik zoriontsuenetakoa eta emankorrenetakoa izan zen. Bere gelako laborategian ateratako ondorioak berretsi zituen, eta neuronen hazkuntza-faktoreak ikertzen jarraitu zuen buru-belarri. Tumoreek ere halako faktoreren bat jariatzen zuela konturatu zen. Gero, 1953an, Stanley Cohen batu zitzaion, eta bien artean gogor lan egin zuten hazkuntza-faktore hura existitzen zela frogatzeko. Komunitate zientifikoa oso sinesgaitz zegoen; are gehiago esan zutenean suge-

pozoian eta saguen txistu-guruinetan hazkuntza-faktore ugari zegoela. Garai hartan, ez zirudien zientzia serioa.

Baina lortu zuten hazkuntza-faktorea isolatzea, eta ikusi zuten proteina bat zela, funtsezkoa nerbio-sistemaren eta sistema immunologikoaren garapenerako. Azkenik, Levi-Montalciniren zuzendaritzapean ari zen Ruth Hogue Angeletti doktoregaiak eta Ralph Bradshawek proteina hura sekuentziaztea lortu zuten (Levi-Montalcinik ez zuen bere izenik jarri lan horretan); orduan isildu ziren azken eszeptikoak. 1986an Medikuntzako Nobel saria eman zieten Levi-Montalciniri eta Coheni, urte haietan guztietan hazkuntza-faktoreekin egindako lanagatik.

1962an ikerketa-unitate bat jarri zuen martxan, Erroman, eta Erroma eta St. Louis artean bizi izan zen, 1977an Italiara behin betiko bueltatu zen arte. 2001ean biziarteko senatari izendatu zuen Carlo Azeglio Ciampi lehendakariak. Urte hartan bertan Rita Levi-Montalcini Fundazioa sortu zuen; fundazio horri esker, milaka beka eman zaizkie emakume afrikarrei ikasketak egiteko. Eta hurrengo urtean, 93 urterekin, European Brain Research Institutua sortu zuen. “Ez naiz heriotzaren beldur —zioen 100 bete zituenean—; pribilegiatua naiz, hainbeste denboraz lan egian ahal izan dudalako”. Lanean jarraitu zuen, burua argi, 2012an 103 urterekin hil zen arte. ●



MARTA MACHO STADLER

Matematikaria

Marta Macho Stadler (Bilbo, 1962) EHuko Geometriako eta Topologiako irakasle agregatua da. 1985etik, irakaskuntzarekin, ikerketarekin eta dibulgazioarekin lotutako hainbat lanetan aritu da. Besteak beste, EHUren Zientzia Kulturako Katedraren “Mujeres con Ciencia” blogaren editorea da, eta Zientzia eta Teknologiaren Berdintasunerako Batzordeko kide. ARG.: EHU.

“Ziur aski, Poincaréren aierua frogatzea da gehien eragin didana”

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

Espainiako Matematikaren Errege Akademiaren (RSME) Domina jaso berritan erantzun die Marta Macho Stadlerrek atal honetako bi galderei. Dominak aitortpena ematen die matematikaren arloan ekarpenak egin dituztenei; Machoren kasuan, haren dibulgazio-lana azpimarratu du RSMEk, baita berdintasunarekin duen konpromisoa eta matematika-irakasleen artean zubiak eraikitzeko gaitasuna ere. Hala ere, elkarrizketan, Machok argi utzi du batez ere eta guztiaren gainetik matematikaria dela.

Zerk harritu, asaldatu edo txunditu zaitu gehien, lanean hasi zinenetik?

Nire ikerketa oso teorikoa da, geometriaren eta topologiaren eremuan kokatzen da. Ziur aski, Poincaréren aierua, “milurtekoaren zazpi problema” deitutakoetako bat, frogatzea izan da gehien eragin didana.

1904an Henri Poincaré matematikari frantsesak aieru hau egin zuen: hiru dimentsioko barietate trinko batean kurba itxi guztiak puntu batera deformatu badaitezke, barietate hori hiru dimentsioko esfera da. Errazago esateko, Poincarék proposatu zuen hiru dimentsioko esfera dela hiru dimentsioko espazio (itxi eta bormatu) bakarra non ez dauden kurba itxiek mugaturiko “zuloak”.

Zientzialariak ez zuen bere aierua frogatzerik lortu; urtetan, matematikari asko gogor aritu ziren saiatu ziren askatzen, baina 2003ra arte ez zen ontzat eman Grigori Perelman matematikari errusiarrak aurkeztutako proba konplexua. Erraz adierazitako erronka zientifikoaren adibide zoragarria da, matematikaren adar askoren aurrerapena behar izan duena, eta piezak aho-

katzea lortu duen jeinu bat azaltzea. Bide batez, Perelmanen azalpena sinplifikatzen jarraitzen dute, ez baita eskuragarria edozein matematikarientzat.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Ziur aski esatera noana erromantizismo hutsa da... baina matematiketan ere badu lekua.

Teorema ezagun bat dago, lau koloreena izeneko, honakoa dioena: “Mapa geopolitiko lau guztiak lau koloreekin koloreztatu daitezke, bi eremu mugakidek kolore desberdina izan dezaten moduan”.

Ez dirudi oso matematikoa, baina bada: 1852an Francis Guthrie proposatutako problema bat da, aieru gisa iraun zuena 1970era arte. Urte honen erdialdean, Kenneth Appel eta Wolfgang Haken matematikariek azalpen bat eman dute (grafoen topologia deitutakoak eraman zuen froga horretara), egiaztapen konputazionala erabiliz uneren batean. Azalpena onargarria bada ere, izugarri gustatuko litzaidake norbaitek ulertzea zergatik den hain berezia lau zenbakia. ●

BERRIAren harpidetza

%25 merkeago*

Aukeratu ondoen datorkizuna

- Asteartetik igandera
- Asteartetik ostiralera
- Larunbata eta igandea
- Ostirala, larunbata eta igandea



izan zaitez **berrialaguna**
Jarri zure alea BERRIA egiteko, garatzeko

BERRIALagun harpidedunen beharretara egokitutako zerbitzua:

- Goizean goiz, BERRIA etxean, kioskoan, latokian...
- Kioskoan baino merkeago
- Promozioetan eskaintza bereziak
- Astero-astero opariak Berrialagun harpidedunentzat
- Asteartetik igandera harpidetzetan PDF ediziora sarbidea doan

Harremanetarako:

943-30 43 45 • harpidetza@berria.eus • www.berria.eus/berrialaguna



(*) Lehenengo urterako eskaintza. Hortik aurrera %10 merkeago.



BULTZA KAZETARITZA INDEPENDENTEA EGIN HARPIDETZA

ARAZTEGIETAKO ISURKINEK FEMINIZATURIKO ARRAINAK

AINARA VALENCIA LÓPEZ
ZBIT ikerketa taldea, Plentziako Itsas Estazioa
(PIE-UPV/EHU) eta Zoologia eta Animalia Zelulen
Biologia Saila (UPV/EHU)

Mota askotako substantzia kutsatzaileak iristen dira gure ibaietara. Horien artean, substantzia feminizatzaileak daude, xenoestrogeno deritzenak. Substantzia horiek arrain arren sexu-aldaketa eragin dezakete. Izan ere, substantzia xenoestrogeno horien pean egondako arrain arren testikuluetan obozitoen agerpena deskribatu da; “intersex” deritzo fenomeno horri. Hainbat ikerketa egin dira azken urteotan fenomeno horren mekanismoak ulertu eta euskal kostaldeko arrain-populazioetan zenbateko eragina duen jakiteko.

Zenbait kutsatzailek animalien sistema endokrinoaren funtzionamendua kaltetzen dute, hormonon bidezidorrei eragiten diete eta. Konposatu disruptore endokrino (EDC, ingelesez) deitzen zaie kutsatzaile horiei. Gure eguneroko bizitzan aurki ditzakegun substantzia kimiko asko sailkatu dira EDCen multzoan, hala nola zenbait hidrokarburo, garbigarrietako alkilfenolak, plastikoetako ftalatoak eta pestizidak, besteak beste.

Xenoestrogenoen konposatu-taldea da EDC kezkarria, ornodun emeetan ugalketarako garrantzitsuen den hormona, estrogenoa, imitatze gai baitira. Gaitasun hori dute, besteak beste, hormona sintetikoek —pilula antisorgailuetan erabiltzen direnak, adibidez— eta beste zenbait konposatu kimikok; esaterako, plastikoen sintesia erabiltzen dien bisfenolak eta ftalatoak, eta zenbait detergentetan eta intsektizidetan egon ohi den nonilfenolak. Ingurunean daude horiek guztiak, eta gai dira hango organismoekin elkarrengaitzeko, bai eta kontzentrazio baxuetan ere.

