

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

Flautaren bidea
zuretik metalera

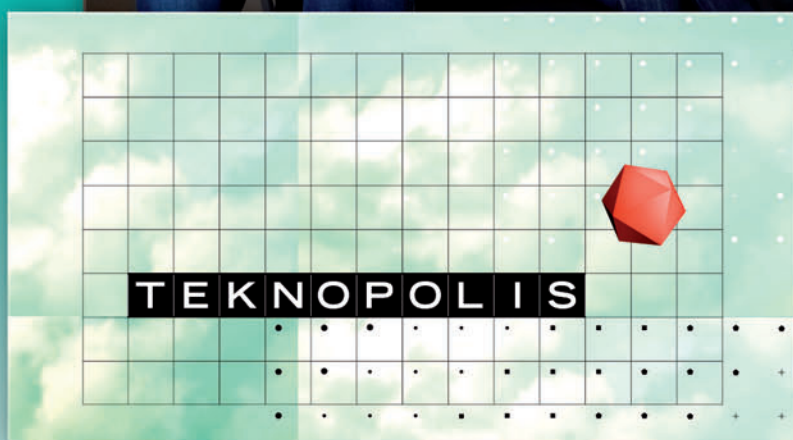
Bisita Muskizko
findegira

Anaia Handi digitala

PIRINIOETAKO HARTZA
arnasa estututa

4,70
euro





etb 1 Larunbatero, 11:30ean
Astelehenero, 10:00etan
Asteartero, 00:15ean

etb 2 Igandero, 10:00etan
Astelehenero, 01:00etan
Asteazkenero, 10:30ean

Eta Interneten: <http://teknopolis.elhuyar.org>



EUSKO JAURLARITZA

HEZKUNTZA, HEZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SAIA

GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA

EUSKO JAURLARITZA

EKONOMIAREN GARAPEN
ETA LERNAKORTASUN SAIA

GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO Y COMPETITIVIDAD



BABESLEAK

“**P**irinioetan, gizarteak hala erabakitzen badu
bakarrik iraun dezake hartzak” 2

“**H**ainbat hipotesi aztertu dituzte zirkulu horien jatorriaren bila” 15

“**B**eti izan gara jakitun horrek gure
pribatutasuna arriskuan jar zezakeela” 20



“**L**ortu dute abeltzainek hartzarekin bizitzea onartzea” 30

“**T**aberna batean bota zuen ‘bizitzaren sekretua’ aurkitu zutela” 43

Erabakiak eta ondorioak

Hartza Pirinioetan galtzeko arriskuan zegoela ikusita, Esloveniako hartzak ekartzea erabaki zuten duela 17 urte inguru. Ordurako bospasei hartz arre baino ez ziren geratzen mendikatean; gutxiegi espezieak iraun zezan. Hala, hiru hartz ekarri zituzten Esloveniatik garai hartan, eta beste bost, hamar urte geroago. Horrekin, biziraupena bermatzea espero zuten.

Baina erabaki baten ondorioak ez dira beti berehalakoak izaten, ezta derrigorrez esperotakoak ere. Izan ere, Pirinioetako biztanle guztiek ez zituzten babestu hartza ugaltzeko eta hedatzeko hartutako erabakiak. Berezi artzainak zeuden aurka, hartza haien etsaia izan baita mendeetan zehar. Gaur egun, ordea, Pirinioetako leku batzuetan onartzen dituzte hartzaren aldeko ekintzak. Non? Ekintza horiek noiz, non eta nola egingo diren erabakitzeko, teknikariek eta administrazioako arduradunekin batera, artzainek ere parte hartu duten lekuetan; batik bat, Katalunian.

Erabakiak guztien artean hartzeak ondorio nabariak ekarri ditu: horrela egin den lekuetan hartzen populazioak gora egin du; gainerakoetan, ez. Gaur egun, Pirinioetan, gizarteak hala erabakitzen badu bakarrik iraun baitezake hartzak. Hori ondoriozta daiteke espeziearen orain arteko bilakaera ikusita, eta, hain juxtu, bilakaera horren berri eman dugu aldizkariaren erdiko orrietan.

Beste orri batzuetan ere aritu gara erabakiez eta ondorioez. Esaterako, Fukushima zentral nuklearrean izotz-hesia eraikitzeke erabakiaz. Albiste bat argitaratu dugu, adituek erabaki horri buruz egindako kritikarekin; haien arabera, izotz-hesiak ondo funtzionatuta ere, ez da nahikoa izango hondamendiaren ondorioak konpontzeko. Beste era bateko erabakiak ere hartu beharko liratekeela uste dute.

Eta erabakiak eta ondorioak dira baita analisiaren muina ere. Kasu horretan, Garoñako zentral nuklearraren etorkizuna da gaia, eta Aitor Urresti energia berriztagarrietan adituak aztertu ditu azken hilabeteetan zentralaren gainean hartutako zein hartu gabeko erabakiak eta izan dituzten eta ditzaketen ondorioak. Dena den, oraindik ez dugu azken erabakiaren berri. Aurrerago jakingo dugu zein den... eta zer ondorio dituen.

**Ana Galarraga Aiestaran**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia
aldizkariaren
zuzendarikidea*

zientzia eta teknologia

**Zirkulu mortuak**

Namibiako desertuan, 2.400 km luze eta 160 km zabal den eremu bat zirkuluz josita dago. 2-12 metroko diametroa duten belarrez inguratutako zirkulu mortuak dira. Sortu, hazi eta desagertu egiten dira, 30-60 urteko ziklotan.

14

**PIRINIOETAKO HARTZA
arnasa estututa**

Joan den negua gogorra izan da Pirinioetan. Aspaldiko elurte handienak bota ditu, eta udaberria ere ez da samurra izan. Hala ere, Pirinioetako hartzaren arazo handiena ez da naturaren gogortasuna, baizik eta inguruan bizi diren pertsonen babes falta. Babes hori lortu ezean, zaila du irautea.

20



Anaia Handi digitala

Sinetsi nahi izan dugu herritarron zerbitzura dagoen administrazioak pribatutasunerako eskubidea errespetatuko zuela. Baina Edward Snowdenek azken hilabeteotan agerian utzitakoek beretsi digute aspalditik Anaia Handiaren kontrolpean bizi garela.

Helize bikoitzaren aurkikuntza

Rosalind Franklini ez zitzaion asko falta DNAREN egitura erabat argitzeko, baina Watson eta Crick aurreratu zitzaizkion. Franklinek jakin gabe, haren datuak erabili zituzten. Besteak beste, Franklinen lankide Wilkinsek pasatutako irudi bat.



42

Flautaren bidea, zuretik metalera

Gaur egungo orkestran, zurezko instrumentuen taldean metalez egindako instrumentu bat dago: flauta. Duela 160 urte arte zurezkoa zen, baina aldaketa teknologiko sakona izan zuen Theobald Böhm flautistari esker.



Bisita Muskizko findegira

Euskal Herrian dagoen petrolio-findegia bakarra da Muskizkoa. Urtean 11 milioi tona petrolio fintzen ditu, 220 hektareako azalera du, eta hiru udalerri ezberdinetan banatzen du sail hori guztia. Bizikletak, autoak eta lineako autobusak findegia kaleetan gora eta behera ibiltzen dira, hiri batean bezala.



SAREAN+

aurkibidea]

4 ALBISTEAK

14 MUNDU IKUSGARRIA
Zirkulu mortuak desertuan

20 MUNDU DIGITALA
Anaia Handi digitala

24 **Flautaren bidea, zuretik metalera**

28 **PIRINIOETAKO HARTZA**
arnasa estututa

34 **Bisita Muskizko findegira**

40 ANALISIA
Garoña, istorio amaigabea
AITOR URRESTI

42 ISTORIOAK
Bikoitza da helizea

44 **SATORRAK ILARGIAN**

45 GAI LIBREAN
Molekulen heriotza
JOSU LOPEZ-GAZPIO

48 GAI LIBREAN
Farmakogenetika, medikuntza pertsonalizatuaren oinarria
NEREA BILBAO, AFRICA GARCIA-ORAD, ZIORTZA ASKAITURRIETA, LUIS F. CALLADO

51 GAI LIBREAN
Esnerik? Ez, eskerrik asko
LARRAITZ ZABALA, MAIALEN ARRIETA

54 **ASTRONOMIA**

56 **HURRENGO ZENBAKIAN**

Altxerriko goiko galeriako margoak: zaharrenetakoak ez ezik, esanguratsuak



Altxerriko goiko galeriako margoak. ARG.: KANTABRIAKO UNIBERTSITATEA.

Altxerriko goiko galerian dauden margoak C-14aren metodoaren bitartez datatutako zaharrenak dira European, *Journal of Human Evolution* aldizkarian argitaratutako artikulu baten arabera. *Not only Chauvet: Dating Aurignacian rock art in Altxerri B Cave (northern Spain)* da artikuluaren izenburua, eta egileak Kantabriako, Burgosko eta Tolosako (Okzitania) unibertsitateetako ikertzaileak dira. Horien artean dago Diego Garate arkeologoa, eta, haren ustez, margoen garrantzia ez da duten adinera mugatzen.

Altxerriko margo ikertuenak eta ezagunenak beheko galeriakoak dira. Haiek Magdaleniar kulturakoak dira, duela 14.500-11.700 urtekoak direla uste dute, eta, duten garrantziagatik, Uneskok Gizateriaren Ondare izendatu zuen Altxerriko haitzuloa. Orain aztertu dituztenak, ordea, beste galeria batean daude (Altxerri B). Ia lau metroko bisonte handi bat, hartz bat, felino bat, marraz eta beste irudi batzuk ageri dira horma berean, eta iker-tzaileen lehen lana haiek datatzea izan da.

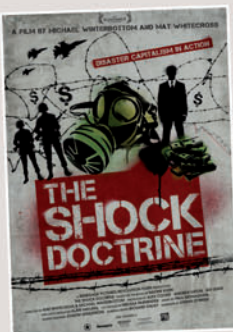
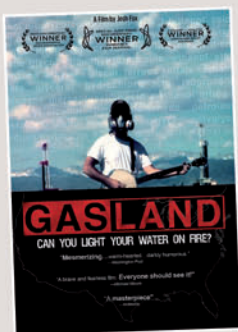
Garatek aitortu duenez, “ezinezkoa zen zuzenean datatzea”. Izan ere, okre gorri margotu zituzten, eta ez zeuden kaltzitaz estalita. Horrenbestez, zeharkako datuak erabili dituzte margoak noizkoak diren jakiteko. Besteak beste, alderaketa krono-estilistikoa egin dute, eta ikusi dute Frantziako Chauvet eta Arcy-sur-Cure haitzuloetako margoen parekoak direla. Gainera, lurrean, margoen hormaren ondoan dauden arrasto organikoak (hezur-zatiak eta hezur erreak) C-14aren bidez datatu dituzte. Datu guztiak aintzat hartuta, duela 39.000 urte ingurukoak direla ondorioztatu dute.

Kantabrian, El Castillo haitzuloan, badira are zaharragozat jotzen diren beste margo batzuk. Adibidez, gorri margotutako disko batek gutxienez 40.800 urte dituela frogatu zuten, uranio/torio teknika erabilita. Edonola ere, Garateren iritziz, ez du asko axola haietatik zaharrenak zein diren ikus-tea: “Altxerriko margoen balioa ez da adinera mugatzen. Batetik, El Castillon datazio zaharra duen margoa disko bat da, eta hemen, berriz, arte figurati-

boa dugu. Hori beste gauza bat da. Beraz, alde horretatik, ezin dira alderatu. Eta, bestetik, ezin dugu esan zein diren zaharragoak, datazioak ez baitira zehatzak, baina baieztatu dezakegu Altxerriko Aurignaciarrak direla”.

Margoen artean, bisontea eta felinoa nabarmendu ditu Garatek. “Bisontea izugarria da, lau metrokoa; horrelakorik ez dago Kantauri osoan, eta felino bat ere badago, eta hori ez da batere normala”. Itxuratik harago joanda, Garaterentzat irudien interesa esanguran dago: “Gure ikerketen emaitzak bat datoz gure espezieaz azkenaldian indartzen ari den ikuspegiarekin. Izan ere, gero eta datu gehiago ditugu esateko gure espeziea hona etorri zenerako bazuela horrelako margoak egiteko gaitasuna”.

Garatek Altxerri ikertzen jarraitu nahiko luke: “Orain ondo egongo litza-teke sarreraren dauden estalaktitak data-tzea; izan ere, sarrera itxi zenean hasi ziren sortzen, eta horiek ematen badi-gute, esaterako, 20.000 urte, badakigu ziur margoak hori baino zaharragoak direla”. ●



dokumentalak.com

Euskarazko dokumentalen biltegia sarean

Ostiralero lan berri bat ikusgai

Dagoeneko 130 dokumental eskura

Anuken egia
Arrhash, pozoina
Banlieues. Pariseko errebolta
Basque hotel
Bidaia Intimoak
Botilen hilerria
CAN: Kutxa hutsa
Companys eta Agirre azken erbesterantz
Debekatuta dago oroitzea
Egunero
Egunkaria, hamar urte geroago
Elburua Gernika
Euskal Herria: Ezkutuko zorra
Euskararen jatorria: Enigma europar bat
Gudari baten egunerokoa
Haizea eta sustraiak
Insumisia. 20 urte desobeditzen
Iparralde XXI

Irakeko kurduak, bizitza bazterbidean
Iruña-Veleiako misterioa
Itoitz hustu arte
Itsasoren alaba
Langile autonomia
Leku hutsak, hitz beteak
Nire bizi osoa espetxean
Nömadak Tx
Oroitarrria
Perurena
Pluja seca - Euri lehorra
Sagarren denbora
Sahara marathon
Salda badago
Santi Brouard. Euskal Herria Osagai. Duintasuna omen
The Yes Men fix the world
Tortura Euskal Herrian

...eta askoz gehiago

**Zure lanen bat kanal honetan sartu nahi baduzu,
jarri gurekin harremanetan:**

multimedia@argia.com

www.twitter.com/dokumentalak

www.facebook.com/dokumentalak

argia.com



**EGUZKI
BIDEOAK**

elkarlanean





ARG.: © TERESA KASPRZYCKA/123RF

Bakterioak obesitatearen aurka

Saguetan giza hesteetako bakterioak sartuta, bakterioek metabolismoa eraldatu egin dutela eta argaltzea edo gizentzea eragin dezaketela frogatu du Washington-eko Unibertsitateko ikerketa-talde batek. Science aldizkarian argitaratutako ikerketaren arabera, bakterioek ez dute dena erabakitzen, hala ere; dietak ere zerikusi handia du. Zientzialariek argal egoten laguntzen duten bakterioak ere identifikatu dituzte.

Ondorio horietara iristeko, sagu-talde bati hainbat bikiren heste-flora transplantatu zieten. Biki-bikote bakoitzean, bietako bat lodia zen eta bestea argala. Transplantea egiteko saguen hesteetan bikien gorozkilaginak sartu zituzten. Lodien bakterioak jaso zituzten saguak gizendu egin ziren, eta argalen heste-flora jaso zuten saguek baino gantz gehiago pilatu zuten.

Bestelako saio bat ere egin zuten saguekin, bitxiagoa. Saguek ohitura koprofagoak dituzte, hau da, besteen gorotza jan ohi dute. Hori jakinda, zientzialariek elkarrekin jarri zituzten biki argal eta lodien heste-flora txertatuta zuten saguak. Fruta eta barazkietan oinarritutako dieta jarri zitzaion, eta ikusi ahal izan zuten sagu lodiek argalen joera hartu eta gantza pilatzeari utzi ziotela; argalak, berriz, ez ziren gizendu. Ikerketaileek sagu lodietan ezartzea lortu zuten 39 bakterio-espezie identifikatu zituzten.