Hainbat giza jardura direla medio, ingurune urtarretara iristen dira konposatu horiek guztiak. Industriaguneetako eta etxetako hondakin-urak araztegiatan biltzen, tratatzen eta garbitzen dira, baina xenoestrogenoak ezin dira uretatik guztiz ezabatu, eta araztegietatik ibaietara askatzen diren uretan jardura estrogenikoa egoten da.

Substantzia horiekin etengabeko kontaktuan egon daitezke arrainak. Zeluletan dauden estrogeno-hartzaileei lotzen zaizkie xenoestrogenoak, eta kontrol hormonalaren pean egon behar luketen prozesuak kaltetzen dituzte, eta aldaketak eragiten animalietan estrogenoari esker izaten diren funtzioetan (garapena eta ugalketa). Epe luzerako ondorioak ere eragin ditzakete. Arrainen sexua finkatzeko eta bereizteko

mekanismoak eragiten diete xenoestrogenoek; hori dela eta, desorekatu egin daitezke ugalketa-zikloa eta, kasurik larrienen, erabateko sexu-aldaketa gertatu.

BIOMARKATZAILEAK

Maila baxuko antolaketa biologikoko erantzunak aztertuz (gene-, zelula- edo ehun-mailakoak), gerora maila altuagoetan (animaliaren fisiologian, organismoan edo populazioan) gerta daitezkeen efektuei buruzko abisu goiztiarrak izan ditzakegu. Biomarkatzaileak deritze aztertutako erantzun horiei, eta epe luzera osasunean izan daitezkeen eraginen adierazle goiztiarrak dira.

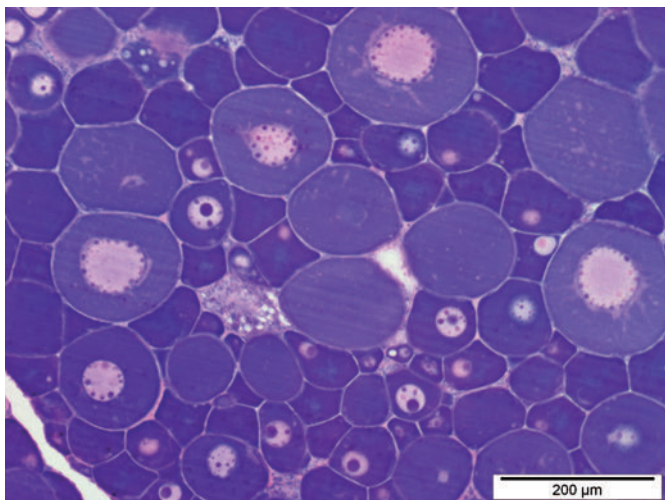
Xenoestrogenoen eragina jasaten duten arrainen eraldaketak deskribatzeko, biomarkatzaileak erabil daitezke. Bitelogenina (vtg) proteina estrogenoaren aginduz ekoiz-

tzen da arrain emeen gibelean, eta obozitoetara garraiatzen da, erreserba-proteinen aitzindaria baita, arrautzaren biteloarena. Konposatu xenoestrogenikoen eraginez, arrain ar eta heldugabeetan ohikoa ez den vtg espresioa gertatzen da; horregatik, konposatu estrogenikoen biomarkatzaile modura erabiltzen da.

Xenoestrogenoen beste biomarkatzaile egoki bat aromatasak (Cyp19) dira. Hormona esteroideoen sintesia jarduten dira entzima horiek, adibidez, estrogenoen sintesia. Ornodunen estrogeno-maila erregulatzeaz arduratzen direnez, oso garrantzitsuak dira arrainen sexua finkatzeko eta bereizteko. Xenoestrogenoekiko esposizioak aromatasaren geneen transkripzio-mailen desoreka eragiten du, eta arrainen sexu-aldaketa bultzatzen.

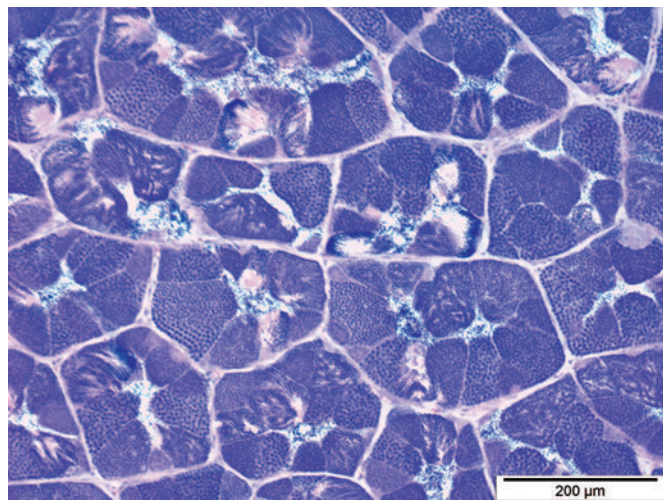


ARG.: CRISTINA BIZARRO



Otsailean Gernikan arrantzatutako korrokoiei eme baten obarioa. Ikusten diren obozito guztiak perinukleolarrak dira, bitelogeneisa hasi aurrekoak.

ARG.: AINARA VALENCIA.



Otsailean Gernikan arrantzatutako korrokoiei ar heldu baten testikulu baten mikroargazkia. Garapen-fase desberdinetako zelula espermatikoak ikusten dira folikulu espermatikoetan. ARG.: AINARA VALENCIA.

Molekula-mailako aldaketak gertatzen dira lehenbizi; ondoren, ehun-mailakoak. Adibidez, obozitoak detektatu izan dira arrain ar batzuen testikuluetan. “Intersex” deritze arrain horiei. Xenoestrogenoen kutsadura agertzen den mundu osoko hainbat tokitako arrain-populazioetan atzeman da fenomeno hori, zeina ehun-mailako biomarkatzailatzat erabiltzen den.

Azken urteetan, obozitoen presentziaren eta kalitatearen adierazle molekular bat deskribatu da: 5S rRNA. Erribosomen azpiunitate handiena eratzeke beharrezkoa den RNA erribosomikoa da molekula hori, eta zelula eukarioto guztietan agertzen da, bi eratara: zelula somatikoetan, batetik, eta obozitoetan, bestetik. Ikusi denez, oso altua da 5S rRNAren transkripzio-maila garatzen ari diren arrainen obozitoetan, beste RNA erribosomiko batzuekin (18S rRNA...) alderatuta. Ernalketa arrakastatsu baten ondoren enbrioiaaren hasierako garapena sostengatzeko beharrezkoa dela uste da, haren metaketari esker enbrioia proteinen sintesirako behar dituen erribosomak eskura izango baititu. Beraz, obozitoetako 5S rRNAren transkripzio altuari esker, sexu-biomarkatzaile modura erabil daiteke, emeen adierazle baita. Xenoestrogenoen mende dauden arrain arretan, aldiz, intersex egoeraren markatzaile molekularra bihurtu da.

XENOESTROGENOAK EUSKAL HERRIAN

Euskal Herrian, Gernikako araztegiaren inguruan bizi den *Chelon labrosus* korrokoiei populazioan atzeman ziren lehenengo efektu xenoestrogenikoak, 2007an. Aztertu ziren arretatik % 30 intersexak ziren, eta arrain

odol-plasman bitelogenina detektatu zen, espezifikoki emeena den arrin. Korrokoien behazunean, berriz, EDC aztarnak aurkitu ziren, batez ere garbigarrien eta pinturen deribatu diren alkilfenolak.

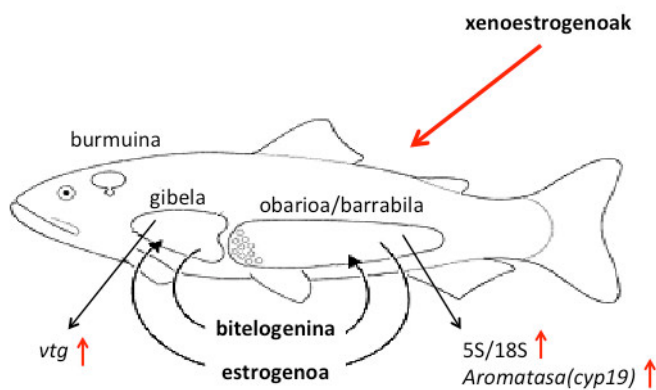
Geroago, euskal kostaldeko toki gehiagotan ere atzeman dira feminizaturiko arrainak: Abrian, Ondarroan, Deban eta Pasaian, besteak beste. Kutsatzaileen nahasketa konplexuak detektatu ziren arrain-populazio horietan, hala nola lindanoa, ftalatoak, alkilfenolak, bisfenol A eta farmako estrogenikoak. Ur-araztegiatako emariak dira konposatu horien isurketa-iturri nagusiak.