Gorozkiak transplantatzea ez da gizentasunari aurre egiteko biderik egokiena, agian, baina bakterio-osasuntsu horiek emateko beste bide batzuk ikertzea pentsatzen ari dira Washingtongo Unibertsitatean; adibidez, identifikatu diren bakterio horiekin aberastutako jogurtak ekoiztea. ●

Tuberkulosiaren bakterioa botikekiko erresistente egin duten mutazioak, argitara

Nature Genomics aldizkariak tuberkulosiaren bakterioaren (*Mycobacterium tuberculosis*) eboluzioari buruzko lau artikulu argitaratu ditu. Nazioarteko ikerketa-taldeen emaitzak dira lan horiek, eta, haietako hirutan, tuberkulosiaren bakterioari erresistentzia ematen dioten mutazioetan jarri dute arreta ikerketaileek. Izan ere, horrek sortzen ditu, gaur egun, arazo handienak tuberkulosiaren aurkako borrokan. Laugarren artikuluan, berriz, tuberkulosiaren bakterioaren jatorriaren eta hedapenari jarraitu diote.

Ikertzaileek *Mycobacterium tuberculosis* bakterioaren gaur egungo anaiak identifikatzeaz gain, elkarren artean alderatu dituzte, eta botikekiko erresistentzia ematen dioten mutazioak nola agertzen diren ikertu dute. Horri esker, erresistentziarekin erlazionatutako gene berriak aurkitu dituzte, eta horrek bide berriak irekitzen ditu tratamendu hobeak topatzeko.

Hain zuzen, erresistentziarekin lotutako geneetako askok zelula-paretari eragiten diote; esaterako, egitura

edo iragazkortasuna aldarazten dute. Aldaketa horren ondorioz, botikek eraginkortasuna galtzen dute. Beste gene batzuek, berriz, mutazioen abiadura azkartzen dute, edo erresistentzia ematen duten geneetan eragiten dute, haien jarduera areagotuz edo txikituz. Dena den, ikertzaileek aitortu dute oraindik ez dakitela zein den identifikatutako geneen erdian funtzioa.

Bestalde, tuberkulosiaren bakterioaren jatorriari eta hedapenari buruzko artikuluan argitu dute bakterioak eta gizakiak 70.000 urte daramatela elkarrekin eboluzionatzen. Hain justu, frogatu dute gure espeziea Afrikatik atera baino lehen, dik infektatzen zuela bakterioak gizakia, eta ondorioztatu dute geroztik bakterioak hilgarriagoa izateko eboluzionatu duela: bakterioa hedatzeko, gaixotasuna garatuta egon behar du, eta, nonbait, bakterioak latentzia-denbora laburtzearen alde egin du, hedapena azkartzeko. Hala eta guztiz ere, normalean, urteak igarotzen dira pertsona kutsatzen denetik gaitza garatzen duen arte. ●



Tuberkulosiaren bakterioaren irudia, mikroskopio elektroniko bidez.

**Zientzia
eta teknologia**
Euskadi Irratiaren
sintonian,
Guillermo Roaren
eskutik



NORTEKO FERROKARRAILA

Larunbatetan, 15:00etan

Eta Interneten:
<http://norteko.elhuyar.org/>

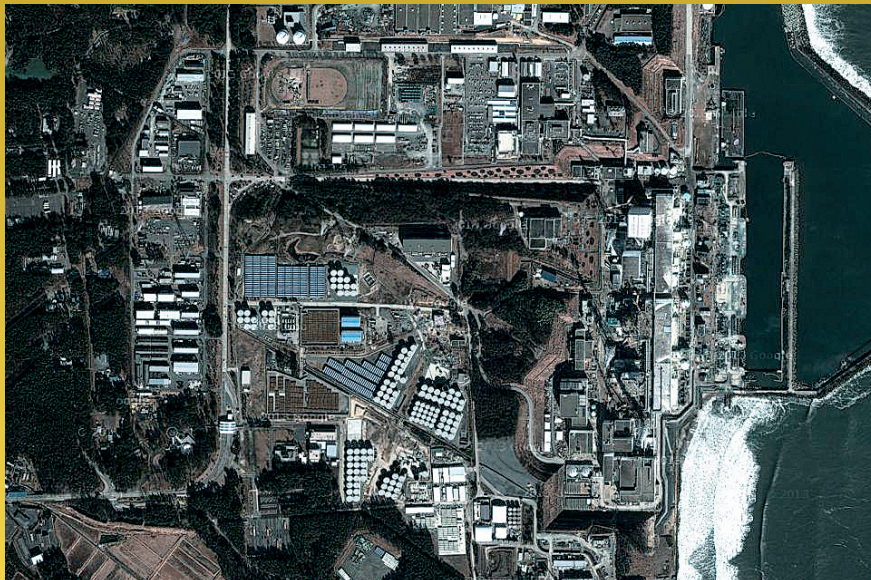


Izotz-hesia eraikitzeke asmoak ez ditu kritikak isilarazi

Nazioarteko aditu asko oso kezkatuta daude Fukushima hondamendi nuklearraren ondoren egiten ari diren kudeaketa eskasa eta komunikazio nahasia ikusita. Horren adierazgarri da, adibidez, joan den hileko *Nature* aldizkari bateko editorialaren izenburua: Akats nuklearra (*Nuclear error*). Egoera hain larria bilakatu da, non Japoniako gobernuak esku hartu behar izan duen. Hain zuzen, orain arte zentralaren jabea, Tepco konpainia, arduratu bada ere zentralaren hondakinak eta material erradioaktiboak kudeatzeaz, orain Japoniako gobernuak hartu du larrialdi-plana gidatzeko ardura. 358 milioi euro bideratuko ditu plana gauzatzera, eta aurrekontuaren zatirik handiena izotz-hesi bat eraikitzeke erabiliko du.

Izotz-hesiaren funtzioa ur erradioaktiboaren isuria geldiaraztea izango da. Izan ere, Tepco aitortu duenez, zentralaren pitzaduretatik ur erradioaktiboa isurtzen da lur-azpira; han, lurpeko urekin nahasten da, eta, haiekin batera, itsasora iristen da. Isuri batzuk oso larriak izan dira: joan den astean, iragazte batean, 300 tona ur kutsatu isuri zirela onartu zuten; horren ondorioz, INES eskalan 3. mailara iritsi ziren —instalazio nuklearretan eta erradiologikoetan izaten diren gertakizunen larritasun-maila adierazten du INES eskalak; hondamendia gertatu berritan, eskalaren maila gorenera, 7.era, iritsi zen egoera, baina, geroztik, 1. mailan egon da—.

Egoera oso da zaila, egunero 400 mila litro ur erabiltzen baitituzte istripuan kaltetutako erreaktore nuklearrak hozteko. Ur hori kutsatuta geratzen da, eta, oraingoz, zentralaren atzealdean jarritako tangatan gordetzen ari dira. Guztira, mila tanga dituzte, eta, pixkanaka, ur hori tratatzen ari dira, elementu erradioaktiboak kenduz, gero itsasoratzeke. Alabaina, tangek isuriak dituztela ikusten ari dira (*Nature*ko editorial-egileak “erloju-bonba” gisa definitu ditu), eta bai tangetako bai zentrale-



Fukushimako zentral nuklearra. Argazkiaren erdian, ur erradioaktiboa gordetzen duten tangak ikusten dira. ARG.: © GOOGLE MAPS.

ko isuriak konpontzeko asmoz eraiki nahi dute izotz-hesia.

Hesia ez da nahikoa

Izotz-hesiak lehendik ere erabili izan dira ur eta lohi kutsatuak geldiarazteko, batez ere, Estatu Batuetako meategietan. Lurra izoztean oinarritzen dira. Horretarako, hodiak sartzen dituzte lurpean, eta, haietatik, likido hoztailea zirkularazten dute. Lurra izozten da, eta likidoak solidotuta geratzen dira.

Beraz, sistema hori erabili nahi dute Fukushima zentralaren inguruan, pitzaduretatik isuritako ura geldiarazteko eta lurpeko urekin ez nahasteko. Orain arteko handiena izango da; hala ere, neurriak baino gehiago, beste alderdi batzuek piztu dute kezka adituen artean.

Mycale Schneider energia nuklearraren aditua, adibidez, CNN kateari egindako adierazpenetan, oso ezkor azaldu da. Proiektuak zailtasun tekniko handiak dituela azaldu du, bereziki, eremu hain handia izozteko beharko den energiagatik. Gainera, erradioaktibitatea dela eta, segurtasun-neurri bereziak hartu beharko dituzte, eta horrek ere zaildu eta lu-

zatu egingo ditu lanak (gutxienez urtebete beharko dutela aurreratu dute). Bestelako arazoak ere aipatu ditu: materialen korrosioa, lurrikaren arriskua...

Izotz-hesia eraikitzeaz gain, Japoniako gobernuak ur erradioaktiboa garbitzeko sistema bat lortzeko helburua du, eta horretara bideratuko da agindutako aurrekontuaren beste zatia. Izan ere, orain erabiltzen ari diren sistemarekin (ALPS izenekoa), elementu erradioaktibo gehienak kentzeko gai dira, tritioa izan ezik. Horrenbestez, uretatik tritioa ere erauziko duen sistema behar dute.

Dena dela, *Nature*ko editorialean salatzen dutenez, neurri horiek ez dira nahikoak arazoari irtenbidea emateko. Eta orain arteko kudeaketak emandako emaitza kaskarrak ikusita, proposamen bat egiten dute: nazioarteko aditu-talde bat sortzea, elkarrekin bilatzeko soluzioa.

Bitartean, handik iristen diren albisteek kezka areagotu baino ez dute egiten. ●

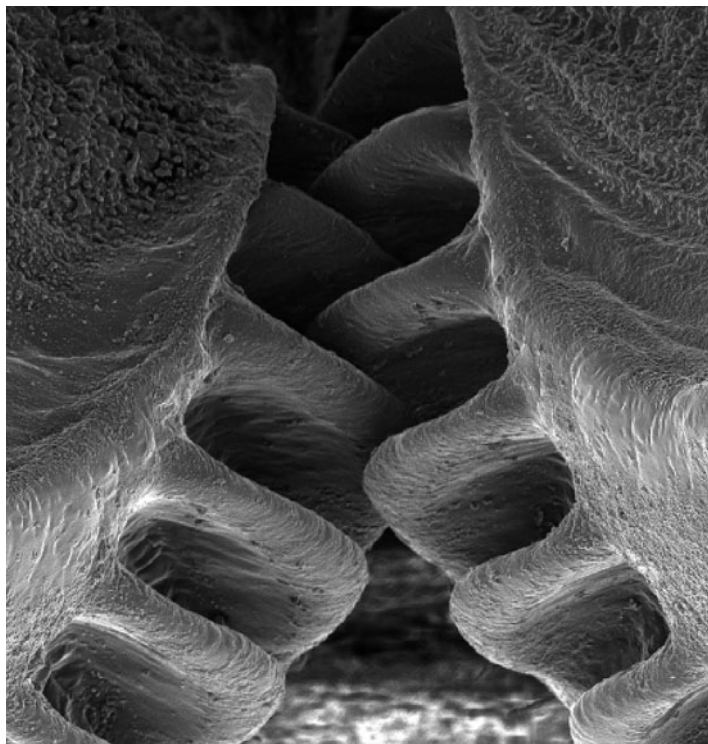
Engranajeak erabiltzen ditu intsektu batek jauzi egiteko

Jauzi egiterakoan kontrolik ez galtzeko engranajeak erabiltzen ditu hemipteroen familiako intsektu jauzilari batek. *Issusco leoptratus* espezieak ia metroko jauziak egiten ditu eta bi milisegundotan aireratzten da. Hegaldi horretan zuzen joateko, ezinbestekoa du atzeko hankak batera indar egitea, eta, horretarako, ingeniartzan aspalditik ezaguna den irtenbidea baliatzen du. Gorputz-adarren sinkronizazioa lortzeko hanka bien artean hortz edo koska batzuk dituzte, ordularien piezek dauzkatenak bezalakoak. Mechanismo hori orain arte, us-tez, gizakien asmakizuna baino ez zen.

Engranajeak ale gazteek erabiltzen dituzte bakarrik, ninfa

fasean daudenean. Exoeskeletoa gogortu ahala, hanken arteko koskak galdu egiten dituzte, gorputza handiagoa eta gogorragoa denean errazagoa zaielako oreka mantentzea.

Cambridgeko Unibertsitateko zoologia sailak egin du aurkikuntza eta naturan ere engranaje horzdunak erabiltzen direnaren lehen adibidea da. Baina ez da, hala ere, ingeniartzak edo mekanikak erabiltzen dituen oinarritzko irtenbideak animalia edo landareetan agertzen diren lehen aldia. 2011n, Alemanian ikertzaile batzuek torlojuen hariaren pareko sistema topatu zuten kakalardo espezie baten hankak gorputzari nola lotzen diren aztertzen ari zirenean. ●



ARG.: MALCOLM BURROWS



GazteApp aplikazioa jada zure esku



mobile.gazteberri.info

Arroila bat aurkitu dute Groenlandiako izotzaren azpian

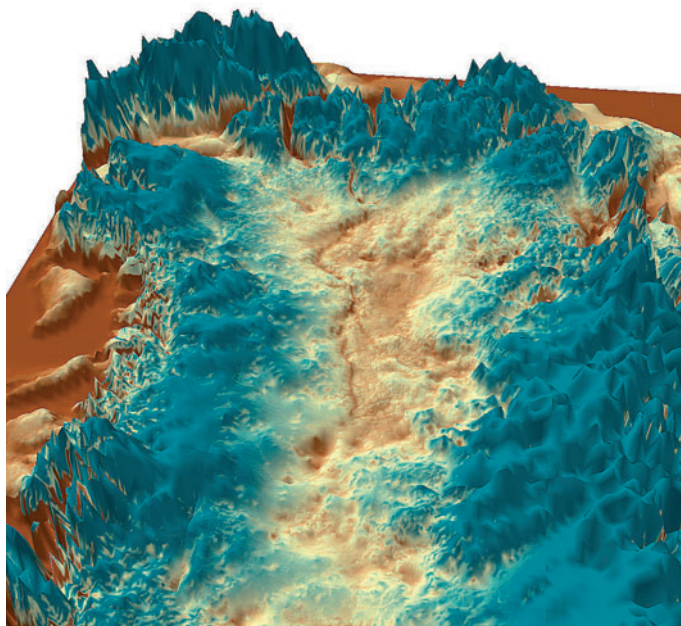
Milioika urtez izotz-azpian ezkutatuta egon den arroila handi bat aurkitu dute Groenlandian. Izotza zeharkatzen duen radar bat erabili dute horretarako Bristol Unibertsitateko ikertzaileek. Arroila horretan 750 km-ko ibai bat egon zen behin, Groenlandiaren erdialdetik iparraldeko kostarantz zihoa-na. Hegoaldean, 200 metroko sakonera du arroilak, eta aurrrera egin ahala 800 metrora handitzen da. Zabalera, berriz, 10 km ingurukoa da arroilaren zati handienean.

Ikertzaileen esanean aurkikuntza honek azal dezake zergatik ez dagoen lakurik Groenlandiako izotzaren azpian. Antartikan ugariak dira izotz-azpiko lakuak

—Vostok ezaguna, esaterako—, baina Groenlandian ez dago halakorik. Horren arrazoietakoa bat aurkitu berri duten arroila izan daiteke, urtutako ura arroila horretan barrena itsasoratu daitekeelako, lakuak osatu beharrean.

Gainera, arroilak eragin handia izan dezake izotz-guruzaren dinamikan. Klima berotzearen eraginez izotza urtzean, ura izotzaren azpira joaten da. Hori gainazal lau batean gertatzean, izotza errazago labaintzen da, eta itsasora azkarrago iristen da. Baina arroilaren eraginez, hori ez da gertatzen, ura arroilako kanaletatik drainatzen baita.

Science aldizkarian argitaratu dute aurkikuntza. ●



ARG.: J. BAMBER/BRISTOL UNIBERTSITATEA

Garun txiki bat egin dute laborategian

Mikrozefalia ikertzeko baliatu dute laborategian sortutako garunaren eredua

Giza zelula ametatik abiatuta garun txiki batera hurbiltzen den egitura bat sortzea lortu dute Austriako eta Erresuma Batuko ikertzaileek. *Naturen* argitaratu duten artikuluan garun-organoide deitu diote egitura horri, eta artifizialki sortutako garun bat izatetik oso urrun dagoen arren, benetako garunak dituen egituren antzekoak badi-

tuela azaldu dute. Nolabait, bederatzi hilabeteko fetu baten garunaren antzekoa da.

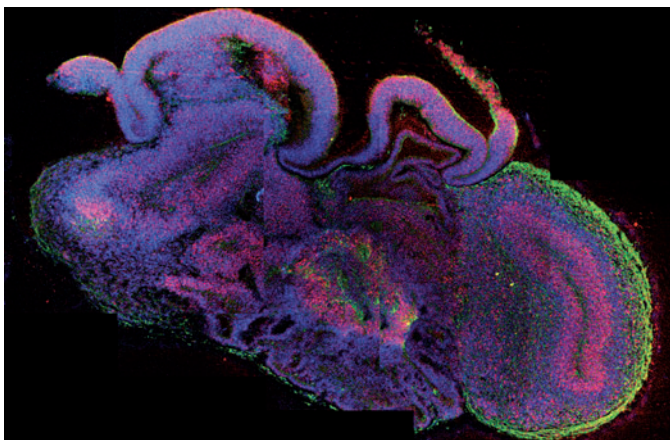
Hori egiteko, lehenengo zelula ama enbrionarioak hazi zituzten, ehun konektiboa imitatzen duen gel sintetiko batean. Gero, biorreaktore batean sartu zituzten, mugimenduan, ehunetara elikagai eta oxigeno nahikoa irits zedin.

Hala, pixkanaka, zelulak ugaritu, eta ehunak osatu zituzten, 'garuntxoak' garatu arte. Odol-hodirik ez dute garatzen, eta, ikertzaileen esanean, hori izan daiteke gehiago ez haztearen arrazoietakoa bat. Izan ere, hiru milimetroko diametroa hartzen dute gehienera, bi edo hiru hilabetez hazi ondoren. Hala ere,

biorreaktorean denbora luzez irauten dute: zaharrenek ia urte bete dute dagoeneko.

Garunaren eredu gisa erabiltzeko oraindik mugatuak diren arren, erabilgarriak izan daitezke animalia ereduetan ikertzeko zailak diren gaixotasunak aztertzeko. Adibidez, dagoeneko balio izan die mikrozefalia gaitzari buruz zerbait gehiago jakiteko.

Garuna eta burua normala baino gutxiago haztea eragiten duen gaitz neurologiko bat da mikrozefalia. Gaixotasun hori duten pertsonen azaleko zelulak birprogramatuta zelula ama indutituak lortu, eta haietatik abiatuta garun-organoideak egin zituzten ikertzaileek. Eta gauza bera egin zuten pertsona osasuntsuen zeluletatik abiatuta, aurrekoekin konparatu ahal izateko. Ikusi zuten gaixoen zeluletatik abiatuta egindako 'garuntxoak' gutxiago hazten zirela. Gainera ondorioztatu dute zelula aitzindari batzuk azkarregi heltzen direlako gertatzen dela hori, horrek ehunen hazkuntza behar baino lehen gelditzea eragiten duelako. ●



Garun-organoide bat. Nerbio-zelula amak gorri, eta neuronak berdez.
ARG.: MADELINE A. LANCASTER.

Elur-oreinak Iberiar penintsulan utzitako arrastoak bereziki ugariak dira Kantauri ekialdean

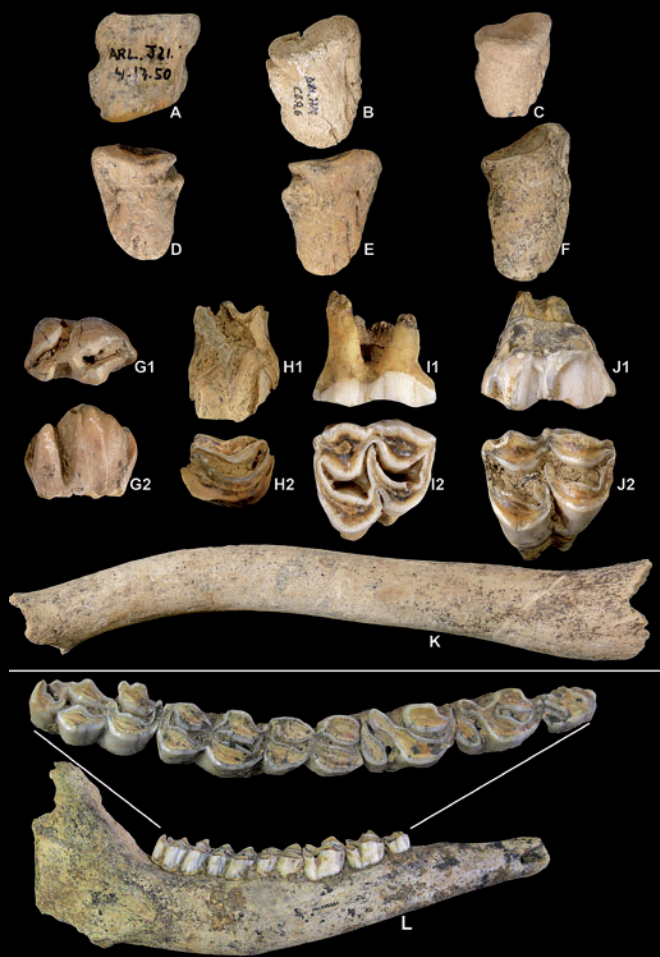
Boreas aldizkari espezializatuan argitaratu berri den ikerketa batek elur-oreinak Iberiar penintsulan utzitako arrastoak erakutsi ditu. Izan ere, klima hotzera egokitu-tako espeziea izanik, gaur egun Ipar Poloaren inguruko eremuetan bizi da elur-oreina, baina Erdi eta Goi Pleistozenoan askoz ere hedatuago zegoen, eta Iberiar penintsularaino ere iritsi zen. Ikerketaren arabera, espeziaren hedapena penintsulako iparraldera mugatu zen, eta, batez ere, Kantauri ekialdean bizi izan zen.

Ikerketan, Aranzadi Zientzia Elkarteko eta Bilboko Euskal Museoko zenbait ikertzailek parte hartu dute, Parisko Historia Naturaleko Museoko Asier Gómez-Olivenciaren zuzendaritzapean. Topatu dituzten elur-oreinaren fosil berrien artean, Iberiar penintsulako zaharrenetarikoa daude. Arlanpe aztarnategian aurkitu dituzte, Lemoan, eta 130-180 mila urte dituzte, hau da, Erdi Pleistozenoaren amaierakoak dira.

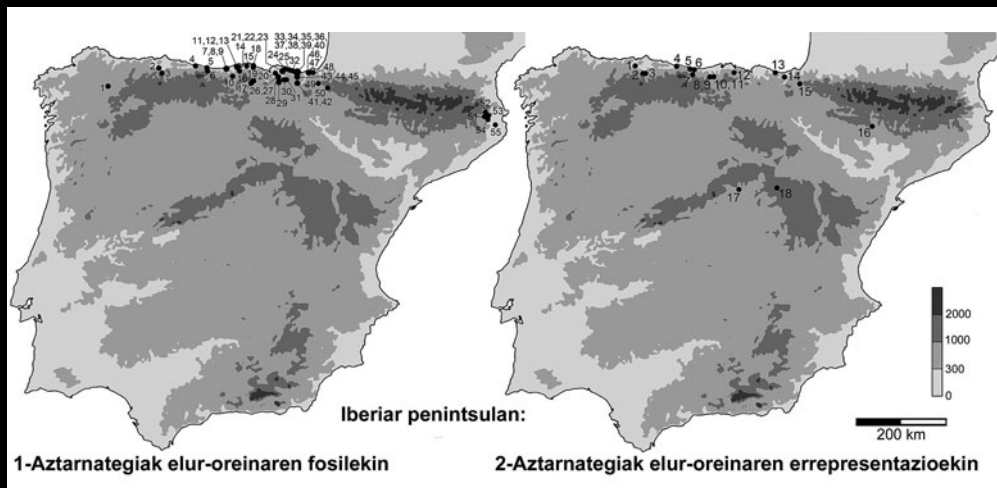
Bizkaian bertan, beste 10 aztarnategitan aurkitu dituzte arrastoak; Gipuzkoan, berriz, 17tan, eta Kantabriar, 13tan. Horrez gain, Pirinioen mendebaldean ere, Gironan, badaude elur-oreinaren fosilak dituzten aztarnategi gutxi batzuk (bost). Hortik hegoaldera, ordea, ez dute elur-oreinaren fosilik topatu; antza denez, klima hotzeko beste anima-

lia batzuentzat ez bezala —errinozero zein mamut iletsuak penintsula osoan hedatu ziren—, erdiko eta hegoaldeko eremuak ez ziren egokiak beretzako.

Alabaina, artikuluan azaltzen denez, elur-oreinaren adierazpen artistikoei muga horiek gainditu zituzten. Izan ere, ikerketan, fosilei ez ezik, adierazpen artistikoei ere jarri diete arreta, eta Europako beste leku batzuetan baino adierazpen gutxiago aurkitu badituzte ere, fosilik gabeko lekuetan daude haietako batzuk, hala nola Guadalajaran. Gómez-Olivenciaren esanean, garai hartan giza taldeen arteko komunikazioa edo/eta migrazioak zeudela iradokitzen du horrek, “leku batean berez ez dagoen materiala topatzen denean bezala, adibidez, sukarriak”.



Iberiar penintsulan topatutako elur-oreinaren fosilak aztertu dituzte ikertzaileek. ARG.: ASIER GÓMEZ-OLIVENCIA.



Elur-oreinaren hedapena Iberiar penintsulan. ARG.: ASIER GÓMEZ-OLIVENCIA.

Ig Nobel sariak, aurten ere barrea eta zorroztasuna uztartzen

Ig Nobel sariak errepika ezin daitezkeen edo errepikatzea komeni ez diren ikerketei ematen zaizkie. *Annals of Improbable Research* aldizkariak antolatzen ditu, eta atzo izan zen sariak banatzeko ekitaldia. Guztira, hamar sari eman zituzten, bat arlo bakoitzeko.

Psikologia arloko sariak, esaterako, oihartzun handia izan du, agian batek baino gehiagok bat egingo duelako ikerketaren ondorioarekin. Izan ere, alkoholarekin eraginpean norberak bere burua mozkortu gabe dagoenean baino erakargarriago ikusten duela frogatu dute sariaren irabazleek. Haien arabera, lehendik jakina zen edandakoan besteak erakargarriagoak bihurtzen direla batentzat, baina norberarengan duen efektua ikertu gabe zegoen. Gainera, ikusi dute zenbat eta gehiago edan, orduan eta erakargarriago ikusten dela bat. Eta efektua berdina da alkoholik ez duen plazebo bat hartuz gero!

Fisikako saria jaso duen ikerketa, berriz, bitxiagoa da: ikertzaileek deskubritu dute pertsona batzuk gai izango liratekeela aintzira baten gainean ko-

rika egiteko... baldin eta aintzira ilar-gian balego.

Kimikakoa, ordea, lurtarragoa da: tipulek zergatik sorrarazten dituzten malkoak ikertu dute, eta, nonbait, azalpena uste baino askoz ere zailagoa dela konturatu dira.

Arkeologia arloan saritutakoan ere gure gorputzaren funtzionamenduari begiratu diote, satitsu bat osorik irentsi eta liseriketa egin ondoren, hezurtxoak nola geratzen diren ikertu baitute.

Baina, batzuentzat, interesgarriagoa, edo, behintzat, praktikoagoa izango da Osasun Publikoan saritu duten ikerketa, ebakitako zakilak berriro txertatzeko teknikak azaltzen baititu. Hori bai, ikertzaileek ohartarazi dute teknika horiek ez direla baliagarriak ahate batek zakilaren zati bat jan badu. Ikerketaren xedea hobeto ulertzen da jakinez gero ikerketa Tailandian egin dutela. Nonbait, han noizean behin gertatzen da emazteren batek zakila moztea bere senarrari, eta ohikoa da etxean ahateak edukitzea.

Medikuntzako saria ere oso da interesgarria, bereziki saguentzat. Hain zu-

zen, bihotza transplantatu zaien saguetan opera klasikoa entzuteak duen eragina aztertzeagatik irabazi dute saria.

Biologia eta astronomia arloan eta Probabilitatean ere animaliak izan dira protagonista. Lehenengoan, saritu dituzte frogatzeagatik kakalardo pilotagileak gai direla etxera itzultzeko Esne Bideari jarraituta. Bigarrenean saritutako ikerketan, berriz, behiak aztertu dituzte, eta bi gauza ikusi dituzte: batetik, zenbat eta denbora gehiago eman etzanda behi batek, orduan eta aukera gehiago daude laster altxatzeko; eta, bestetik, jaiki ondoren, oso zaila da aurreikustea noiz etzango den berriro.

Segurtasun eta ingeniaritza saria hegazkin-bahitzaileak harrapatu eta paraxut baten bidez hegazkinetik kanporatzeko ikerketak irabazi du. Azkenik, Bakearena biren artean banatu dute: Bielorrusiako lehendakari Alexander Lukashenkori eman diote erdia, publikoan txalo egitea debekatzeagatik; eta Bielorrusiako Poliziari, besamotz bat atxilotzeagatik, txalo egin zuelakoan. ●



ARG.: © DEBORAH KOLB/ 123RF





ZIRKULU MORTUAK



DESERTUAN



ANGOLAKO HEGOALDETIK HASI eta, Namibia osoa zeharkatuz, Hego Afrikaraino hedatzen dira; 2.400 km luze eta 160 km zabal den eremuan, desertuaren erdian. 2-12 metroko diametroa duten belarrez inguratutako zirkulu mortuak dira. Sor-tu, hazi eta desagertu egiten dira, 30-60 urteko ziklotan.

Lur erradioaktiboak, lur-azpitik datozen gasak, landare pozoitsuek utzitako proteina toxikoak... hainbat hipotesi aztertu dituzte zientzialariek azken urteetan zirkulu horien jatorriaren bila. Baina oraindik ez dago argi. 2013ko martxoan Hamburgoko Unibertsitateko Norbert Juergens ikertzaileak eman zuen azalpen sendoena, *Science* aldizkarian argitaratutako lan batean. Haren arabera, litekeena da termitak izatea errudunak. Juergensek aztertutako zirkulu ia dene-tan aurkitu zituen *Psammotermes allocerus* espezieko termitak. Landareen sus-traiez elikatzen dira termita horiek, eta, Juergensen ustez, horrek eragiten ditu zirkuluak. Gainera, landareak



desagertzean soilguneetan euri-ura ez da transpirazioz galtzen landareen bidez, eta hondar-azpian gelditzen da. Ur horri esker bizi dira termitak eta hazten dira zirkuluaren inguruko belarrak. Hala, zirkuluak termiten ingeniariatzailan bikainak dira Juergensen ustez.

Denak ez daude ados, ordea, Juergensekin; korrelazioa eta kausalitatea nahastu omen ditu. Eta kausa beste bat dela-koan daude beste batzuk: PLOS ONE aldizkarian berriki argitaratu duten beste ikerketa batean ordenagailu bidezko simulazio batekin erakutsi dute landareen arteko lehia izan litekeela zirkulu bitxi horiek agertzearen eta desagertzearen arrazoia. ●





ARG.: N. JUERGENS







IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

ANAIA HANDI DIGITALA

Poliki-poliki eta ia oharkabeen, gure komunikazioak, tramite administratibo eta finantzarioak eta beste gauza ugari ordenagailu eta Internet bidez egitera pasatu gara. Beti izan gara jakitun horrek gure pribatutasuna arriskuan jar zezakeela, komunikazio eta datu digital horiek baliabide informatiko ahaltsuak dituztenek —gobernuek, alegia— errazago eskuratzeko moduan jartzen ari ginela. Baina sinetsi nahi izan dugu herritarren zerbitzura dagoen administrazioak pribatutasunerako eskubidea errespetatuko zuela. Bada Edward Snowden AEBko CIA eta NSA agentzietako langile ohiak azken hilabeteotan agerian utzitakoek berretsi digute aspalditik Anaia Handiaren kontrolpean bizi garela.