Euskal kostaldean agertzen diren EDCen jatorria eta haien eraginaren bilakaera ikeritzeko, Gernikako eta Galindoko araztegien isurketetatik beheti bizi diren korrokoiei populazioak aztertu dira berriki. 2013ko ekainean eta 2014ko otsailean harrapatu ziren arrainak bi toki horietan, eta azterketa his-

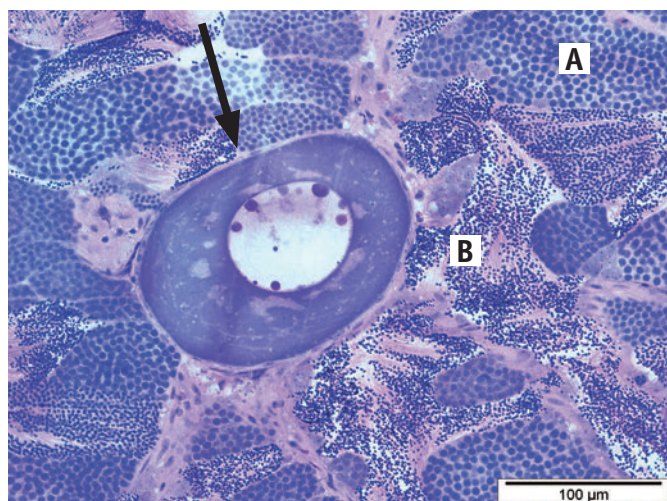
tologikoak eta molekularrak egin zitzaizkien, intersex- eta feminizazio-prozesuen aztararik ba ote zuten jakiteko.

Bi populazio horietan aurkitu ziren intersex arrainak, eta askoz altuagoak izan ziren Gernikako mailak: hango arrain % 90 ziren intersexak otsaileko laginketan. Aldiz, Galindoko arrainetatatik % 9 ziren intersexak. Dena dela, larritasun handiagoa zuen Galindoko arrainen feminizazio-mailak, ugariak baitziren obozitoak testikuluetan. Gernikan, aitzitik, obozito bakan batzuk agertu ziren.

Prebalentzia horietatik aparte, arrain intersexak agertzeak hau baieztatzen du: araztegi horietako urak konposatu xenoestrogenikoak jariatzen dituela, seguru aski. Biomarkatzaile molekularrak aztertuta, arrain intersexetan obozitoen markatzaile diren molekulen ratio altuak aurkitu ziren. 5S rRNA eta cyp19a1 aromatasa geneen transkribapen-mailak, berriz, arrain intersex emeen balioen antzekoak izan



Xenoestrogenoek arrainetan zer efektu eragiten duten aztertzeko erabiltzen diren biomarkatzaile molekularrak. Areagotu egiten da biomarkatzaile horien espresioa xenoestrogenoen aurrean, baldintza fisiologikoetan emeetan estradiolo endogenoak egiten duen bezala. ARG.: DOMINU PUBLIKOAN, EGILEAK MOLDATUA.



Otsailean Gernikan arrantzatutako arrain intersex ar baten barrabil bat, non obozito perinukleolar bat ikusten den (geziak markaturik) zelula espermatikoz inguratutik: espermatozito sekundarioak (A) eta espermatidak (B).
ARG.: AINARA VALENCIA.

ERREFERENTZIAK

DEVLIN, R.H. NAGAHAMA, Y.: "Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences". *Aquaculture*. 208, (2002), 191-364.

DIAZ DE CERIO, O., ROJO-BARTOLOMÉ, I., BIZARRO, C., ORTIZ-ZARRAGOITIA, M., CANCIO, I.: "5S rRNA and accompanying proteins in gonads: powerful markers to identify sex and reproductive endocrine disruption in fish". *Environ. Sci. Technol.* 46, (2012), 7763-7771.

JOBLING, S., NOLAN, M., TYLER, C.R., BRIGHTY, G., SUMPTER, J.P.: "Widespread sexual disruption in wild fish". *Environ. Sci. Technol.* 32, (1998), 2498-2506.

ORTIZ-ZARRAGOITIA, M., BIZARRO, C., ROJO-BARTOLOMÉ, I., DIAZ DE CERIO, O., CAJARAVILLE, M.P., CANCIO, I.: "Mugilid Fish are Sentinels of Exposure to Endocrine Disrupting Compounds in Coastal and Estuarine Environments". *Mar. Drugs*. 12, (2014), 4756-4782.

PUY-AZURMENDI, E., ORTIZ-ZARRAGOITIA, M., VILLAGRASA, M., KUSTER, M., ARAGÓN, P., ATIENZA, J., PUCHADES, R., MAQUIEIRA, A., DOMÍNGUEZ, C., LÓPEZ DE ALDA, M., FERNANDES, D., PORTE, C., BAYONA, J.M., BARCELÓ, D., CAJARAVILLE, M.P.: "Exposure and effects of endocrine disruptors in thicklip grey mullet (*Chelon labrosus*) from the Urdaibai Biosphere Reserve (Bay of Biscay)". *Sci. Total. Environ.* 443, (2013), 233-244.

VALENCIA, A.: *Reproductive endocrine disruption in thicklip grey mullets (*Chelon labrosus*) captured downstream of the WWTPs of Gernika and Galindo*. Master Thesis Project. University of the Basque Country. (2014).

BIZARRO, C., ROS, O., VALLEJO, A., PRIETO, A., ETXEBARRIA, N., CAJARAVILLE, M.P., ORTIZ-ZARRAGOITIA, M.: "Intersex condition and molecular markers of endocrine disruption in relation with burdens of emerging pollutants in thicklip grey mullets (*Chelon labrosus*) from Basque estuaries (South-East Bay of Biscay)". *Mar. Environ. Res.* 96, (2014), 19-28.

CAJARAVILLE, M.P., BEBIANNO, M.J., BLASCO, J., PORTE, C., SARASQUETE, C., VIARENGO, A.: "The use of biomarkers to assess the impact of pollution in coastal environments of the Iberian Peninsula: a practical approach". *Sci. Total. Environ.* 247, (2000), 295-311.

OHARRA

Ikerketa-lan honek Zientziak eta Natur Zientziak arloko saria jaso zuen IkerGazte kongresuan. Artikulu hau *Elhuyar* aldizkariako egindako moldaketa da.

ziren, testikuluen feminizazio-prozesuaren adierazle betiere. Bitologenina aztertu zenean, baieztatu egin ziren emaitzak, eta berretsi xenoestrogenoekiko esposizioa arrain intersexen eta arrin giblean, non gauzatzen baita proteina horren genearen gaineko espresioa.

ONDORIOAK

Ar intersexak atzeman ziren Gernikako eta Galindoko araztegien inguruan bizi diren korroko-populazioetan. Gernikan intersex gehiago aurkitu ziren, baina Galindoko intersexen larritasun-maila altuagoa zen, barrabiletako obozito-kopurua altuagoa baitzen. Beraz, arrain arrak eme ari dira bihurtzen araztegiek isuritako kutsatzaileekin kontaktuan dauden arrain-populazioetan.

ETORKIZUNEAN

Nahiz eta ezagunak diren arrain intersexak, ez dago argi zein diren fenomenoaren mekanismo molekularrak, bizi-zikloko zein unetan bihurtzen diren intersex arrainak, zerk eragin duen, zehazki, aldaketa hori... Prozesu zelular hori ondo ulertzeko, pauso hau eman behar da lehenbizi: arrain ar eta emeen ugaltze-aparatuaren garapenean zer genek duten eragina jakitea eta testikulu/obario garapenean zein fasetan espresatzen diren neurtzea. Horretaz gain, komeni da gametoen bilakaera aztertzea ere. Horrela lortzen den informazioari esker, arrain intersexentzako biomarkatzaila goiztiarrak diseina daitezke, eta xenoestrogenoen presentziaren arriskua eraginkorkiago kudeatu. ●



Gernikako leku honetan hartu ziren laginak. ARG.: AINARA VALENCIA.