Aurtengo lehen seihilekoan zehar, Interneteko komunikazioen segurtasunari buruzko hiru artikulua idatzi ditugu, eta argitu dugu nola berma ditzakegun konfidentzialtasuna, autentifikazioa eta anonimotasuna. Jende gehienak ez ditu erabiltzen horietan azaldutako metodo aurreratuak Interneten modu erabat anonimoan nabigatzeko, mezu elektronikoak digitalki sinatzeko edo enkriptatzeko. Baina behintzat badakigu pasahitzak edo kontu korrontearen zenbakiak eskatzen dituzten web-zerbitzuek, posta elektronikoak bidaltzea ahalbidetzen duten web-zerbitzuek, edo telekonferentzia-programek kriptografia erabiltzen dutela gure komunikazio horien pribatutasuna bermatzeko. Zehazki, kriptografia asimetrikoa edo gako publiko bidezko kriptografia erabiltzen da normalean, oso segurutzat hartzen dena, eta horrek ziurtatzen du hirugarrenek ezingo dituztela komunikazio horiek atzeman eta gure informazioa eskuratu.

SNOWDENEN AGERIAN UTZITAKOAK: PRISM, XKEYSCORE, TEMPORA...

Edozein hirugarrenek ez, baina gobernuek ez dira edonor. Baliabide gehiago dituzte, eta ez informatikoak soilik. Kriptografia-metodo horiek hausten saiatu beharrean, errazago zaie zerbi-

tzu horiei zuzenean eskatzea. AEBko CIA eta NSA informazio- eta segurtasun-agentzietako langile ohiak, Edward Snowdenek, aurtengo maiatzean eman zien PRISM programaren berri *The Guardian* eta *The Washington Post* egunkariei, NSAk barne-transparentzia batzuekin frogatuta, eta ekainean argitaratu zuten haiek. Programa horren bidez, Interneteko 9 enpresa handiren bezeroen datu guztietarako sarbidea lortzen omen du 2007tik NSAk. Eta enpresa horiek ez dira edozein: Microsoft, Yahoo!, Google, Facebook, Paltalk, Youtube, AOL, Skype eta Apple (eta Dropbox programan laster sartzekotan omen zen).

Enpresa horiek guztiek ukatu egin dute bezeroen datuak NSAr ematen dizkiotela. Baina AEBko gobernuek programaren existentzia ziurtatu du: batetik, Snowden auzitara eramane espionatza eta gobernuaren jabegoaren lapurretara karguak leporatuta (Errusiak asilo politikoa eman dio, eta han bizi da egun); bestetik, herritarrek lasaitu nahi izan ditu, esanez atzeritarren komunikazioak irakurtzeko soilik erabiltzen dela.

Ekainean, Snowdenek Tempora programaren berri eman zuen, *The Guardian*en bidez. Programa hori Erresuma Batuko GCHQ segurtasun-agentziaren (NSAren parekoa) programa da, PRISM programaren antzekoa: hiritarren komunikazioak eta informazioa biltzen ditu. Gainera, gero NSAr ematen omen diote informazioa. Eta uztailan eta abuztuan, XKeyscore sistemaren berri eman zuen Snowdenek *The Sydney Morning Herald* eta *O Globo* egunkarietan argitaratutako artikulua banaren bidez. NSAren software horrek aukera ematen du atzeritarren Interneteko datu eta informazioak bilatzeko eta aztertzeko. Eta Australia eta Zeelanda Berriko gobernuek ere parte hartzen omen dute.



ARG.: © LIGHTWISE/123RF

ESPEKULAZIO UGARI

Snowdenen filtrazioek soka luzea ekarri dute. Maiatzetik hona hilerio eman du argitara eskandalu berri bat Snowdenek berak; baina behin hautsak harrotuta, badirudi paranoia zabaldu dela, eta beste espekulazio ugari ere aieratu dituzte komunikabideek gaiaren inguruan.

Ikusirik NSAk PRISM programako enpresa handi horien guztien datuetarako sarbidea duela eta enpresok informazioa ematen diotela ukatzen dutela, zurrumurruak zabaldu ziren irailean, zeinek baitzioten agian NSAk huts bat aurkitu zuela gako publikoen bidezko kriptografian eta horretaz baliatzen zela HTTPS bidezko trafikoa deskriptatzeko. Hori egia balitz, hau da, benetan gako publiko bidezko kriptografian huts bat balego, eta huts hori ezagun bihurtuko balitz, eta huts horretaz probesteko beharrezko baliabideak edonork edo ia edonork (eta ez bakarrik NSAk) eskuratzeko modukoak balira, benetan ikaragarria litzateke: webeko komunikazioen konfidentzialtasuna ezingo litzateke bermatu, edonork ikusi ahal izango litzuke pasahitzak, kontu korronteen zenbakiak eta mezuak... Ezagutzen dugun weba desagertu egingo litzateke.

Zorionez, badirudi ez dela horrela. Hainbat arrazoi daude pentsatzeko gako publikoen bidezko

kriptografia segurua dela, eta horren inplementazio jakin batzuen hutsez edo konpainia batzuen praktika okerreiz baliatuz lortzen duela informazioa NSAk (adibidez, hutsak aurkitu ondoren konpondu diren softwareen bertsio zaharrak erabiltzea, gako laburregiak erabiltzea, edo gako pribatuak modu ez nahikoa seguruan gordetzea); gauzak ongi eginez gero, metodoak segurua izaten jarraitzen du. Gainera, enpresek informazioa borondatez entregatzeak eta gezurretan aritzeak aukera askoz probableagoa dirudi, kriptografia asimetrikoa hautsi izanak baino. Horrela ez balitz, ez lirateke ibiliko beste enpresa askori ere datuak eskatzen.

Irailean zabaldutako beste zurrumurru batek zioen beharbada NSAk nolabaiteko atzeko ate bat ireki zuela Linux sistema eragilearen (Interneteko zerbitzarietan gehien erabiltzen dena) ausazko zenbakien sorkuntza-metodoan. Gako publikoen bidezko kriptografian, gako pribatua ausaz lortutako bi zenbaki lehenek osatzen dute. Erabateko ausazkotasun informatikoa ezinezkoa da, baina orokorrean badira nahiko ausazkotasun handia lortzeko moduak, eta horiek erabiltzen dira kriptografian. Hala ere, ausazkotasun hori murriztuko balitz, edo ausazkotasun horrekin patroi ezagun batzuei erantzungo balie, errazagoa litzateke gako pribatu bat asmatzea.

“Enpresek informazioa borondatez entregatzeak eta gezurretan aritzeak aukera askoz probableagoa dirudi, kriptografia asimetrikoa hautsi izanak baino”

“Komunikazio digitalak atzitzea pribatutasuna larriki haustea da; mundu analogikoan, gutunak ireki eta irakurtzearen edo telefono-deiak ziztatu eta entzutearen parekoa”

Linuxen kolaboratzaileetako batzuek kezka agertua zuten Linuxen ausazkotasun-iturrietako bat RdRand izan zitekeela, ausazko zenbakiak Intel mikroprozesagailuan hardware bidez sortzen dituen funtzioa. Haien ustez, ausazko zenbakien sorkuntza hardware bidezkoa zenez, ezin zen ikuskatu eta ikusi ea esaten zuena egiten zuten benetan. PRISM eta abarren berri izan zutenean, hainbatek bi eta bi batu eta pentsatu zuten agian Intelen txipek ez zutela egiten esaten zutena, NSAk ezagutzen zuten algoritmo bat inplementatu baizik. Hala, NSAk web-zerbitzu gehienengako pribatuak lortzeko bidea izango zuen Inteli eta hark Linuxen jarritako atzeko ate horri esker. Konspiranoikoegia dirudi, ezta? Hala ere, Linuxen kolaboratzaileetako batzuek utzi egin zioten bertan laguntzeari, eta eskaera bat ere egon zen Change.org-en RdRand Linuxetik erretiratzeko. Baina Linus Torvaldek, Linuxen asmatzaile eta egungo koordinatzaile nagusiak, gogor erantzun zien, hori ausazkotasun-iturrietako bat besterik ez zela esanez eta arrazoirik gabeko beldurrak zabaltzea leporatuz.

Bestalde, *Der Spiegel* astekariak argitaratu zuen, irailen hori ere, haien arabera Snowdenen paperetan oinarrituta, Visa eta beste kreditu-txartel batzuen bidez egindako transakzio guztietarako sarbidea ere bazuela NSAk. Ezin da jakin hori egia den. Baina ia astero ari dira agertzen horrelako susmo eta teoria berriak.

NOLA BABESTU GURE PRIBATUTASUNA?

Komunikazio digitalen interzeptazio hori, jakina, segurtasunaren izenean egiten dute. Baina, normalean, okerreko bidean dabilenak neurriak hartzen ditu, eta badaki mezuak eta jarduera sekretupean gordetzen. Eta, azkenean, gobernuek espiatzen dituztenak gu, herritar xumeak, gara. Askok esango du berdin zaiola, ez dela ezer okerrik egiten ari. Baina gure komunikazio digitalak atzitzea pribatutasuna larriki haustea da; mundu analogikoan, gutunak ireki eta irakurtzearen edo telefono-deiak ziztatu eta entzutearen parekoa. Ez genuke horrelakorik onartuko, ezta?

Horregatik, PRISM ezagutarazi zutenetik, esku-bide zibilen, askatasunen eta pribatutasunaren aldeko elkarte eta erakundeak haren aurka agertzen ari dira, gizartea kontzientziatu eta mobilizatzen, eta PRISM saihestu eta jendeari pribatutasuna babesteko bideak erakusten. Adibidez, Prism-break.org webguneak bide batzuk erakusten ditu, NSAk gure komunikazio eta datuak atzi ez ditzan. Funtsean, hasieran aipatutako sail honetako artikuluetan ematen geni-

tuen jarraibideak segitzean datza (HTTPS erabiltzea, posta GPG edo PGP bidez enkriptatzea, sinadura digitala erabiltzea eta Tor bidez modu anonimoan nabigatzea), eta, horrez gain, PRISM programan dauden enpresen zerbitzu edo softwareen ordez beste aukera batzuk erabiltzea. Softwarearen kasuan, software librea gomendatzen dute beti, iturburu-kodea bistan egotea baita bide bakarra softwareak egiten duenaz ziur egoteko.

Ordenagailuen sistema eragileei dagokienez, Linux da fidagarria den bakarra. Eta, telefonoen dagokienez, Googlek kontrolatzen ez dituen Androiden aldaerak edo aurreko hilean aipatzen genizuen Firefox OS. iOSek eta Windows Phonek ez dute alternatibarik, iPhoneak eta Windows duten smartphoneak ez erostea gomendatzen dute. Nabigatzeko, Firefox, Tor browser eta beste batzuk daude aukeran (baina ez, Explorer, Chrome, Safari edo Opera). Posta-programa moduan, Thunderbird dugu, eta, web-posta nahi izanez gero, MyKolab eta beste zerbitzu batzuk; Gmail, Outlook edo Yahoo! erabiltzekotan, gomendatzen dute Mailvelope Firefoxerako gehigarria erabiltzea (GPG inplementatzen duena). Bilatzaileen artean, aholkatzen dute DuckDuckGo eta beste zerbitzu batzuk erabiltzea ohikoenen ordez, eta, mapei dagokienez, OpenStreetMap. Eta beste zerbitzua mota askotarako gomendioak aurkitu ditzakegu webgunean.

Era berean, baina, NSAk saihestu nahi du guk haien atzaparretatik ihes egitea. Lortu dute gure posta-mezuak zuzenean enkriptatuta gordetzen dituzten web-zerbitzu batzuk ixtea, esaterako. Lavabit, Snowdenek erabiltzen zuten zerbitzua, jabeek itxi zuten AEBko gobernuak bezeroen datuak ematera behartu nahi zituelako. Antzeko beste zerbitzu batek, Silent Circle-k, itxi egin du, AEBn zegoenez ez zelako fidatzen zerbitzu erabat segurua eman zezakeenik. Geratzen diren era horretako zerbitzuak AEBtik kanpo daude, Suitzan eta abar.

Badirudi neurri batean behintzat Snowden aferak pribatutasunaren garrantziaz ohartarazteko balio izan duela, eta gorago aipatu ditugun zerbitzu alternatibo, anonimo eta kriptografikoak erabilerak igoera nabaria izan du azken hilabeteotan. Herritarren espioitza digital hau ezagutzeak balio dezala, gutxienez, gure kontzientziak astintzeko, eta, alternatibak bilatzeaz harago, gure zerbitzura egon beharko luketen administrazioek praktika horiek alde batera utz ditzaten behartzen hasteko. ●

Egunero ibiltzen dugu bidea,
baina beti dago emateko
pauso berri bat.

Udazkenean
emango dugu BERRIA,
eta, gurekin bazaude,
urrunago iritsiko gara.

izan zaitez
berrialaguna

www.berria.info/berrialaguna
(00 34) 943-30 43 45
laguna@berria.info



berria
hamarnaka
kontatzekoak gara



Flautaren bidea ZURETIK METALERA

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientzia

Hatzarekin ezin dira estali gaur egungo flauta estandarren zuloak. Handiegiak dira. Eta bata bestearengandik urrutiegi daude eskuarentzat. Gainera, flauta “zurezko instrumentu” bat bada ere, metalez eginda dago. Eta hala ez balitz, ezingo litzateke jo gaur egungo flautarekin jotzen den musika guztia.

Bachek, Mozartek eta Beethovenek ezagutu zituzten flautak zurez eginda zeuden. Baina Beethovenen heriotzaren garaian, flautagileak dagoeneko sistema berriak probatzen ari ziren, gerora sekulako arrakasta izan zuten sistemak. Flautak erabat aldatu ziren. Besteak beste, metalezko bihurtu ziren. Eta hala jarraitzen dute.

Dagoeneko 160 urte baino gehiago daramatzate fabrikatzaileek metalezko flautak egiten, eta hala jarraituko dute. “Luzerako izango da”, dio Antonio Arias flautistak eta instrumentu horretako adituak. Orkestran erabiltzen den flauta estandarra zilarrezkoa edo urrezkoa da. Oraindik egiten dira zurezko flautak, baina oso erabilerak jakinetarako bakarrik. “Espainiako Orkestra Nazonalean, zurezko bi flauta moderno ditugu; oso noiz behinka erabiltzen ditugu errepertorio klasikoa eta erromantizismoaren hasierako musika jotzeko. Horrelakoetan, distira gutxiagoko soinua bilatzen dugu, oboekin, klarineteekin eta fagotekin enpastatzeko, zurez eginda dauden instrumentuekin alegia”, dio Ariasek. Baina zurez eginda dauden flautak salbuespenak dira orkestran.

Hala ere, oraindik ere zurezko instrumentuen taldean sailkatuta dago. Badaude zenbait arrazoi horretarako, batez ere, tradizioa eta soinu-mota. Batetik, tradizionalki ez da inoiz egon metalezko instrumentuen taldean eta, bestetik, metalezko flautaren tinbrea gertuago dago, adibidez, oboetik tronpetatik baino. Egia da zuretik metalera tinbrea pixka bat aldatu zuela. “Ale-

manian, Anton-Bernhard Fürstenau eta beste flautista batzuek esaten zuten flauta berriaren berdintasun tinbrikoak jatorrizko izaera galara ziola flautari”, dio Ariasek.

BÖHM IRAULTZAILEA

Kexuak izan ziren, jakina, baina aldaketak azkar izan zuen arrakasta. Azken batean, iraultza flautistek berek eragindako aldaketa izan zen, batez ere, Theobald Böhm alemaniarrek. Hain zuzen, gaurko flauta estandarrari Böhmen flauta deitzen zaio. “Oso gizon polifazetikoak zen. Haren ekarpenik handiena 150 urte geroago inarrean jarraitzen duen instrumentu-modelo bat diseinatzea izan zen, xehetasun gutxi batzuk gorabehera. Metalurgian eta mekanikan egin zuen lana saritua izan zen behin baino gehiagotan. Beste alde batetik, interpretatzaile ezaguna zen; Europan kontzertu asko eman iz-





ARG.: GUILLERMO ROA/ELHUYAR ZIENTZIA

tuen”, azaltzen du Ariasek. Flautista izateak eragin zuzena izan zuen bere artisau-lanean. “Fabrikatzaileak berak esperimentatzen badu, zuzenean jakin dezake zer nahi duen, zer akats dituen instrumentuak eta zer ezaugarri on areagotu ditzakeen. Böhmek Schuberten gai baten bariazioak idatzi zituen, nolabait sistema berriaren *demo* gisa erabiltzeko. Tonalitate-aldaketa bortitzak sartu zituen, diesetatik bemoletara salto eginez. Horrelako musika ia ezin zen jo Böhmen aurreko sistemarekin”.