NAIARA OZAMIZ ETXEBARRIA
Psikologian doktore. EHuko irakaslea

JOSE AGUSTIN OZAMIZ IBINARRIAGA
Soziologian doktore. EHU eta Deustuko
Unibertsitatean irakasle aritua

IÑAKI MARKEZ
Psikiatrian doktore. Zubiok eta AMSA
elkarteetako psikiatra

JOSÉ GUIMON UGARTETXEA
Psikiatrian doktore.
EHuko katedradun emeritua

TRATAMENDU NEUROLEPTIKOEKIKO JARRERAK

Psikosiaren tratamendurako erabiltzen diren farmakoak dira neuroleptikoak. Batez ere garunean eragiten dituzte aldaketak, eta, adibidez, eskizofreniaren kasuan, haluzinazioak gutxiagotu egin ditzakete. Eztabaida ugari egon da beti gaixo mentalei neuroleptikoak ematearen inguruan, sortzen dituzten albo-ondorioak direla eta.

2012aren hasieran, paziente psikiatriko batzuek ekintza kriminal larriak egin zituzten Bilbon, eta eztabaida handia sortu zuen horrek osasun mentalaren arloan lan egiten zuten profesionalen artean. Artikulu honen

egileok ere ondo dokumentaturiko eztabaida bat izan genuen gai honen inguruan.

1986an Bizkaian neuroleptikoeikiko zeuden jarrerak aztertu genituen [1]. Inkesta hura eguneratu eta ikerketa berri bat egin genuen 2012an, gaur egungo egoera aztertzeko. Desberdintasun esanguratsuak aurkitu genituen neuroleptikoen jarrerekiko, eta bilakaera bat atzeman genuen horieki-ko aurreiritzietan. Tratamendu neuroleptikoen inguruko hausnarketa batzuk egitera eramaten gaituzte azterketa horietako datuek.

NEUROLEPTIKOEN ERABILERA ESKIZOFRENIA DUTEN PAZIENTE ARRISKUTSUEKIN

Psikosia eta, batez ere, eskizofrenia arriskuarekin lotu ohi dira. Horregatik, normalean, ospitale psikiatrikoetan ingresatzen dira nahaste hori duten pazienteak. Hala ere, nahiz eta gaixo mentalen arriskugarritasuna erreala den, ez da oso maiz gertatzen egoera larririk. Egia da jokabide agresiboak gaixotasun psikotikoaren lehenengo seinalea izan daitezkeela, baina eskizofrenia duten pazienteek ez dute gainerako he-



ARG.: ©DOLLARPHOTOCUB/MIKAEL DAMKIER



rritarrek baino joera handiagorik inor hiltzeko. Hiltzaileen % 2k soilik izaten du psikosiren bat.

Hala ere, informazio sentsazionalista emateko joera izaten dute komunikabideek [2], batez ere gaixotasun hori duen norbaitek inor hiltzen badu. Hori gertatzen denean, ustekabeko arrazoiengatik hiltzen dute; normalean, gaixotasunaren eldarnioen edo haluzinazioen eraginpean. Bestalde, beste edonorenak baino askoz bortitzagoak izan ohi dira gaixo horien erasoak (eskizofrenia koenak, bereziki).

Kontuan izan behar da tratamendurik jasotzen ez duten paziente eskizofrenikoek izaten dutela, gehienetan, jokabide agresiboa. Horiek normalean, gutxi kontrolatzen dituzte bulkadak, eta batzuetan ustekabeko asaldugorriak izaten dituzte. Bestalde, zenbait azterketak dienez, norbait hil duten paziente eskizofreniko askok substantzia toxikoak kontsumitzen dituzte (legez kontrako drogak eta alkohola).

Ospitale psikiatrikoetatik ateratzean izaten dira hilketa gehienak; hori dela eta, gizarreak begi txarrez ikusten ditu eskizofrenia duten gaixoak. Inork ez du hitz egiten, ordea, ospitale psikiatrikoetan alta ematen zaien eta inor hiltzen ez duten pazienteei buruz.

Komunikabideek eta herritarrek, oro har, “ero” arriskutsuaren irudia jartzen diete. Egia da paziente horiek arriskutsuak izan daitezkeela batzuetan. Tamalez, jokabide arriskutsuak aurreikusteko zantzurik onena alde aurretik izandako beste jokabide bortitz bat izaten da. Bestalde, hauek izaten dira, normalean, bortizkeriazko jokabideak izateko arrisku-faktoreak: jazarpeneko haluzinazioak edo eldarnioak, substantzia jakin batzuen gehiegizko kontsumoa eta umetan abusuak jasan izana. Horregatik, bortizkeria-arriskurik baldin badago, beharrezkoa izaten da paziente horiei neuroleptikoak ematea. Normalean, paziente erasokorrekin neurri hori onartzen dute, euren bulkada oldarkorren beldur izaten baitira, eta laguntza eskatzen baitute, kontrola ez galtzeko. Neuroleptiko gehiegi emanez gero, ordea, handiegia izan daiteke haien eragin lasaigarria. Neuroleptikoen albo-ondorioen kontrako jarrera beti egon da, baina azkenengo 20 urteotan aurreiritziak gutxitu egin dira. Hala ere, kritikak asko dira oraindik ere, eta zerbitzu psikiatrikoen aurkako salaketa ugari jartzen dira neuroleptikoak direla eta. Hala, psikiatrak egoera zailean daude iritzi publikoaren zenbait sektoreen aurrean.



Pazienteak tratamenduaren eraginkortasunari buruzko zalantzak baldin baditu, askotan ez du ondo jarraitzen tratamendua. ARG.: ©DOLLARPHOTOCLUB/LOLOSTOCK.

BI IKERKETEN ARTEKO KONPARAZIOA

1986an Getxon lehen mailako arretako medikuarengana zihoazen lauhun pazienteen artean egindako ikerketa batean, psikofarmakoen erabilerekin jarrera negatiboa aurkitu genuen [1]. Hauek dira ikerketa horren emaitza nagusiak:

- Oro har, gizonek baino konfiantza txikiagoa zuten emakumeek substantzia psikoaktiboetan.
- Substantzia psikoaktiboekiko jarrera negatiboak areagotu egiten ziren adinean aurrera egin ahala, eta pertsona edadetuak nahiago zituzten sendagai naturalak.
- Zenbat eta altuagoa estatus soziala, orduan eta txikiagoa zen substantzia psikoaktiboekiko beldurra.
- Zenbat eta kontserbadoreagoa jendea, orduan eta errezelo handiagoa psikofarmakoei.
- Psikofarmakoen aldekoak ziren sintoma larrienak zituzten pazienteak, eta beldur gutxiago zieten haien albo-ondorioei.

Esan beharrezkoa da neuroleptikoak asko garatu direla azken urteotan. Cochranen egindako azterketa baten emaitzek erakusten dutenez, eraginkorrak eta seguruak dira paziente eskizofrenikoentzat, eta eskizofrenia prebenitzeko balio dutela ere egiaztatzen da. Beraz, oro har, jarrera positiboa dute psikofarmako horiekiko psikiatrekin, erizainekin eta pazienteekin.

2012ko hasieran Bilbon paziente psikiatriko batzuek egindako heriotzen ostean,

egungo egoera aztertzeke beste ikerketa bat egitea erabaki genuen lan honen egileok.

EHUko medikuntzako berrehun ikaslerekin egin zen ikerketa, substantzia psikoaktiboekiko eta neuroleptikoekiko jarrerak aztertu eta 1986an jasotako emaitzeekin konparatzeko. Hona emaitzak:

- Neuroleptikoekiko jarreretan alde esanguratsua atzeman genituen, populazio batetik bestera, eta aurreiritziei dagokienez eboluzio bat ikusi genuen.
- “Naturista” deritzogun faktore bat atzeman genuen bi ikerketan, hau da, baliabide naturalak neuroleptikoak baino hobekien direla uste du zenbait jende, lehenbizikoek albo-ondorioak ez omen dutelako.
- Bi ikerketetan adierazi zuten emakumeek gizonek baino konfiantza gutxiago neuroleptikoekiko.
- Oro har, beharrezkotzat jotzen dira neuroleptikoak, kontrolpean, betiere.

TRATAMENDU FARMAKOLOGIKOA: ARAZOAK

Oro har, lotura estua egon ohi da tratamendua betetzearen eta pazienteek medikazioarekin duten jarreraren artean. Genevako Unibertsitate Ospitaleko Psikiatria Departamentuan ikerketa bat egin zen 1999an, 324 pazienteekin, medikazio psikoaktiboekiko jarrerak aztertzeke[3]. Ikerketa horretan ikusi zen medikazio psikoaktiboekiko jarrera negatiboa tratamendua ez jarraitzearekin lotuta zegoela. Tratamendua ez jarraitzea ez zen jarrera irrazionaltzat hartzen, baizik eta



Psikohezkuntzako taldeetara joaten diren pazienteek hobeto jarraitzen dute tratamendua, eta ospitaleratze gutxiago izaten dituzte.