Gakoetako bat zuloak irekitzeko eta ixteko mekanismoa zen. Giltzen sistemak ohikoak ziren lehenago ere, baina Böhmek askoz ere sistema sofistikatuagoa garatu zuen. Ergonomikoa zen, eta, aldi berean, hatzetatik urrutiko zuloak irekitzeko eta ixteko aukera ematen zuen. Ingeniaritza-lan konplexua zen; baina aukera ema-

ten zuen akustika hutsaren irizpideak erabiltzeko, zuloak non egin behar diren erabakitzeko. Ez zuen inporta hatzak non zeuden; garrantzitsuena zen non egon behar zuten zuloek, afinazioa perfektua izateko. Gainera, zulo handiak ziren, hatzak estal dezakeena baino handiagoak. Ahokaduraren zuloa ere handia zen, eta horrek eman zion ozentasuna flautaren soinuari.

Zulo handiak baliatzea ez zen Böhmen asmakuntza izan. Biografia guztiek nabarmentzen dute harrিতuta geratu zela Charles Nicholson flautistak zulo handiei esker lortzen zuen soinu ozenarekin. “Böhmek asmakuntzak egiteko sena handia zuen, eta oso trebea zen, urregintzaren artea ikasi baitzuen aitarekin. 1928an, Nicholson ospetsua ezagutu zuen Londresen, eta hark lortzen zuen soinuarekin liluratuta geratu zen. Nicholsonen flautaren zuloek ohi bai-

Gakoetako bat zuloak irekitzeko eta ixteko mekanismoa zen. Giltzen sistemak ohikoak ziren, baina Böhmek askoz ere sistema sofistikatuagoa garatu zuen



no diametro handiagoa zuten. Böhm Muniche-
ra bueltatu zen, flauta-fabrika bat ireki zuen, eta
jasotako eskarmentuarekin modelo berri bat di-
seinatu zuen”, azaltzen du Ariasek. Ez zen Böh-
mek egiten zuen lehen flauta, baina *Böhmen*
flauta izendatzeko moduko lehenengoa zen;
1832 urtea zen”.

Nicholsonek esku eta hatz handiak zituen, eta
horregatik estal zitzakeen zulo handiak; Böhmen
flautaren giltzei esker hatz handiak ez zituzten
flautistek ere estal zitzaketen zulo handiak. Bai-
na Nicholsonen flautak beste arazo bat zuen:
kono-itxurako gorputza zuen eta, horrekin bate-
ra, kono-itxurako barne-hodia. Barne-hodiaren
forma oso garrantzitsua da haize-instrumentue-
tan, forma horretako aire-zutabea bibratzean
sortzen baita soinu. Konoak ez zuen ondo fun-
tzionatzen, eta Böhmek fisikari batengana jo
zuen. “Lagun bati, Carl von Shafhäutl akustika-
ko irakasleari, eskatu zion aholkua zilindro- eta
kono-itxurako hodien propietateei buruz. Ondo-
ria zen zilindroak errazago doitzen direla lege
akustikoetara, alegia Bernouillik aurkeztu zituen
legeetara”, dio Ariasek.

METALA IRITSI ZEN

“Hodia metalezkoa egitea erabaki zuen, meta-
lezko hodiaren paretak leunagoak direlako. Izan
ere, hodiaren barruan sortzen diren uhin geldi-
korrak hodiaren paretetan indargetzen dira, eta
zenbat eta leunagoa izan gainazala orduan eta
indargetze txikiagoa gertatzen da. Ez da harri-
tzekoa metalezkoak sortu aurreko flautak oso
ale trinkoko zurez eginak egotea; palisandroz-
koak, ebanozkoak edo ezpelezkoak izatea, ale-

Antonio Arias

Espainiako Orkestra Nazionaleko
flautista bakarlaria izan zen 1985
eta 2005 artean. Oraindik ere jotzen
du Orkestra Nazionalean, bai eta
ganbera-musikako zenbait taldetan.
Instrumentuan aditua da; flautari
buruzko ikastaroak ematen ditu,
Anento udako ikastaroa esate
baterako. Ez du bere burua
musikologotzat hartzen, baina
flautari buruzko artikulua idazten
ditu eta aholkularia izan da
Valentziako Historiaurrearen
Museoan, hezurrez egindako
usteko flautak aztertzeko.

ARG.: © ANTONIO ARIASEK UTZITA.

gia. Oraindik ere, instrumentu zaharren kopiak
zura horiekin egiten dira, bai eta gaur egungo
oboeak eta klarineteak ere”, dio Ariasek.

*flauta metalezko bihurtu zen,
baina zuraren taldeko beste
instrumentuak ez. Oboea,
klarinetea, fagota eta abar
zurez egiten dira oraindik ere.*

Metalak baditu beste abantaila handi batzuk
zuraren aldean. Alde batetik, fabrikatzaileak zu-
zenketak egin ditzake instrumentu-mota edo
diseinu berria probatu ahala. Metalari esker,
esperimentuak egin ditzake; zurarekin ia ezi-
nezkoak dira zuzenketak. Beste alde batetik,
Ariasek aipatzen du metalezko flautak arazo
gutxiago ematen dituela giltzen mekanismoak
instrumentuaren gorputzari itsastean: “giltzen
mekanismoa torlojuen bitartez egokitzen zaio
zurari, eta sistema horrek pitzadurak eragin
diezazkioke gorputzean. Metalari soldatutako
mekanismo batek, aldiz, segurtasun handiagoa
izaten du”.

Böhmek bazekien metala lantzen. Eta, horrez
gain, oso garai aiposean jaioa zen, XIX. men-
dearen hasieran garatu zirelako burdina mine-
raletik erauzteko teknika berriak. Horrenbestez,
lehengaia eskuragarriagoa zen, hobe zen, eta
Böhm flautistak trebezia eta jakin-min handia
zituen. Ezaugarri guztiak elkartu zitzaizkion
iraultza bat abiatzeko flautaren diseinuaren
alorrean, eta iraultza hori gertatu egin zen.



Duela 250 urteko flauta baten
mekanismoaren giltza bat.

Mekanismo horiek ohikoak ziren
Böhmen iraultza baino lehen.

ARG.: KELLY CRISCUOLO-DEBUTTS/CC_BY-NC-SA.



Flauta moderno baten xehetasuna. Zuloen diametroa nabarmen handia da. Horrek lagundu zuen zehaztasun akustikoa lortzen eta soinuaren ozentasuna bermatzen. Hain zuzen ere, zuloen diametro handia da Böhmen aldaketen ezaugarri nagusietako bat. ARG.: DANIEL SOLABARRIETA/ELHUYAR ZIENTZIA.

ZUREZ EGINDAKO ZUREZKO INSTRUMENTUAK

Flauta betiko aldatu zen, baina zuraren taldeko beste instrumentuak ez. Oboea, klarinetea, fagota eta hiruren familiako instrumentuak zurez egiten dira oraindik ere. Eta metalak zuraren aldean abantaila asko izan arren, ez dute jasan flautak jasan duen aldaketa bera.

Zurezko instrumentu horiek, ordea, badute beste ezaugarri bat. Ez dira jotzen flauta jotzen den bezala; beste estrategia batzuk erabiltzen dituzte aireari bibrarazteko. Klarinetearen ahokoak xafla malgu bat erabiltzen du aireari bibrarazteko, mihi bat. Musikariak putz egiten duenean, mihiak klarinetearen ahokoaren kontra jotzen du, eta bibrazioa eragiten du. Oboeak eta fagotak, berriz, bi mihiz osatutako pita dute; musikariak mihiak elkarrekin bibratzea eragin behar du. Eta bi sistemetan, mihi bakarrekoan zein bi mihikoan, instrumentuaren soinua oso ozena da, flautak sortzen duena baino ozenagoa.

Flautaren soinuak indar handiagoa behar zuen; batez ere, musika-forma berriak sortu ahala. Kontzertuaren kontzeptua modernizatu zenean, bakarlariak orkestraren soinuaren gainetik jo behar izaten zuen, eta, horretarako, flautaren soinuak ozena izan behar zuen. Arrazoi beragatik egokitu zitzaizen diseinua biolinei

eta harizko instrumentuei, XVII. mendean, Cremona hiriko tailerretan batez ere (Stradivari ospetsuetan, adibidez). Flautaren kasuan, aldaketa teknologiko hori 150 urte geroago gertatu zen. Ariasek ikuspegi zabal batetik ikusten du aldaketa: “pentsatzen dut problema konplexua dela, eta hainbat faktorek parte hartzen dutela. Ezin da ukatu musika kultua XVIII. mendearen erdialdean hasi zela demokratizatzen. Horretan aitzindariak izan ziren Johann Christian Bach eta haren lagun Karl Friedrich Abel. Horrek instrumentu ozenagoen beharra ekarri zuen. Oraindik ere prozesu horretan sartuta gaude, gaur egun areto handiagoetan jotzen dugulako eta entzule asko izaten direlako horietan”.

Böhm oso publizista ona izan zen. Europa osoan jo zituen bere konposizioak flauta berriekin. “Era askotako erantzunak jaso zituen, eta paradoxa bat da Frantzian Alemanian baino harrrera hobea izan zuela. 1837an, Paul-Hippolyte Camus-ek flauta berria sartu zuen Frantzian, eta gero Parisko kontserbatorioko Vincent-Joseph Dorusek eta Victor Coche laguntzaileak lagundu zioten. Aurrerago, beste herrialde batzuek onartu zuten sistema berria, Ingalaterrak eta Estatu Batuek adibidez”. Eta, pixkanaka, Alemaniak ere onartu zuen. Flauta aldatu egin zen. Eta flautarekin batera, flautistak ere bai. ●

Lehen flauten bila

Perkusiozkoekin batera, arkeologoek aurkitu dituzten lehen instrumentuak flautak dira, hustutako hezurrez egindako tresnak. Hala ere, beti ez dago argi flauta-itxurako objektu bat flauta bat zen ala ez. Antonio Arias flautistak eta adituak Valentziako Historiaurrearen Museoa aholkulari izan zen horrelako kasuak aztertzeko.

“Zoragarria izan zen kontua, beti atsegin izan baitut arkeologia, eta, bereziki, arkeomusikologia. Esloveniako Divje Babe-ko flautaren berri izan nuen, eta dokumentazioa bilatu nuen. 1990eko hamarkadan ustezko flauta bat aurkitu zuten Valentziatik gertu. Baina desengainua izan zen denontzat: ahuntz gazte baten hezurra zen, eta haragijale baten koskada baten marka zuen. Hala ere, museoa bisitatzean, Cova de l’Or-eko hezur-hodi batzuk deigarriak gertatu zitzaizkidan: elkartuta, ustez, pan txirula bat osatzen zuten. Ustez diot, horretan oso zuhurrak izan behar dugu-lako. Hipotesiari buruzko artikulua bat argitaratu genuen CSICeko Historiaurrearen aldi-zkarian. Bizitasun handiko hilabeteak izan ziren bibliografia irakurtzen, burua astintzen eta instrumentu-zati baten erreplika egiten.

Flauta zaharrenak duela 60.000-80.000 urtekoak dira. Alabaina, eztabaida nagusia da flautak ote diren ala haragijaleek zulatutako hezurak baino ez diren; Divje Babeko flauta misteriarraz ari naiz. Beste flauta ospetsu batzuk ere badira: Alemanian, Hohle Fels eta Geissenklösterle; Frantzian, Veyreaukoa; Asturiasen, La Güelga; Valentzian, Teulada, eta La Gaviakoa Madrilen. Eta ezin utzi aipatu gabe Iparraldeko Isturitzeko flauta-multzoa. Baina ez daki-gu nolako flautak diren. Zuhurrak izan behar dugu horretan.

PIRINIOETAKO HARTZA

arnasa estututa

Joan den negua gogorra izan da Pirinioetan. Aspaldiko elurte handienak bota ditu, eta udaberria ere ez da samurra izan. Hartzek ere jasan dituzte ondorioak: ekainean, hartz-kume bat hil zen, erreka bat zeharkatu nahian. Hala ere, Pirinioetako hartzaren arazo handiena ez da naturaren gogortasuna, baizik eta inguruan bizi diren pertsonen babes falta. Babes hori lortu ezean, zaila du irautea.

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

Ekainean Cardós haranean (Katalunia) hil zen hartz-kumeak sei hilabete baino ez zituen; negu horretan bertan jaioa zen. Egun hartan, urez gainezka zetorren erreka bat gurutzatzea egokitu zitzaion, eta, antza, beste aldera igarotzeko lekuri onenaren bila ari zela, trokartean behera amildu zen.

“Ez zen ito”, zehaztu du Jordi Ruiz Olmok, Generalitateko Biodibertsitaterako eta Animalien Babeserako Zerbitzuko buruak. “Harkaitzen aurka hartutako kolpeen ondorioz hil zen”.

Nonbait, Caramellita emearen eta Pyros arraren alaba zen. Hain zuzen, aurreko udan, sexu-harremanak izaten grabatu zituzten Alt Pirineun jarritako kamera batzuek. Hala ere, ez zen Pyrosek izan zuen harreman bakarra, eta beste kume bat edo bi jaioko zirela espero du Ruizek: “hori izan baita azken urteetako joera”.

Joera hori dela eta, inguru hartako hartz-populazioa hazten ari da, baina hazkundera oso apala da. Izan ere, populazioa, txikia izateaz gain, banatuta dago, hiru eremu nagusitan: bi ar daude mendebaldeko haranetan —Erronkari (Nafarroa); Aragoiko Ansó, Hecho, Fago eta Aragüés del Puerto (Aragoi), eta Aspe eta Ossau (Frantzia)—; hartz gehienak, 20tik gora, mendikatearen erdialdean biltzen dira —Katalunian, Val d’Aranen, Pallas Sobirà, Pallars Jussà, l’Alta Ribagorça eta l’Alt Urgellen; eta Frantzian, Louronetik Couflens-Salaura—; eta ale bakar batzuk, ekialdean —Ariège, Audén eta Kataluniako ekialdeko haranetan—. Hortaz, guztira 30 inguru daude mendikate osoan; gutxiegi, hartzak Pirinioetan iraungo duela bermatzeko.

Hala ere, duela urte batzuk egoera are larriagoa zen. Izan ere, espeziea 1979tik babestuta zegoen arren, haren aurkako presioa oso handia zen, eta 1996an 5-6 banako baino ez ziren geratzen.

Hartza ez galtzeko aukeretako bat kanpoko hartzak ekartzea zen, eta horixe egitea erabaki zuten. Populazio hurbilena Kantabriar Mendikatekoa bazen ere, han ere ez zeuden oso egoera onean, eta Balkanetatik ekartzea aukeratu zuten, Esloveniatik, zehazki. Hala, Europako Batasuneko Life proiektuen bidez, 1996-1997 artean bi eme eta ar bat ekarri zituzten handik;



Hartz-kume bat, Kataluniako Pirinioetan.
ARG.: TONI BATET/IRUDIAREN ARGITALPENA,
ERREPRODUKZIOA, BANAKETA ETA KOMUNIKAZIOA
EGILEAREN BAIMENERA MUGATZEN DA.

eta lau eme eta beste ar bat, 2006an. Pirinioen erdialdeko mendietan bizileku egokia topatu zuten, eta, geroztik, tantaka-tantaka, hartz-populazioa handitzen joan da.