ARG.: ©DOLLARPHOTOCLUB/WAVEBREAKMEDIAMICRO.

erabaki arrazionaltzat, eta faktore hauetan zegoen oinarritua erabaki hori:

- Pazienteek federik ez izatea medikazioaren erabilerarekiko eta eraginkortasunarekiko.
- Desabantailak onurak baino gehiago direlako ustea; adibidez, kostua eta horrek sor ditzakeen eragozpenak.
- Familiaren eta gizartearen sostengurik eza.

Genevako ikerketa hark berretsi egin zituen urte batzuk lehenago (1993an) Angermeyer eta Matschingerrek Alemanian egindako lan batean ondorioztatutakoa [4]: terapia eraginkorra dela uste badu, pazienteak hobeto jarraitzen du tratamendua; aldiz, pazienteak tratamenduaren eraginkortasunari buruzko zalantzak baldin baditu (ezagutza psikiatrikoak zalantzan ipintzen dituelako), ez du ondo jarraitzen tratamendua.

Amaitzeko, hau ondorioztatu zuten Goergek eta kolaboratzaileek Genevako Unibertsitate Ospitalean bertan 1990ean egindako beste ikerketa batetik[5]: pazientearen eta instituzio psikiatrikoaren balioak eta arazoekiko jarrerak bat ez badatoz, itxarobide desberdinak izaten dituzte pazienteek eta terapeutek. Dena den, hainbat pazienteek, balioekin bat etorri ez arren, jarraitu egiten

dute tratamendua, zenbait arrazoi direla medio: konformitatea, mendekotasuna, presioa...

NEUROLEPTIKOEEKIKO JARRERA POSITIBOAK BULTZATZEKO PROPOSAMENA

1999an, Eguiluzek, Gurutzetako Ospitaleko psikiatra eta Euskal Herriko Unibertsitateko irakasleak, Bilboko zentro anbulatorio batean beste ikerketa hau egin zuen: medikamentu neuroleptikoei buruzko jarrera positiboak bultzatzeko talde batean parte hartu zuten paziente eskizofreniko batzuen bila-kaera aztertu zuen [6]. Kontrol-talde batekin konparatu zituzten ikerketaren emaitzak eta ikusi zuten talde esperimentalean gehiago hobetu zirela tratamendu farmakologikoaren jarraipen-maila eta pazienteen sintomak. Geroago, Basurtuko psikiatria zerbitzuko zuzendari Miguel Angel González Torresek eta Eguiluzek antzeko teknikez egindako ikerketa batean ikusi zuten psikohezkuntzako taldeetara joaten ziren pazienteek kontrol-taldekoek baino ospitaleratze gutxiago izaten zituztela.

Ondorioz, uste dugu, substantzia psikofarmakologikoei jarrerak aldatzeko, lagungarri izan daitekeela hezkuntza-programak sortzea eta informazio-kanpainak martxan jartzea. ●

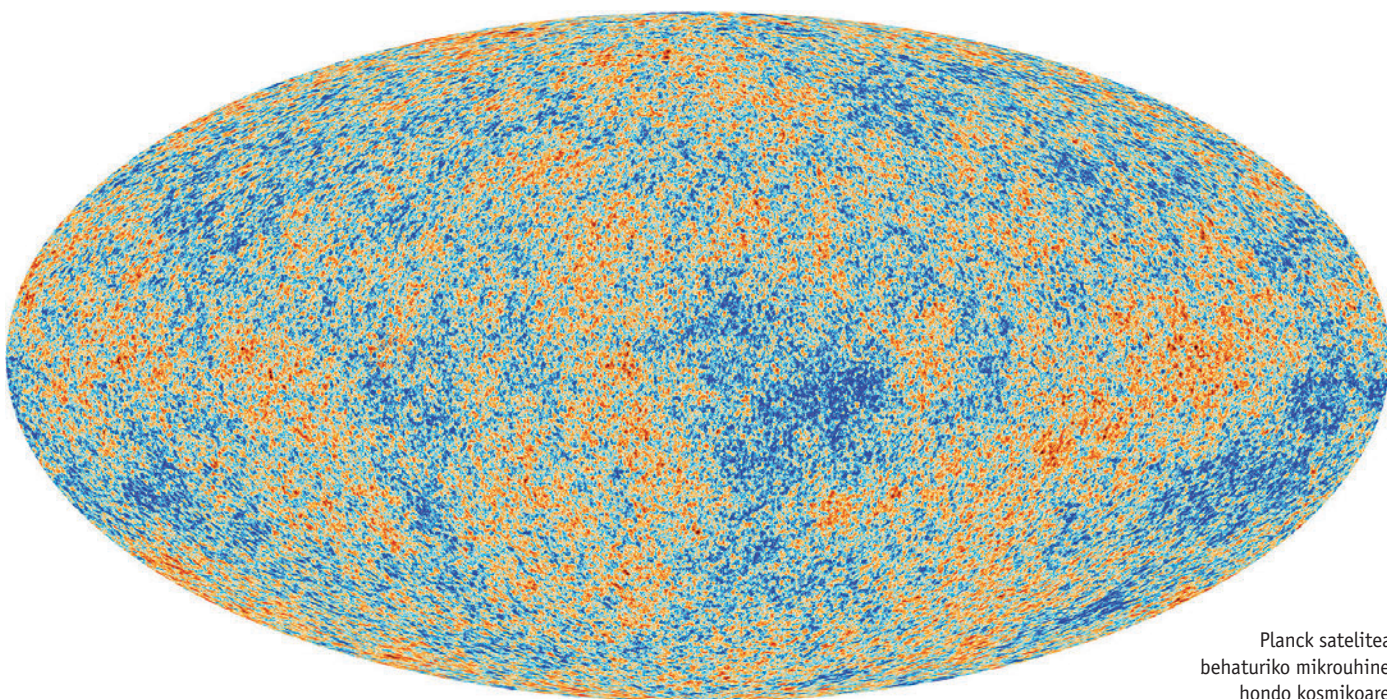
BIBLIOGRAFIA

- [1] OZAMIZ, J.A., SARABIA, Z.: "Prejudices of the general public towards neuroleptics". *European Psychiatry*, 12 (suppl. 2) (1997), p. 132S.
- [2] BRANDLI, H.: "The Image of Mental Illness in Switzerland, in The Image of Madness". *Karger: Basel* (1999), p. 29-38. J. Guimón, W. Fischer, and N. Sartorius, Editors.
- [3] FISCHER, W., ET AL.: "Determining Factors and the Effects of Attitudes towards Psychotropic Medication, in The Image of Madness The Public Facing Mental Illness and Psychiatric Treatment". *Karger Medical and Scientific Publishers: Basel* (1999), p. 162-186. J. Guimón, W. Fischer, and N. Sartorius, Editors.
- [4] ANGERMEYER, M.C. ET AL.: "Benefits and risks of Psychotropic Medication in the Eyes of the General Public: Results of a Survey in the Federal Republic of Germany" *Pharmacopsychiatry*, (1993), 26: p. 114-120.
- [5] GOERG, D. ET AL.: "Congruence patients thérapeutes et dropout en psychiatrie ambulatoire publique". *Sciences Sociales et Santé*, (1990), 8(3): p. 49-71.
- [6] EGUILUZ, I., GONZÁLEZ TORRES, M.A., GUIMÓN, J.: "Psychoeducational Groups in Schizophrenic Patients, in The Image of Madness. The Public Facing Mental Illness and Psychiatric Treatment", *Karger: Basel*, (1999), J. Guimón, W. Fischer, and N. Sartorius, Editors.

MIKROUHINEN HONDO KOSMIKOA: GRABITAZIO KUANTIKORAKO LEIHOA?

DAVID BRIZUELA
Fisika Teorikoa eta Zientziaren
Historia Saila, UPV/EHU

Einsteinen erlatibitate orokorraren mendeurrena dugu aurten. Teoria hori plazaratu eta urte gutxiren ondoren, fisikariek argi zeukaten grabitatearen indarra teoria kuantikoarekin nolabait bateratu behar zela. Baina gaur egun hainbat teoria lantzen ari diren arren, oraindik ez dugu eskuragarri grabitazio kuantikoari buruzko teoria oso eta trinkorik. Ikerketa horien eragozpenik handiena datu esperimentalen faltan datza. Artikulu honetan azalduko dugu, kiribilen kosmologia kuantikoaren testuinguruan, mikrouhinen hondo kosmikoak ahalbidetu dezakeela grabitazio kuantikorako gerturatze esperimentalak.