ESLOVENIARRAK PIRINIARTUAK

Espezia berpizteko egitasmo horrek eman di-tuen emaitzak baloratzeko eskatuta, Ruizek bi alderdi bereizi ditu: “Ikuspegi ekologiko eta demografikotik, emaitzak onak izan direlakoan gaude. Pirinioetako inguru hauetan, hartz arreak kalitate handiko habitata duela uste dugu, eta, poliki bada ere, ugaltze-estrategia moteleko espezia baita, populazioa handitzen doa, % 10-15 inguru urtean”.

Ruizentzat, baina, alderdi sozio-ekonomikoa ere aintzat hartzekoa da. Alde horretatik, “oraindik horretan” dabiltzala aitortu du: “Ezin dugu esan mendian bizi den jendearen babes osoa izan dugunik, baina bai sektore jakin batzuen, hala nola politikariena eta hirugarren sektorearena, turismoa indartzeko aukera gisa hartzen baitute hartzak. Hartzaren eragina bestek baino modu zuzenagoan jasotzen duten sektoreak falta zaizkigu, hau da, abeltzainak eta eztizaleak”.

Beste leku batzuetan ez bezala, ez dute arazorik ehiztariekin, hartzak hartzen dituen inguruen ehiza-titulartasuna Generalitatearena baita.

“Barruti pribatu batzuk ere badaude, baina haie-tan ere ez dago arazorik. Une hauetan ez dago gatazkarik hartzaren kontserbazioaren eta ehiztarien artean”, baieztatu du Ruizek.

***H**artzak ez galtzeko aukeretako bat kanpoko hartzak ekartzea zen, Esloveniatik ekartzea erabaki zuten.*

HARTZEN ERASOAK

Beti ez da horrela izan; iraganean, orain baino gaiztotuagoa egon da giroa. Adibidez, eztabaida beroa piztu zen 2008ko urrian, ehiztari batek Hvala hartzarekin topo egin zuenean. Ehiztariak adierazi zuenez, Aran haranean lagunekin ehizan zebilela, hartzak agertu zitzaion ustekabea. Orduan, piztia uxatzeko asmoz, garrasi egin zuen. Hartzak, baina, ihes egin aurretik, harramazka egin zion ezkerreko besoan eta hankan. Zauriak ixteko, hamabost puntu eman behar izan zizkieten ospitalean.

Gertakari horren ondoren, ehiztari eta abeltzain asko eta Arango agintari politiko nagusiak hartzaren aurka azaldu ziren. Baina geroztik ez da antzekorik gertatu, eta, orain, badirudi ehiztariak behintzat lasaitu direla. Izan ere, ez da batere ohikoa hartz batek pertsona bati eraso egitea.

Miel Mari Elozegi biologo eta basozainak, esaterako, ondo ezagutzen ditu espezie horren ohiturak —*Hartzak Pirinioetan XXI. mendean saiakeraren egilea da*—, eta, haren esanean, animalia “izua” da hartza: “Hartzak berez lasaiak izateak ez du esan nahi arriskurik ez dutenik, batez ere zenbait egoera berezitan; adibidez, erme bat bere kumearekin badago eta hura babesteko beharra sentitzen badu”, ohartarazi du Elosegik. Baina, normalean, gizakiarekin topo eginez gero, “ihes egiteko joera” duela berretsi du.

Une hauetan hartzaren etsai handienak abeltzainak dira. Kudeaketan asmatzea da gakoa.

Abereen aurkako erasoak, ordea, ez dira hain bakanak; horregatik daude abeltzain asko hartzaren kontra. Baina jarrerak aldatzea posible dela erakutsi dute Katalunian. Ruizek egin duten lana azaldu du: “Gu hartzak hartzen dituen eremuetan aritzen gara lanean. Eremu horiek sailkatuta daude, ohiko bizileku dituzten eremuetatik hasi eta noizbehinka baino agertzen ez diren lekuetara. Bestalde, abeltzainak ditugu. Haiek, hartza desagertu zenetik, ardiak eta ahuntzak libre uztera ohituta zeuden, zaintzarik gabe. Eta hartza berriro agertu baino lehenetik ere, bazituzten arazoak: lapurrak; basati bihurtutako zakurrak, eraso bakar batean 600 ardi akabatzen ere iritsi direnak, ardiak amildegitik behera bultzatuta...”

NEURRIAK, ABELTZAINEKIN BATERA

Hartza sartzeak lehengo arazoei beste bat gehitzea ekarri zuen. Lehen urteetan, hartz bakoitzeko, 10-30 ardi galtzen zituzten, eta ahuntzen bat edo beste. “Hasieran, gure lana kalteen ezaugarriak biltzea izan zen: zenbat abere galten ziren, non, noiz, eta nola. Gero, hori guztia ondo ezagututa, neurri-sorta bat diseinatu genuen”, kontatu du Ruizek.

Diseinuan, Kataluniako ardi- eta ahuntz-azien den federazioarekin eta Parke Naturaleko abel-

tzainen elkartearekin batera aritu dira, “eskuz esku”: “Gure egitekoa da artaldeak biltzea erraztea. Kasu batzuetan, artzainak geuk jartzen ditugu, eta, horrela, 1.000-5.000 buru biltzen ditugu. Izan ere, artalde handi batzuk ere badauden arren, gehienak txikiak dira, 30-60 burukoak, 100-200ekoak... Eta 3.400 metro karratutan daude sakabanatuta. Guk leku jakinetan biltzen ditugu, artzain baten zaintzapean, eta, ahal izanez gero, zakur zaindarien laguntza ere izaten dute”.

Hain justu, zakurren lana goraiatu du Ruizek: “Iaz, hiru urteko hartz bat ardietara hurbildu zen, eta, berehala, zakurrak atera eta haren aurka borrokan hasi ziren. Azkenean, hartzari hozka egin zioten, eta uxatzea lortu zuten”.

Horrenbestez, artaldeak biltzeko eta zaintzeko neurria oso emaitza onak ematen ari dela uste du: “Seigarren urtea dugu, eta, denbora-tarte honetan, buru bat bakarrik galdu dugu. Hau da, urtean hartz bakoitzeko 10-30 buru galtzetik, 0,2 galtzera igaro gara”. Beste onura bat ere aipatu du: “Bide batez, abeltzainen bizimodua hobetu egin da, ez baitute egunero mendira igo beharrik, ardiak ondo ote dauden ikustera edo gatza eramatera, badutelako han pertsona bat ardiak zaintzen”.

“Azken finean, hori da gakoa”, ondorioztatu du Ruizek, “eragile guztiek parte hartzea eta haiek egitea eta lantzea proposamenak”. Horrela lortu dute abeltzainek hartzarekin bizitzea onartzea. Eztizaleekin ere iritsi dira adostasunerak: erlauntzak hesi elektrikoarekin inguratu dituzte, eta, horrekin, hartzek erlauntzak txikitzea eragotzi dute.

BIZIKIDETZA EZ DA ERRAZA

Katalunian hartutako bidea oraingoz emaitza onak ematen ari den arren, hartzaren eta Pirinioetako jendearen arteko bizikidetza ez da erraza. Iritzi hori dute, besteak beste, Miel Mari Elosegik eta José Antonio Gonzálezek, hartz arrearen babeserako lan-taldeko basozainak (Aragoiko Ingurumen sailaren menpekoa).

Gonzálezek ustez, une hauetan hartzaren etsai handienak abeltzainak dira. “Hartza babesteko edozein neurriren aurka daude; ez dute nahi, inolaz ere, hartzik egotea haien artaldean inguruan”.

Urteetan, hartzaren eremu berean artaldeak izateagatik, diru-laguntzak jaso dituzte artzain guztiek, nahiz eta eraso gehienak artzain bakar batek jasaten zituen “Galerarik ez izan arren, berdin kobratu dute, eta, bitartean, artaldeak libre izaten ohitu dira. Orain, ez dute arriskurik



nahi, ezta ohiturak aldatu nahi ere”, dio Gonzálezek. Garbi hitz egin du: “laguntzen politika ez da zuzena izan”.

Gauzak horrela, hartza galtzen ari dela ohartarazi du: “Inguru hauetan, hiru ale bakarrik gertzen dira: Nere arra, Camillek hartzen zuen eremuan (Erronkari eta Aisa inguruan); Camelito, Bearnen eta Ossaun ibiltzen dena, hura ere arra; eta Sarousse. Azken hori emea da, baina ez dauka besteekin topo egiteko aukerarik, ekialdeko muturrean ibiltzen delako, Ribagorzan”.

Irtenbide bila, askotan aipatu izan dute kanpoko hartzak sartzeko aukera, “baina horretarako ezinbestekoa da jendea alde egotea, eta hemen ez dugu halakorik”, deitoratu du Gonzálezek.

Haren ustez, tamalgarria litzateke hartza galtzea. “Batetik, espezie ikurra da. Hemen betitik bizi izan dira elkarrekin artzainak eta hartzak. Nolabait, mendiak hartzarenak ere bazirela onartzen zen; Ansoren armarrarian ere hartza agertzen da”, dio Gonzálezek. “Eta, bestetik, naturaren ikuspegitik, hartzak aterki-lana ere egi-

ten du; hau da, hura babesteko neurriek mende egiten die beste espezie batzuei ere”.

Horregatik guztiagatik, kudeaketan asmatzeko formula berriak bilatu behar direla iritzi dio: “Izan ere, lehen ardiak zaintzen zituzten, ezin zutelako buru bakar bat ere galdu. Orain, berriz, % 10 galtzen badute, onartu egiten dute, badute horretarako tarte. Baina ez dute tarte hori zaintzan inbertitzen. Kataluniako eredua baliagarria izan daiteke, baina hemen artzainak ez daude batuta, eta zaila da adostasuna lortzea”.

Antzeko erretratua atera du Elosegik ere mendebaldeko haranetan: “Artzainak hartzik eta otsorik gabe bizitzera ohitu dira, eta orain oso gogorra egiten zaie ohiturak aldatzea. Horregatik, gehienek ez dute hartzari buruz ezer entzun ere egin nahi”.

HABITAT EGOKIA

Ikuspuntu ekologikotik, berriz, Pirinioek hartza bizitzeko eta ugaltzeko habitat aproposak dituela frogatu da. Horren adierazle da hartz esloveniarrak egokitze eta ugaltze izan duten

Artaldeak biltzeak hartzen erasoak gutxitu ditu. ARG.: TONI BATET/IRUDIAREN ARGITALPENA, ERREPRODUKZIOA, BANAKETA ETA KOMUNIKAZIOA EGILEAREN BAIMENERA MUGATZEN DA.



Pirinioek kalitate handiko habitatak eskaintzen dizkiete hartzei.

ARG.: FOTOTRAMPEO_DAAM/IRUDIAREN
ARGITALPENA, ERREPRODUKZIOA, BANAKETA
ETA KOMUNIKAZIOA EGILEAREN BAIMENERA
MUGATZEN DA.

erraztasuna. Horrez gain, joan den urtean egin-
dako ikerketa batean, kalkulatu zuten Pirinioek
110 hartz baino gehiagorentzako habitat nahi-
koa dutela (*Brown bear habitat suitability in the Py-
renees: transferability across sites and linking scales
to make the most of scarce data*).

Ikerketan, Frantziako eta Espainiako ikerketa-
zentro nagusiek parte hartu zuten (CNRS eta
CSIC, hurrenez hurren), desagertzeko arriskuan
dauden animalien ikerketan espezializatutako
Norvegiako eta Hego Afrikako institutu batzue-
kin batera. Ikertzaileek ordenagailu bidezko ere-
du bat garatu zuten, Kantabriar Mendikatean
izandako esperientzian eta Pirinioetako datue-
tan oinarrituta, hala nola, espezieak Pirinioetan
izandako bilakaera, gaur egungo datu demogra-
fikoak, habitat-motak eta ezaugarri ekologi-
koak, eta baita pertsonen dentsitatea, jarduerak
eta mugimendua ere.

Hori guztia aintzat hartuta, ondorioztatu zuten
Pirinioek kalitate handiko habitatak eskaintzen
dizkiela hartzei, eta, espeziearen iraupena ber-
matu nahi bada, ezinbestekoa dela habitat ho-
riek babestea, eta pertsonen egin dezaketen
erabilera arautzea (ehiza, baso-kudeaketa, ai-
sialdiko erabilerak...).

Horrez gain, komenigarritzat jo zuten ale ba-
tzuk sartzea orain hartzen dituzten eremu-
mugetan, aleen arteko topaketak bultzatzeko;
batez ere, mendealdeko arrek emerren bat aur-
kitzea errazteko. Azkenik, kudeatzaileei eta
erabakiak hartzen dituztenei dei egiten diete,
ugaltzeko aukera duen populazioa identifika-
tzeko, eta giza jarduerekin izan daitezkeen lis-
karrak aurreikusi eta haiek saihesteko neurriak
hartzeko.

AHAIDETASUN GENETIKOA

Hartzaren eta Pirinioetan bizi den jendearen
arteko bizikidetzaz arazoak alde batera utzita,
hartzaren aldekoek badute beste kezka bat:
ahaidetasun genetikoa. Izan ere, hartzen erdiak,
gutxi gorabehera, Pyros arraren seme-alabak
dira.

Pyros 1997an ekarri zuten Esloveniatic, bedera-
tzi urte zituela. Orain 25 ditu, eta, izaera mende-
ratzailea izaki, harenak dira geroztik jaio diren
hartz gehienak. Hala ere, Ruizek aurreratu due-
nez, bideragarritasun-azterketa egiten ari dira
frantziarrekin batera, eta datorren urtean izan-
go dituzte emaitzak.

“Azterketaren emaitzak izan bitartean, *a priori*,
bi gauza esan ditzakegu”, adierazi du. “Lehe-
nengoa da, ikuspuntu demografikotik, hartzak
ez duela arazorik. Oraingo, ez gendake hartz
gehiago sartzeko beharrik izango. Izan ere, ugalt-
zeko gai diren 8-10 eme ditugu orain, eta bi ur-
tez behin izaten dituzte kumeak. Hala, urtean
% 10-15 hazten da populazioa, eta orain beste
hartz bat sartzek arazoak baino ez litzuzke eka-
rriko”. Demografikoki, beraz, arrakastatsutzat
jotzen du populazioa.

Bigarren oharra ikuspuntu genetikotik da, eta,
hor, kontraesana dagoela iritzi dio Ruizek: “Ba-
tetik, denak Pyrosen seme-alabak edo alabekin
izandako bilobak dira, eta hori ez da ona, jakina.
Horregatik, Pyros ordezkatu behar dela uste
dugu, ikaragarria baita. Jaiotzen diren guztiak
bere seme-alabak dira, gutxienez beste hiru ar
ere badauden arren. Baina, bestetik, aleloen al-
dakortasuna ez da hain txikia; hau da, hain gu-
txi izateko, aldakortasun genetiko nahikoa han-
dia dute. Hortaz, hau kudeatu egin behar da, eta
horretarako oso baliagarriak izango dira egiten
ari garen azterketaren emaitzak”.

Bukatzeko, datuak izandakoan, hartzen diren
erabakiak guztien artean hartzearen garrantzia
nabarmendu du Ruizek, “ez bakarrik Frantzia-
ko, Kataluniako, Aragoiko eta Nafarroako admi-
nistrazioen artean, baizik eta administrazioen
ordezkarien eta Pirinioetako jendearen artean”.

Miel Mari Elozegi Irurtiarekin hizketan, Pirinioetako hartzaz

Miel Mari Elosegik Juan Zelaia saria lortu zuen 2004ean, “Hartzak Pirinioetan XXI. mendean” saiakerarekin (Pamiela, 2005). Gerora, beste bi argitalpen izan ditu liburuak, azkena, gaztelaniaz (“El oso pardo en los Pirineos”, Lynx, 2010). Argitaraldi bakoitzean, datu berriak bildu eta ikuspegia osatu heinean, aldaketak egin ditu Elosegik, baina, funtsean, jatorrizkoak azpiztitulutzat zuen galderari erantzuten saiatu da: “Posible ote da garapena eta kontserbazioa uztartzea?”. Gai horri ordu asko eta asko eskaini dizkionez, asko du esateko. Hemen, Elhuyarri kontatutako pasarte batzuk bildu ditugu:

Pirinioetako hartzak desagertuta egongo litzakete, Esloveniatik ekarritakoengatik izan ez balitz 2004ean hil zuten Pirinioetako azken hartzemea; tiroz hil zuten. Eme horrek utzi zuen kume bat, erdi piriniarra erdi esloveniarra, eta hori da bertako hartzaren odola duen azken oinordekoa. Esloveniatik ekarritakoengatik izan ez balitz, bertakoa desagertuta egongo zen.

Hor gauza asko daude kontatzeko. Bat, berandu mugitu zela administrazioa. Hartzak babes-teko legeak hor zeuden, baina berandu aplikatu ziren. Uste zuten errazagoa izango zela hartzak kontserbatzea, baina legeaz kanpoko ehizak egurra eman zion... Eta hartz gutxiegi geratu ziren.

Tiroz hildako azken hartzak

1997an izan zen. Melba izena zuen. Bi kume zituen, eta ehiztari gazte batek hil zuen. Hartzak ol-dartu zitzaioela esan zuen berak, eta, seguru asko horrela izan zen. Imajinatu basurde-uxaldi batean, zakurrak aurretik doaz, zaunkaka, eta hartzak bere kumeak babestu behar ditu. Ehiztaria ikusitakoan, sutan jarriko zen, eta hark bota egin zuen. Batzuek ezetz diote, ez zegoela arriskuan, baina nik ez nuke horrelakorik esango; ama bat da eta kumeak mehatxatuta sentitzen ditu... Egoera hori muturrekoa da.

Kantabriar mendikatean, bestelakoa da egoera

Azken urte hauetan, askotan joan naiz Kantabriar mendietara. Niretzat distantzia antzekoa da [Leitzan bizi da]: bost ordu Aranera, bost ordu Somiedora. Eta egoera hain da desberdina. Han mantendu zituzten hartz gehiago, eta abeltzainekin ez zen halako gatazkarik sortu. Ez dute ia ardirik, eta ez dituzte artaldeak aske...

Eredua beste bat da, eta seguru asko horrela eboluzionatu zuen, otsoak eta hartzak zituztelako han. Orduan zer egin zuten? Ardiekin beti saltsan... Ba behiak jarri, zaldiak jarri... Batez ere behiak, eta zakurrek zainduta. Artaldeak, berriz, etxe ondoan dituzte; 10-15 ardiko talde txikiak. Hori da aldea. Han beti izan dute otsoa, eta Pirinioetan otsoa galdu egin zen. Desagertu zenean, artzaina lasaitu egin zen, galdu zuen eraso ei aurre hartzeko kultura, eta gero, hartzak askatu zituztenean, berrir bueltatu behar izatea zakurretara eta artaldea biltzera oso-oso gogorra da haientzat.

Hartzaren kontrako sektore gogorrena, artzantza Kontua da Pirinioetan ardia dugula. Zer da ardia Zuberoan, edo Nafarroa Beherean? Zenbat fami-

lia bizi dira hortik? Ez dute industriarik; turismo pixka bat, eta, bestela, ez dute beste ezer. Gainera artzantzak garrantzi handia du Pirinioetako larreen funtzionamenduan, eta, hortaz, ekosistemak garrantzi berezia du.

Hor hartzak onartzea oso zaila da. Gaur egun nik ezagutzen dudako sektore gogorrena hori dago. Antolatuta daude, eta beren interesak defendatzen dituzte, hartzaren kontra, logikoa den bezala. Gogorrenak hor daude: Aspen, Ossaun, Biarnon, Zuberoan eta Ariège.

Ez da bakarrik kalteengatik; filosofia-kontua ere bada

Haiek esaten dute: “Mendeak behar izan ditugu denak kentzeko, eta orain etorri behar zaizkit Europatik, hartzak sartzerat?”. Ezin dute onartu. Zer dago horren atzean? Ba ez dela lana ongi egin. Ez zaie azaldu hartzak balio berezia eman diezaiokela eskualde bati. Adibidez, turismoa: urteak daramatzat Kantabriar mendietara joaten, eta urtetik urtera goraka doa hartzak erakarritako jende-kopurua.

Han elkarte batzuek (Fundación Oso Pardo, FAPAS, talde ekologistak...) zubi-lana egin dute administrazioaren eta abeltzainen eta nekazarrien artean, bi aldeek elkar ulertzen, eta nahiko ondo egin dutela ematen du. Pirinioetan ez dute horrelakorik lortu.

Egia da beste ohitura batzuk dituztela, eta garapen sozio-ekonomikoa ere handiagoa zen Pirinioetan Asturias aldean baino. Pirinioetan eskapistak dituzte, adibidez, eta haien hartzak ekar dezakeen turismoa eta mugimendu ekonomikoa oso txikiak dira eskiak ekartzen dituenarekin alderatuta. Mendizaletasunak ere diru pila bat uzten du Pirinioetan... Asturias ez zegoen hain garatuta, nahiz eta azken urteetan berdintzen ari den.

Camille bandido bat zen

Camille zen *bandido* bat. Batzuek beste ia 40 ardi hiltzen zituen urtean, asko. Zer gertatzen zen? Camillek ezagutzen zituen hori inguruko artalde denak. Beretzako oso erraza zen ardi bat harripatzea, eta sekula ez zitzaion ezer txarrik gertatu. Bere leku kuttuna Ezkaurre zen. Garde aldera, edo Zuriza aldera egiten zuten, akabatzen zuten ardi bat, jaten zuten bete arte, eta etzan egiten zen. Gero iristen ziren saiak, eta dena garbitzen zuten. Eta kitto, hori zen dena. Hurrengo egunean, nahi bazuen, beste bat hiltzen zuten.



POLY FOTOGRAFOS

Iritsi zen hamar eraso segidan egitera, hamar gauetan jarraian. Eta hori ezin da onartu. Zergatik egiten du hori? Ez zaiolako oztoporik jartzen. Aurre egin behar zaio horri: zakur batzuk jarri, itxitura batean sartu ardiak, eta, zergatik ez, joan hartzaren atzetik eta tiro batzuk egin airera edo perdigoi batzuekin uxatu. Azken finean, hartzak azkarra da, eta errazera jotzen du, baina erakusten bazaio, ikasten du.

Nire ustez, Camillerekin kudeaketa-arazo bat egon zen, ez baitzen inolako ekintzarik egin ez prebentzioan ezta ardizale bihurtutako hartzari zaletasun hori kentzen saiatzeko ere.

Hartzak galtzen bada

Zer galtzen da, hartzak galtzen bada? Nola begiratzen den, gauza handia galtzen da, edo deus ez. Hemen galdu ziren hartzak. Nik dauzkate hemengo, Leitzako agiriak: nork bota zuen hartzak, non, zenbat ordaindu zitzaion... Eta galdu zen. Zer galdu da Leitzan?

Goazen beste begi batzuekin begiratzera: non daude hartzak? Kantabriar mendikatean daude, Pirinioetan daude hartz batzuk. Eta jendeak maite ditu hartzak, animalia bereziak direlako. Animalia gutxiak izango dute kultura honek utzi duen ondarea: ihauteriak, kondairak, istorioak, kantak, tradizioak... Hau Zuberoan entzun dut nik: gure arbasoek arbasotzat zuten hartzak. Eta gurean logika du horrek. Hemen ez dago tximurik, eta animalia antzekoena izan daiteke hartzak: zutik jartzen da, azkarra da, titia emateko ere batzuetan hartzen du kumea jarrera honetan [bularra emateko ohiko jarrera imitatzen du Elosegik]... Badu logika.

Baina hartzaren baliorik handiena da erabili daitekeela tresna bezala beste espezie batzuk babesteko. Zergatik? Gure gizarteak estimu handia delako basoilarrei, arrano ez dakit zeini eta hartzei. Eta prest dago dirua gastatzeko inguru batzuk zaintzeko, han hartzak badago. Ez zaizkio gehiegi axola inguru hartan bizi daitezkeen beste espezie interesgarri batzuk, baina bai hartzak. Alde horretatik, oso da garrantzitsua hartzak babestea. ●

IÑAKI LETURIA YURRITA
Elhuyar Zientzia

BISITA MUSKIZKO

ARGAZKIAK: PETRONOR



FINDEGIRA



“**I**ndustriagunean sartzen ari zara” dio letra handiz Muskizko petrolio-findegiairen sarrean dagoen kartelak. Baina ez da edonolako industria. Batetik, Euskal Herrian dagoen findegi bakarra delako. Eta, bestetik, ez da atzera gelditzen neurritan ere: urtean 11 milioi tona petrolio fintzen ditu, 220 hektareako azalera du eta hiru udalerrri ezberdinetan banatzen du sail hori guztia: Muskiz bera, Zierbena eta Abanto-Zierbena. Hain da zabala industria-gunea, barruan batetik bestera oinez mugitzea pentsaezina dela. Bizikletak, autoak eta lineako autobusak findegiairen kaleetan gora eta behera ibiltzen dira hiri batean bezala.

“Kontuz! Atmosfera leherkorren gunean sartuko zara” jartzen du beherago sarrerako kartelean. Erretzerik ez dago, noski, eta mugikorrak ere itzali egin behar dira. Beste findegi batzuetan kendu egiten dituzte. Segurtasun-oinetakoak, betaurrekoak eta suaren kontrako jantzia erabili behar dira. “Hidrokarburoekin egiten dugu lan eta, ez da normala baina gerta liteke jariatzen dituzten gasak nonbait pilatzea” dio Elias Unzuetak, Petronorren findegiko prozesu-buruak. “Txinparta bat nahikoa litzateke leherketa bat edo sute bat eragiteko”. Horregatik, karga estatikorik metatzen ez duen jaka eramatea edo gailu elektrikoak erabiltzeko debekua. ATEX arautegiak ezartzen ditu neurri hauek guztiak eta zorrotz betetzen dira findegi osoan. Txinparta-iturri izan daitekeen edozer —kable, etengailu, koadro-elektroko— isolatuta dago. Telefono mugikorra erabiltzekotan “tripak” kutxa batean isolatuta dituen erabili behar da, kilo erdiko pisua duena.

Elias Unzueta
Muskizko findegiko
prozesu-burua.



PETROLIOAREN BANKUA

“Bankuetan dirua nola, petrolioa findegian hala, hor doa hodietan zehar, baina ez dugu ikusten”. Unzueta ez du gezurrik esan. Hodiak nonahi, kilometroak eta kilometroak, baina petroliorik ez da inon ageri. Findegia itsas terminalari lotuta dago, eta etorri handik dator lehengai beltza. Hara, munduko bazter guztietatik iristen da: Mexikotik, Errusiatik eta Pertsiar Golkotik. 1972an zabaldu zuten findegia, Santurtziko zentral termikoak argindarra sortzeko beharrezko zuen fuel-olioa ekoizteko. Kokapena erabakitze arrazoia itsasoa izan zen. Kantauri itsasoan ez da Zierbenako portuaren parean adinako sakonerarik kostaldetik hain gertu. Ez da alferrik “super-portua”: 500.000 tona arteko petrolio-ontziak har ditzake, 300 metro luze eta 50 zabal direnak. Urpean, zortzi solairuko etxe baten altuera. Erraldoi hauek husten duten petrolioa findegira eramaten du bost kilometro eta erdiko oliobideak.

Gaur egun petrolioak, hala ere, ez du ia ezertarako balio bere horretan, findu gabe. Antzina, sumeriarrek kaleak asfaltatzeko baliatzen zuten, Egipton larrua ontzen zen eta Ertamerikako kulturek marraztu egiten zuten harekin. Iturri batetik era naturalean irteten ikusi zuen Marco Polok egun Azerbaidjan den parajea eta halaxe jaso zuen bere kroniketan. Antza denez, txinarrak izan ziren lehenak lurra zulatu eta azaleratzen. Shiyu deitzen zioten, harkaitz-

olioa, eta halaxe bataiatu zuen urteak geroago Georg Bauer mineralogiaren aitak ere: *petroleum*, harritik datorren olio, petrolioa edo harrolioa.

KATE FOSILAK

Zezen-plaza baten bueltako berde koloreko 14 gordetegitara iristen da portutik findegira petrolioa. Jakin-mina ase du Elias Unzueta: “Bakoitzean 100.000 m³ sartzen dira”. Kontuak aterata, 100 milioi litro bakoitzean. Baina petrolioa bakarrik ez, ur apur bat ere badakar eta olio uraren gainean gelditzen dela probestuz, azpiko aldetik ateratzen dute ezpurutasuna.

Petrolioa erregai fosila dela esateak ematen du bere jatorriaren zantzua: materia organikoa lurpean kantitate izugarritan metatu zen duela milioika urte eta presioa eta temperatura altuen eraginez deskonposatu egin zen, olio eta gas bihurtuz. Elementu bitxia da. Definizioz hidrokarburoen, karbono eta hidrogeno kateen nahasketa bat da, baina, definizioaz harago, lehengai ezin konplexuagoa da. Izan ere, karbono atomo bakarra duen metanoa bezalako molekula sinplea eta baita dozenaka edo ehunka karbono atomo dituzten molekula astunak petrolio beraren osagaiak dira.



*Bankuetan dirua nola,
petrolioa findegian hala;
hor doa hodietan zehar,
baina ez dugu ikusten.*

Besteak beste, petrolioa osatzen duten hidrokarburo-molekularik ohikoenak hauexek dira: alkanoak edo parafinak, hidrokarburorik sinpleenak dira, lotura sinpleak besterik ez dituzte eta hidrogenoz ase daude; zikloalkanoak edo naftanoak, eraztun itxurako egitura aseak; hidrokarburo aromatikoak, eraztun itxura hauek ere, baina ez-aseak; eta asfaltoak, elementu konplexu bezain astunak.

Molekula hauek guztiak nahasian datoz olio beltzean. Beltzean, horixkan, berdean, gorriarean ... petrolioa ez baita beti beltza. Kolorea, eta baita biskositatea ere, egitura molekularren arabera da: molekulak geroz eta handiagoak, ilunagoa izango da olio eta molekula txiki askorekin berriz horirantz joko du. Unzueta eskutan duena marroi-gorrixka da, ia beltza. Maya (Mexiko) eta ural (Errusia) moten nahasketa da gaur laborategian aztertzen ari direna.

Aztertu behar handirik ez da egoten hala ere, erositakoan petrolioaren espezifikazioak ezagunak direlako. Laborategiaren funtzioa, fintzearen emaitzaren kalitate-kontrola eta lan-prozesuen jarraipena egitea da.

EGOSI, ZATITU, IRABIATU

“Metafora ona da sukaldaritzarena findegian egiten duguna deskribatzeko” aitortzen du Unzuetak. Plateraren edo plateren prestaketa distilazio-dorrean hasten da. Espazio-ontzi bat edo, metaforarekin jarraituz, presio-eltze bat dirudi, baina 40 metro altukoa. 350 °C-tik gorako tenperaturaren sartzen da petrolio bertara eta lurruntze-prozesu bat gertatzen da. Produkturik arinenak, lehen aipatutako molekularik txikiak, dorrearen buru-aldera igotzen dira eta astunenak hondoan gelditzen dira. Altuera-tarte horretan beste produktu asko dago: tenperatura ezberdinetan kondentsatzen dira petrolioaren osagai ezberdinak, bakoitzak duen pisu molekularren arabera. Dorrearen barruan dauden erretilu batzuek jasotzen dute kondentsazio horren emaitza. Petrolio zatitzea ere deitzen zaio prozesu honi. Hau da, goitik behera ateratzen dena: gasak —butanoa eta propa-

noa— (35°C baino gutxiago), naftak (35 °C eta 180 °C bitartean), kerosenoa (180 °C-250 °C), gasolina (250 °C-350 °C) eta fuelolioa eta asfaltoa (350 °C-tik gora).

Teknologia hau ez da berria, XIX. mendean erabiltzen zenaren oinarri berbera du. Askok aurreratu du fintzeak, hala ere. Gaur egun, petrolioari ahalik eta etekin handiena ateratzeko, batetik, eta merkatuak eskatzen dituen produktuak ekoizteko, bestetik, lehen distilazioari hainbat eta hainbat prozesu jarraitzen diote. Hala, Muskizko findegia “konbertsio-eskema” duela esaten da, petrolioren frakzioak eraldatzeko 21 unitate ezberdin dituelako.