Planck sateliteak
behaturiko mikrouhinen
hondo kosmikoaren
inhomogeneitateak ikusten dira
hemen. Kolore desberdinak
temperatura desberdinei dagozkie.
ITURRIA: ESA/PLANCK COLLABORATION.

Argiaren abiadura finitua dela eta, urruneko puntu bati begiratzen diogunean (adibidez, izar bati), iraganean puntu horrek zeukan egoeran ikusten dugu. Egunero erabiltzen ditugun distantzietan horrek ez dauka ia eraginik, argiaren abiadura oso handia baita. Baina distantzia handiagoetan, nabarmena da efektu hori. Adibidez, eguzkia gugandik zortzi argi-minutura dago, beraz, bat-batean itzaliko balitz, oraindik gauza nahikotxo egiteko beta izango genuke iluntasun osoan geratu baino lehen. Distantzia kosmologikoe-tan, efektu hori benetan ikaragarria izan daiteke, iraganean oso urrun ikus baitezakegu! Baina, zenbateraino? Sorkuntzaren unea ikus ote dezakegu?

Unibertsoaren lehen uneetan igorri eta orain lurrera iristen ari diren argi-izpiek gure partikula-horizontea eratzen dute, hots, guretzat unibertso ikusgaiaren muga zedarritzen duena. Kontuan izan printzipioz unibertso osoa gure unibertso ikusgaia baina handiagoa izan daitekeela; izatez, infinitua ere izan liteke, baina ez du zertan. Gurea topologia konpaktuko unibertso bat balitz (balo baten gainazalak daukana bezalakoa), galaxia urrun batetik bidalitako argia norabide desberdinetatik heldu ahalko litzaiguke. Adibidez, batzuetan zuzenean eta beste batzuetan unibertso osoari buelta emanek. Beraz, galaxia desberdintzat ditugun horiek galaxia beraren hainbat kopia lirakeke, ebo-

luzioaren momentu desberdinetan ikusiak. Eguzki-sistema aurreko garairen batean ere ikus genezake!

Unibertsoaren adina finitua denez (14.000 milioi urte inguru), pentsa liteke horixe bera dela, agian, gure partikula-horizontearen distantzia; hots, 14.000 milioi argi-urte. Baina ez da horrela, bi funtsezko arrazoi hauengatik: batetik, gure unibertsoa hedatzen ari delako; beraz, lehen uneetan argia igorri zuten iturri horiek aipatu baino askoz urrunago daude, 46.000 milioi argi-urteko

distantziara, gutxi gorabehera; bestetik, unibertsoaren hasieran hain altua zen ingurutenperatura, ezen atomoak ezin ziren egonkorki eratu. Materiaren egoera partikula elementalen plasma bat zen, zeinekin interakzionatzeko joera handia zuten fotoiek. Arras laburra zen fotoi baten batez besteko ibilbide askea, higitzen hasi bezain laster xurgatzen baitzuen beste partikularen batek. Hori zela eta, unibertso goiztiarra opakua zen argiarentzat, eta garai hartan igorritako inongo fotoik ez du izan guregana heltzerik.

Unibertsoa garden bihurtu zen Eztanda Handia (Big Bang) izan eta handik 380.000 urtera, hizkera zientifikoan “errekombinazio garaia” deritzon hartan (hidrogeno-atomoak egonkorki eratzen hasi ziren garaia). Garai hartan igorritako fotoiez osaturik dago mikrouhinen hondo kosmikoa (MHK; ingelesez, Cosmic Microwave Background) deritzon erradiazioa. Horixe dugu gaur egun ikus dezakegun gertaerarik zaharrena eta, beraz, Eztanda Handitik hurbilena. Printzipioz, teknologia hobetu ahala, etorkizunean neutrinoen eta uhin grabitazionalen hondo kosmikoa detektatzeko gai izan gaitezke. MHKko fotoiak baino lehen askatu ziren horiek, bai neutrinoak bai uhin grabitazionalak interakzio handirik jasan gabe higi baitaitezke aipaturiko plasman zehar. Satelite sofistikatuen bidez ikertu da MHK. Hura ikertu duen azkena Planck izan da; 2009tik 2013ra bitartean

aritu zen datuak hartzen. Datu horiei esker dakigu MHK oso homogeneoa dela eta ia gorputz beltz perfektu baten espektroa daukala, 2,7 Kelvineko tenperaturari dagokion maiztasunean finkatua. MHKn ikusten diren inhomogeneitate txikiak gure unibertsoaren eskala handiko egituraren hazitzat jotzen dira.

Sarreraren aipatu dugunez, naturan grabitazio kuantikoaren efektuak bila ditzakegun lekuetariko bat izan daiteke MHK, oso bortitza baitzen unibertsoa hasiera hartan. Tenperatura hain altua zen, ezen partikulen arteko interakzio-energiak lurrian edozein partikula-azeleragailurekin lor ditzakegunak baino askoz altuagoak ziren. Hala ere, esan bezala, gaur egun ikusgai ditugun MHKko fotoiak Eztanda Handia baina askoz geroago igorri ziren; 380.000 urte geroago, gutxi gorabehera. Kosmologikoki, hutsaren parekoa da denbora-tarte hori. Analogia bat egitearren, pentsatzen badugu unibertsoa adin ertaineko pertsona bat dela (50 urte), aipaturiko denbora hori 12 ordu lirateke. Haatik, denbora horretarako unibertsoa dagoeneko hoztua zen eta espazio-denboraren kurbadura nahiko txikia zen; horregatik, fase horretan, Einsteinen ekuazio klasikoak hurbilketa oso ona lirateke eboluzioa deskribatzeko. Hortaz, zergatik pentsatzen dugu posible izan daitekeela grabitazio kuantikoaren efektuak MHKn detektatzea? Horri

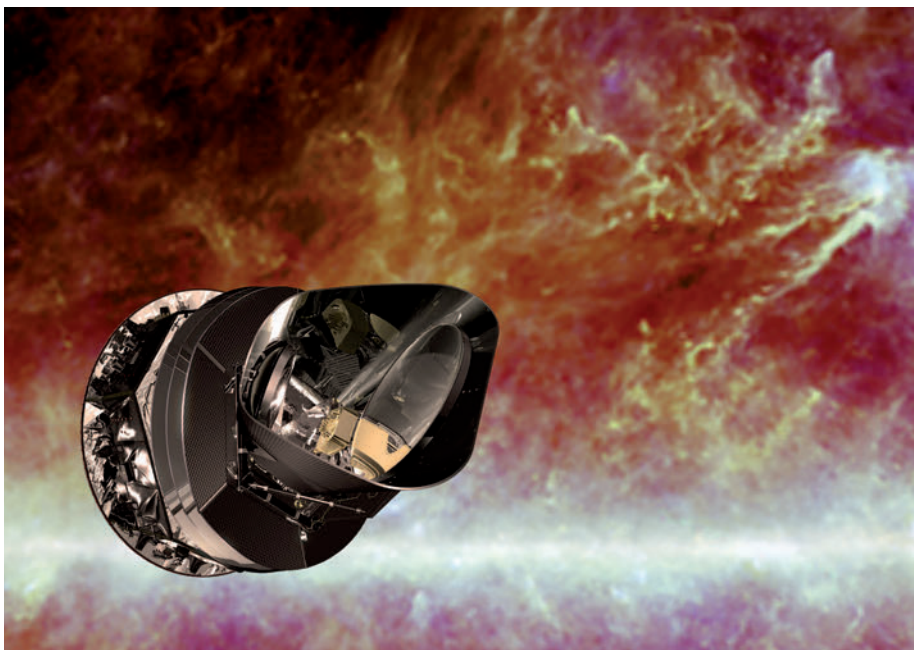
erantzuteko, inflazioari buruz hitz egin behar dugu.

Kosmologiaren eredu estandarren arabera, Eztanda Handiaren ondorengo 10^{-36} segundotik unibertsoak inflazio-fase ikargarri bat jasan zuen, eta izugarri hazi zen haren tamaina. Denbora-tarte labur batean — 10^{-32} segundo inguru—, unibertsoaren bolumena 10^{78} faktoreaz biderkatu zen. Pentsatu momentu batez zenbaki horren tamaina izugarrian: gela arrunt batek gure unibertso ikusgarriaren tamaina hartuko luke!

Alan Guthen proposatu zuen, lehenbizikoz, halako mekanismo inflazionista bat, 1980ko hamarkadan, unibertso goiztiarrari buruzko hainbat galdera kontzeptuali erantzuna eman nahirik; besteak beste, gure unibertsoaren homogeneotasun harrigarriaren zergatiari (MHK, bereziki). Kontuan izan MHK elkarrengandik oso urrun dauden puntuez osaturik dagoela eta, inflaziorik gabeko eredu batean, ezin izango luketela inolako interakziorik edo informazio-trukerik izan unibertsoaren historia osoan, hau da, puntu horiek guztiak ez lirateke kausalki konektaturik egongo. Aitzitik, inflazioaren teoriaren arabera, puntu horiek guztiak elkarrengandik oso hurbil egon ziren iraganean, eta, beraz, kausalki konektaturik. Egoera horri esker hasi zen haien arteko informazio-trukea, eta gaur egun ikusten dugun oreka termikoa iritsi zen. Bestalde, inflazioak arrakasta izugarria izan du, eta hasieran espero zen baino baliagarriagoa izan da. Eredu horretan, MHKko inhomogeneitate txikien balioak zehaztasun handiz lortzen dira. Ikus dezagun zehatzago nola lortzen den emaitza hori.

Inflazio-eredu sinpleenetan inflatoi deritzon partikula bat existitzen da unibertso goiztiarrean. Partikula horrek pixkanaka-pixkanaka energia potentziala galdu ahala, unibertsoaren espantsio esponenziala eragin zuen, garai inflazionarioan. Prozesu horren amaieran, nahiko handia zen, artean, inflatoiaren energia potentziala. Gaur egun halako partikularik ikusten ez denez, uste da inflazioaren ostean, birberotze-garaia deritzon ostean, energia potentzial guzti hartatik partikula arruntak sortu zirela, hots, ezagutzen ditugun eredu estandarreko partikulak. Dena dela, oraindik ere ez da oso ondo ulertzen prozesu hori.

Normalean, jo ohi da, baita ere, inflazioaren hasieran inflatoiaren eta unibertsoaren geometria deskribatzen duten hainbat magnituderen fluktuazio kuantikoak huts-egoeraren zeudela. Huts-egoera kuantiko hori ez



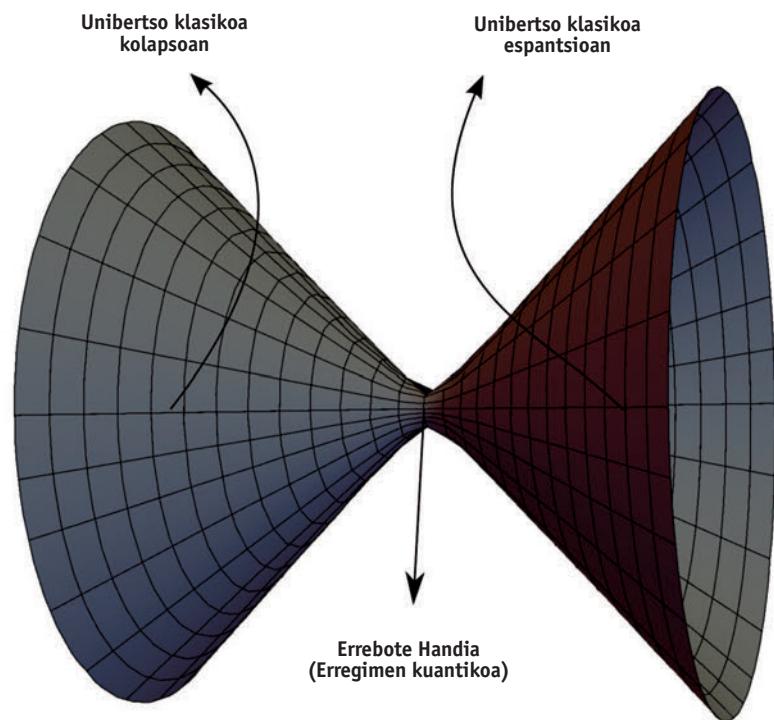
ESAren Planck satelitea 2009tik 2013ra bitartean aritu zen mikrouhinen hondo kosmikoa (MHK) ikertzen.
ARG.: ESA/C. CARREAU.



da objektu erraz eta estatikoa. Aitzitik, entitate konplexu eta dinamikoa dugu. Heisenbergen ziurgabetasun-printzipioaren arabera, denbora-tarte labur batez urratu egin daitezke fisikaren legeak (esaterako, energiaren kontserbazioarena). Oso ezaguna da emaitza hori eremuen teoria kuantiko arruntan. Funtsean, hori gerta daiteke naturak ez duelako baimentzen denbora-tarte labur horretan behaketarik egiterik. Hori dela eta, partikula birtualen sorkuntza konstantea izaten da huts kuantikoan. Egoera normalean, elkar suntsitzen dute partikula horiek, behatuak izan baino lehen. Baina unibertsoaren espantsioak entitate erreal bihurtzen ditu partikula birtual horiek. Intuizioz, pentsa liteke partikula birtual bat eta dagokion antipartikula sortzen direla (ezaugarri fisiko guztiak berdinak, baina kontrako zeinuko karga elektrikoak dituztenak). Elkar deuseztatzeko interakzioan jarduteko aukera izan baino lehen, unibertsoaren espantsio inflazionarioak elkarrengandik hain urrun eramaten ditu, ezen euren arteko interakzioa ezinezkoa baita.

Hasierako fluktuazio kuantiko txiki horiek, inflazio-garaian anplifikaturik, guk behatzen ditugun MHKko inhomogeneitateak eratzen dituzte. Hortaz, inflazioak lupa baten moduan egiten du lan, eta oso eskala txikian (beraz, energia handiaz) gertatu ziren prozesuak espermentalki beha ditzakegu. Halako prozesuetan, grabitazio kuantikoaren efektuak nahiko esanguratsuak izan daitezke.

Unibertso homogeneoaren eboluzioa deskribatzen duen grabitazio kuantikoaren teoria bat da kiribilen kosmologia kuantikoa (ingelesez, *loop quantum cosmology*). Teoria horren aurreanak bat datoz erlatibitate orokorrenekin, kurbadura txikia denean. Unibertsoaren historia osoa hartzen du barnean horrek, lehenengo uneak izan ezik. Erlatibitate orokorraren arabera, unibertsoaren hasiera Eztanda Handia izan zen. Baina oso izen engainagarria dugu hori, unibertsoaren hasierak ez baitu zerikusirik eztanda batekin; aitzitik, bat-bateko gertaera dugu, non espazio-denbora jarraitua existitzen hasi zen. Teknikoki, singularitate bat da puntu hori, espazio-denboraren kurbadura deskribatzen duten hainbat objektuk dibergitzen duten puntua, hain zuzen. Hortaz, erlatibitate orokorra ezin da hor aplikatu. Kiribilen kosmologia kuantikoak singularitate hori leundu egiten du, grabitazio kuantikoaren efektuak aintzat hartuz, eta, Eztanda Handiaren ordez, puntu horretan errebote kuan-



Kiribilen kosmologia kuantikoak aurreandako unibertsoaren eboluzioa erakusten du irudi honek. Denbora ezkeretik eskuinera doa. Kolapsatzen ari den unibertso klasikoak, bere energia dentsitatea oso handia denean, errebote kuantiko bat jasaten du. Erregimen horretan, grabitazio kuantikoaren efektuek grabitatea aldaratzailea izatea eragiten dute, eta guk ezagutzen dugun espantsioan ari den unibertso klasikoaren hasiera.

tiko bat dagoela ikusten da, Errebote Handia izenez ezagutzen dena. Eredu horren arabera, unibertsoa Errebote Handia baino lehen ere existitzen zen, kolapsatzen ari zen unibertso klasiko bat bezala. Energia-dentsitatea oso handia egin zenean, erregimen kuantikoan sartu zen, non grabitazio kuantikoaren efektuek grabitazioaren indarra aldaratzaile bihurtzen duten. Unibertsoaren errebotea eragin zuen horrek, eta guk ikusten dugun espantsioa hasi zen.

Gaur egun hainbat ikerketa ari dira egiten fase inflazionario hori hobeto ulertzeko, kiribilen kosmologia kuantikoaren testigurua eta haren aurreanak lortzeko, MHKren inhomogeneitateei dagokienez. Ashtekarrek eta Sloanek erakutsi zutenenez, inflazioa naturala da teoria horretan, hots, ez dira oso hastapen-baldintza arraroak hautatu behar fase inflazionario bat lortzeko. Baina, oraindik, hainbat galdera daude erantzunik gabe; adibidez, ea Errebote Handiaren aurreko eboluzioak efektu behagarriren bat sor zezakeen. Horrelako behaketa esperimental batek unibertso goiztiarraren eta, beraz, espazio-denbora jarraituaren erregimen kuantiko sakonaren informazio ordainezina eskainiko liguke. ●

BIBLIOGRAFIA

- GUTH, A.H.: "The Inflationary Universe: A Possible Solution to the Horizon and Flatness Problems". *Phys. Rev. D*, 23 (1981), 347.
- ASHTEKAR, A., SINGH, P.: "Loop Quantum Cosmology: A Status Report". *Class. Quant. Grav.*, 28 (2011), 213001.
- BOJOWALD, M.: "Loop Quantum Cosmology". *Living Rev. Relativity*, 11 (2008), 4.
- ASHTEKAR, A., SLOAN, D.: "Probability of Inflation in Loop Quantum Cosmology". *Gen. Rel. Grav.*, 43 (2011), 3619.
- BARRAU A., CAILLETEAU T., GRAIN, J., MIELCZAREK, J.: "Observational issues in loop quantum cosmology". *Class. Quant. Grav.*, 31 (2014), 053001.
- AGULLO, I., ASHTEKAR, A. NELSON, W.: "The pre-inflationary dynamics of loop quantum cosmology: Confronting quantum gravity with observations". *Class. Quant. Grav.* 30 (2013), 085014.
- BOJOWALD, M., CALCAGNI, G., TSUJIKAWA, S.: "Observational test of inflation in loop quantum cosmology", *JCAP* 1111 (2011), 46.

EKINEAN



UXOA IÑURRIETA URMENETA Hizkuntzalaria

“Diziplina arteko nahasketa hori oso gustukoa dut”

Uxoia Inurrieta IXA taldeko ikertzaileak itzulpengintza ikasi zuen, eta, ikerketan aritzeaz gain, itzulpenak ere egiten ditu tarteka. Ikasketak bukatu baino lehen hasi zen itzultzaile-lanetan, baina argi zuen master bat ere egin nahi zuela. Orduan hurbildu zen informatikara (...)

ALBISTEAK



ICS domina jaso du EHUko geologo Aitor Pairosek

ICS domina jaso du Aitor Payros geologoak Grazen (Austria), STRATI2015 Estratigrafiaren Nazioarteko Kongresuaren ekitaldi nagusian. Gorrondatxeko hondartzan (Getxo, Bizkaia) burutu duen ikerketagatik eman diote, “ikerketak horren ondorioz 50 urtez indarrean egon den denbora geologikoaren eskala zuzendu (...)”

ALBISTEAK



Amazoniarrak eta ozeaniarrak genetikoki lotuta

Aste honetan *Naturen* eta *Sciencen* argitaratu diren bi ikerketak amerikaren jatorriari buruzko datu eta hipotesi berriak jarri dituzte mahai-gainean. Gaur egungo eta antzinako DNA aztertuta, bi ikerketa-taldek ikusi dute (bakoitzak bere aldetik) Amazoniako biztanle batzuek gainerako amerikarrek baino antzekotasun genetikoki handiagoa dutela australiarrek eta melanesiarrek (...)

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

Zelai Haundi, 3.
Osinalde industrialdea
20170 USURBIL (Gipuzkoa)
tel. 943 36 30 40
Faxa: 943 36 31 44
aldizkaria.elhuyar.eus

Zuzendaria: Eider Carton, e.carton@elhuyar.com

Publizitate-arduraduna: Izaro Aizpurua, i.aizpurua@elhuyar.com

Hizkuntza-arduradunak: Xabier Aranburu, Saroi Jauregi.

Erredakzio-taldea: Eider Carton, Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:
David Brizuela, Gorka Gorospe, José Guimón, Igor Leturia, Iñaki Markez, Manu Ortega, Jose Agustin Ozamiz, Naiara Ozamiz, Ainara Valencia.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: Chris Rywalt/Domeinu publikoan

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: Leitzaran Grafikak

Banatzaileak: Distipress (Araba eta Nafarroa); Badiolan (Gipuzkoa); Simó (Bizkaia); Elkar.

Harpidetza: Izaro Lanberri, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Urtean 4 zenbaki martxoan, ekainan, irailan eta abenduan

Euskal Herria eta Espainia: 16 €.

Beste herrialdeak: 28 €.

Edizio digitalaren harpidetza: 7 €.

Ale digitala: 3,50 €.

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-769/85

ISSN: 2255-4998

Elhuyarren jabetzako edukia Creative Commons lizentziapean dago, “Aitortu – Berdin partekatu (CC-BY-SA-3.0)” lizentzia. Beste jabetza batekoak diren edukiak jabeak adierazitako lizentziapean erabili dira, eta hala aitortu dira.

Elhuyar Fundazioak aldizkarian adierazitako esanen eta iritzien erantzukizunik ez du derrigor bere gain hartzen.

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

“Hezkuntza, Hizkuntza Politika eta Kultura Sailak
(Hizkuntza Politikarako Sailburuordetza) diruz lagundua”



Gipuzkoako Foru Aldundia

ORONA Koop. Elk.; LAGUN ARO Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.;
EIKA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.

Abendura arte



aldizkaria.elhuyar.eus



www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria



[@elhuyaraldizk](https://twitter.com/elhuyaraldizk)

zientziaazoka

elhuyar da

2015/2016

Gazteek garatutako proiektuen azoka hastera doa!

2015-16 ilkasturtean zehar, taldeka, gazteek galdetu, ikertu, diseinatu, eraiki, eta bizipenak izango dituzte.

Bi modalitate:

- Ikerketa-proiektuak
- Proiektu teknologikoak

Ikertzaile gazteen Euskal Herriko zientzia-azoka

EGUTEGIA

1. Inspirazio-fasea, eta inspiraziorako BTEK museoa bisitatu: urriaren 1etik 30era
2. Erronka definitu: urriaren 30erako
3. Gazteen eta ikertzaileen arteko bilerak: 2015eko abendutik 2016ko otsailera
4. Plangintza eta metodologia azaldu: urtarrilaren 30erako
5. Txostena webgunera igo eta lanaren azalpen laburra bidali: martxoaren 31rako
6. Zientzia Azoka: apirilaren 23an

Norentzat?

12 eta 18 urtera bitarteko ikasle gazteei zuzendutako ekimena.

Nola hartu parte?

Izena emateko eta informazio gehiagorako, sartu <http://zientzia-azoka.elhuyar.eus> webgunean, eta segi jarraibideei.

Eta guztia ikertzaile profesionalen aholkuekin!

Antolatzailea

elhuyar
Zientzia

Babesleak

Bilbao

BFA DFB
Bizkaiko Foru
Aldundia
Diputación
Foral de Bizkaia

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
HEGOKITZA, KULTURAREN, ENBIA
ETA ALEZTURA GARA
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURAL

Kolaboratzaileak

Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

tecnalia
Corporación Tecnológica

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

IK4
Research Alliance

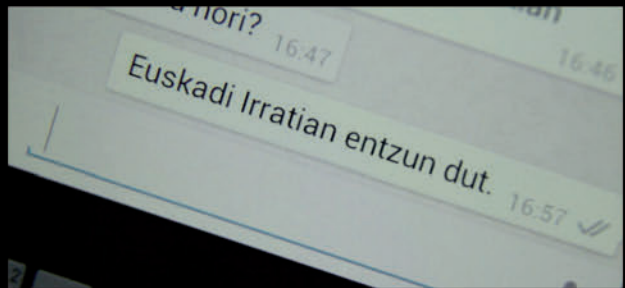
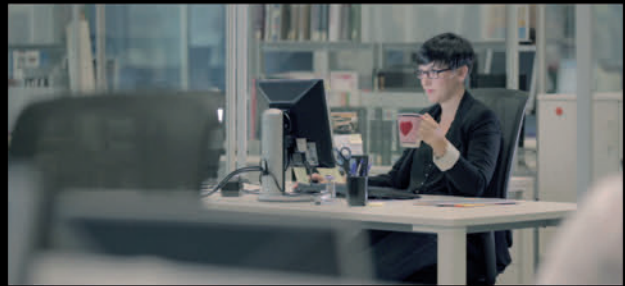
Deusto
Facultad de Ingeniería
Ingeniaritza Fakultatea

BTEK
BIZI TEKNOLOGIA

MONDRAGON
UNIBERTSITATEA

Casco Viejo
Zazpikaleak
Bilbao Bizkaita

GOI ESKOLA
POLITEKNIKO
ESKUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR



 **euskadi
irratia**
gertu