Adibidez, hutsean beste distilazio bat egiten zaio dorrearen hondarreko fuel-olioari eta asfaltoari “zuku” handiagoa ateratzeko. Nafta arinak petrokimikan erabiltzen dira eta astunekin gasolina egiten da. Erreformatze unitatean nafta horien oktanoa hobetzen da, hau da, molekulen forma aldatzen da: platinoa duen katalizatzaile bat erabiliz 6 edo 7 karbono atomo luze diren molekulak eratzun bihurtzen dituzte, hobeak baitituzte. Eta antzera gainerako unitate-



36.000 tona
hidrogeno sortzen
dira; eta 200.000
tonatik gora sufre
kentzen zaie
erregaiei.



tan: lehengai petrokimikoak lortzeko kateak as-
katu eta lotu, sufrea kendu, hidrogenoa sortu...
findegiko lana mila lan txikiren batura da, edo
ez hain txikiena, kopuruei begiratuta. 36.000
tona hidrogeno sortzen dira urtean, adibidez.
Edo 200.000 tonatik gora sufre kentzen zaie
erregaiei, arauak bete ditzaten.

Errendimendua hobetzearen bidean doa URF
edo fuel-olioa murrizteko unitatea: koke-dorrea.
Instalazio berrietan petrolioaren osagai astune-
nak eraldatzen dira, upelaren hondoa esaten
zaiona, fuel-oliotik abiatuta merkatuan gehiago
eskatzen diren produktu arinagoak egiteko: gas
likidotuak (propanoa, butanoa), gasolinak eta ga-
solioak. Eraldaketa hori petrolioaren “bihurketa”
termikoko prozesuan oinarritzen da. Horretara-
ko, pisu molekular handiko molekulak hausten
dira oso tenperatura altuan, 500 °C inguru. Emai-
tza zenbakitan ipinita, 1972an upel batetik ateraz-
ten zenaren % 45 fuel-olioa, asfaltoa eta kokea
zen eta gaur % 8 da, hau da, % 92 probesten da
erregai bezala edo petrokimikarako. Edo gehia-
go: URF unitatearen hondakina ere, kokea, ika-
tzaren antzeko azken-azken produktua, porlan
lantegiek erretzen dute energia sortzeko.

ZUHAITZAK AIREAN

Urtean 11 milioi petrolio-tona distilatzeko ener-
gia asko behar da, eta energia horren kudeake-
ta egokiak “berebiziko garrantzia” du, Unzueta-
ren esanetan. “Kogenerazioaren bidez ia 100 Mw
ekoizten dugu, fintzean sortzen den gasa eta
erositako gas naturala erabiliz, pentsa zenbat
den hori: Garoñak 70 Mw ekoizten zituen”. Bai-
na kontsumoa ere ez da nolanahikoa, ia 65 Mw.
Gainerako elektrizitate-soberakina saldu egiten
dute. Ingurumen-eskakizunak eta diru-kostuak
medio, energia aurreztu eta, aldi berean, CO₂
isurketak murrizteko proiektu bat jarri du abian
Petronorrek oraintsu. “Datorren 4-5 urteetan
% 15 edo gehiago murriztu nahi ditugu isurke-
tak: 300.000 tona CO₂ gutxiago izango dira ai-
rean, Bizkaia erdiaren tamainako baso batek
xurgatuko lukeen kopurua” dio Unzuetak.

Norbaitek, agian Muskizko biztanleren batek,
beharbada nahiago lituzke zuhaitz horiek ikusi
lantegiko tximiniak baino. Baina petrolio egarri
den mundu batean bizi gara eta, momentuz,
findegia beharrezkoak dira. ●



Hazi Hezi

etxerako heziketa aldizkaria

Heziketari garrantzia ematen diogulako



20 euro, urteko 4 zenbakiak etxean jasotzeko

Interesa duenak kontsulta dezala: www.hikhasi.com

AITOR URRESTI GONZALEZ
Energian aditua eta EHuko irakaslea



GAROÑA

istorio amaigabea

Orain urte bete, Garoñako zentral nuklearraren aurrera joan ginen, zentralaren behin betiko itxiera ospatzeko. Zentralaren bizitza luzatzea eskatzeko epea amaitzear zegoen. Hori dela eta, urtero zentralera egiten den martxak jai giro ezin hobea izan zuen. Urtebete pasa da ordutik, eta tartean denetarik gertatu izan da.

Garoña 1970ean jarri zen martxan, eta estatuan martxan dagoen zentral nuklearrik zaharrena da. Jabea Nuclenor da, Iberdrola eta Endesak osatzen duten enpresa. Zentral txikia da, 460 MW-ko potentzia du, eta estatuko elektrizitatearen % 1,4 sortzen du. Bere bizitza baliagarria 40 urtekoa izanik, 2011n amaitzen zen baimena, baina orduko gobernuak 2013rarte luzatu zuen. Eta 2013tik aurrera martxan jarraitzeko, baimen berria eskatu behar zuten, baina hori egiteko epea pasatzen utzi zuten. Izatez, luzapen hori aurrera eroateko, Garoñak hainbat hobekuntza egin behar zituen, gutxienez 120 milioi euroko aurrekontua zituztenak, Fukushima istripuak eragindako segurtasun-eskakizun berriak behartuta. Segurtasun Nuklearreko Kontseiluak (CSN) argitaratu zuen orduan zentralaren irtenbide bakarra ixtea zela, uztailaren 6an.

Hobekuntzak egin beharra nahikoa ez, eta gobernuak legedia aldatu zuen erregai nuklearraren gaineko zerga bat ezarri. Nuclenorren esanean, zerga horrek 150 milioi euro baino gehiagoko gastua ekarriko lioke Garoñari. Hori horrela izanda, urte honen hasieran Garoñako zentrala gelditu egin zen, zerga berria ez ordaintzeko. Bazirudien behingoz istorio amaigabe honen azken orriak irakurrita zeudela.

Baina suspenseko pelikuletan gertatzen den bezala, egun batetik bestera argudioak buelta eman zuen. Bagenekien Nuclenorren eta gobernuaren artean hizeketaldiak zeudela zentralaren etorkizunaren inguruan, eta maiatzean gure susmoak egia bihurtu ziren.

Gobernuak zentralaren luzapena ahalbidetzeko dekretu berria atera nahi zuen, eta CSNren baimena lortu zuen. Cristina Narbonak, CSNko kontseilariak, gobernuaren aldetik izandako presio gogorrak salatu zituen, erakundearen independentzia zalantzan jarritz.

Zelan liteke, hilabete batzuk lehenago zentralen errentagarritasun ekonomikoa zalantzan zegoela aitortu ondoren, Nu-

clenorrek oraindik ere zentrala martxan jarraitzea nahi izatea? Baliteke horren erantzuna gobernuak argitaratzear duen lege elektriko berrian egotea.

Gobernuak Garoña berriz martxan jartzeko bidea irekita zuen, baina guztia amaitutzat ematen genuenean... dekretu berria argitaratzeko epea pasatzen utzi zuten. Oraindik ez dago argiegi une horretan gertatutakoa, baina badirudi dekretu berri hori aurrera ateratzeko epe administratiboak betetzeko modurik ez zegoela.

Zentrala geldirik zegoen, eta luzapena eskatzeko biderik gabe. Bazuen berriz ere martxan jartzeko modua, ustiapen baimen berri bat eskatuz. Zentral berri bat martxan jartzeko prozesu guztia jarraitu beharko luke, ingurugiro inpaktuko ebaluazio berria barne. Baina gobernuak ez zuen azken hitza esanda, eta bide berri bat ireki zuen. "Ustiapeneko aldi baterako etenaldia" deritzaion egoera berria definitu zuten, berriz ere martxan jartzeko prozedura erraztuz. Une honetan, dekretu berria argitaratu gabe dago oraindik.

Bien bitartean, Ebro ibaiko ura hozketarako erabiltzeko baimena amaitu zitzaion

 *Nahiz eta martxan jarraitzeko baimena lortu, urte gutxirako izango litzateke, eta epea ez litzateke nahikoa izango birgaitze-lanak amortizatzeko.*

zentralari, eta berritzea eskatu zuen. Uda honetan heldu da baimen berria, baina lehen baino eskakizun zorrotzagoak dakartza berarekin. Ebro ibaiko ura larregi berotzen delakoan (30 °C baino gehiago hartzen ditu), zentralak hozketa-sistema berria eraiki beharko luke, edota bere potentzia murriztu. Azken hori nahiko zaila da zentral nuklear batentzat. Almarazeko zentral nuklearrak hozketa-sistema hobetu behar izan zuen, Garoñak dituen eskakizun berdinekin, eta 30 milioi euroko inbertsioa egin behar izan zuen.

Une honetan, beraz, Garoñaren etorkizuna airean dago. Ustiapen-baimen berria eskatu lezake, baina kasu horretan berritzeko lan garestiak egin beharko lituzke: Fukushima-aren istripuaren ondorioz egin beharreko eraldaketa gutxienez 120 milioi euro kostatuko litzaioke, eta Ebro

ibaia berotzea ekiditeko hozketa-sistema berria, beste 30 milioi euro. Horrez gain, erregai nuklearra kudeatzeko zerga berria ordaindu beharko luke; Nuclenorrek aurreikuspenen arabera, 150 milioi euroko gastua. Diru larregi izan liteke hain ekoizpen txikia duen zentral zaharkitu baten zat. Gogora dezagun zentrala 40 urtez martxan egoteko diseinatu zela, eta azken urteetan arazo tekniko ugari izan dituela. Hortaz, nahiz eta berriz martxan jarraitzeko baimena lortu, badirudi urte gutxirako izango litzatekeela, eta, horrenbestez, epea ez litzateke nahikoa izango birgaitze-lanak amortizatzeko.

Guzti horrek zalantza pizten du. Azken finean, zergatik hainbeste mugimendu gobernuaren eta enpresaren artean, hain txikia den zentral baten bizitza luzatzeko? Zoritako zentralaren bizitza amaitu zenean, ez zen horrelako arazorik sortu. Bi kasuen arteko desberdintasun nagusia da une honetan lege elektriko berri baten zain gaudela. Baliteke, beraz, Nuclenorren eta gobernuaren arteko tirabira honetan, Garoña martxan jarraitzea baino zerbait gehiago egotea jokoan, eta mahaiganean dauden piezetatik bat baino ez izatea Garoñako zentrala Lege elektriko berrian ziklo konbinatuko zenbait zentral ixteko proposamena dator, eta kapazitateko ordainketak ere berririo kalkulatu dira. Litekeena da Nuclenor gobernuarekin negoziatzen aritzea, legedi berri honetan egoera abantailatsu bat lortzeko, Garoñako zentralaren itxieraren truke. ●



ARG.: SANTA MARIA DE GAROÑA

BIKOITZA DA

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIAK: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND



1 953ko martxoan, Rosalind Franklinek prest zuen DNAREN egiturari buruzko artikulua. Baina orduantxe jakin zuen Watsonek eta Crickek DNAREN egituraren eredu berri bat proposatu zutela. Watsonen eta Crickek artikulua atzetik joan zen Franklinena, 1953ko apirilaren 25eko *Nature*ren. Ohar bat idatzi behar izan zuen: “Gure ideia nagusiak bat datoz Watsonek eta Crickek aurreko artikuluan proposatzen duten ereduarekin”.

Eta ez zen harrizkoa bat etortzea, Franklinek jakin ez arren, haren datuetan oinarrituta baitzegoen Watsonen eta Crickek ereduak.

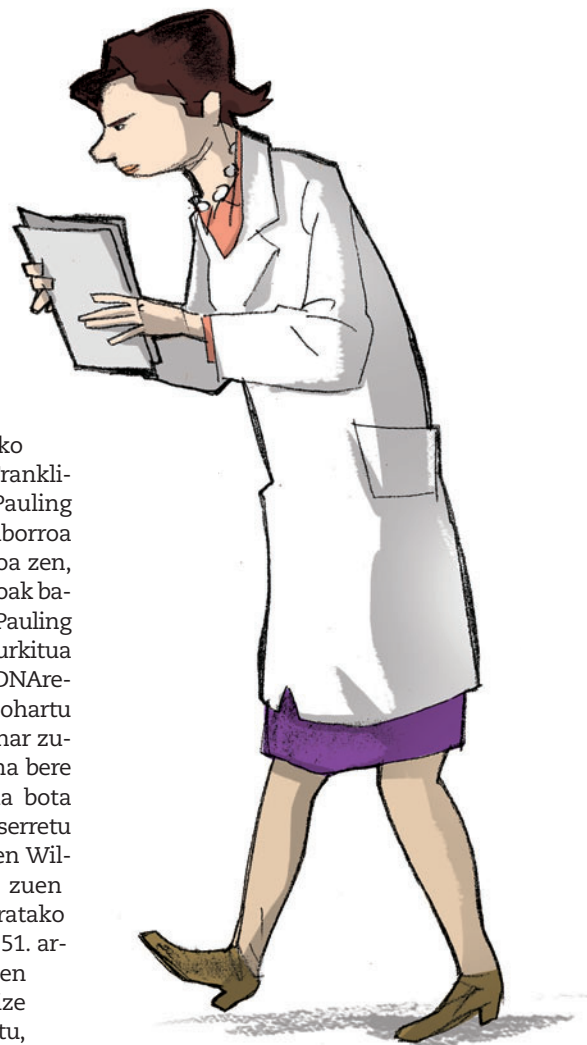
“Rosyk, noski, ez zizkigun bere datuak eman. King’sen inork ez zekien datu haiek gure eskuetan zeudenik” idatziko zuen gerora Watsonek. Eta Franklinen lanaz baliatu gabe DNAREN egitura argitzea ezinezkoa izango zitzaizela ere aitortuko zuen. Franklinek ez zekien Cambridgeko arerioek bere datuak erabili zituztenik, ezta datu haietako batzuk bere taldeko Maurice Wilkinsek pasa zizkien ere.

Wilkins eta Franklin ez ziren inoiz ongi konpondu. Franklin King’s Collegeira iritsi aurretik, Wilkins ari zen DNAREkin lanean, bere doktoretza-ikasle Raymond Goslingekin batera. 1951an iritsi zen Franklin. Fisika eta kimika ikasi zituen, ez zekien ezer biologiaz; baina X izpien difrakzio bidezko kristalografian aditua zen. Zuzendariak teknika hori DNARI aplikatzea nahi zuen; are gehiago, DNAREN ikerketa zuzentzeko esan zion Franklini, eta Gosling berarekin ariko zela handik aurrera. Wilkinsi ez zion ezer esan, ordea. Hura baztertuta sentitu zen. Ez zen batere ondo hasi, beraz, Wilkinsen eta Franklinen arteko harremana. Eta haien izaerek ere talka egiten zuten. Franklinek begirada zorrotza zuen, mihi bizia, eta pazientzia gutxi. Wilkins, berriz, lotsatia zen, hizketa motelekoa, eta begietara begiratzea saihestu ohi zuen.

Franklinen eta Goslingen lana emaitzak ematen hasi zen. Laster ikusi zuten DNAk bi forma izan zitzaizkela, hidratazio mailaren arabera; A eta B deitu zieten. Eta bazirudien B formak helize itxura zuela. Franklin-ek hitzaldi batean eman zuen emaitza haien berri. Hitzaldi hartan zegoen Watson gaztea.

James Watson eta Francis Crick Cambridgeko Cavendish laborategiko ikertzaileak ziren. Eredu teorikoekin egiten zuten lan, eta beharrezkoak zituzten besteren datuak euren ereduak egiteko. Eta Watsonek Franklinen hitzaldian entzundakoa interesgarria zen. Cricki kontatu zion, ez oso zuzen. Eta informazio oker harekin, DNAREN egitura asmatzea ez zela zaila izango pentsatu zuten. Berehala egin zuten, eta, harro, King’sekoak gonbidatu zituzten haien egitura ikustera. Ikusi orduko konturatu ziren Franklin eta Gosling gaizki zegoela. Helize hirukoitz bat zen, eta fosfa-

HELIZEA



to-taldeak barrurantz zituen. Hori ezinezkoa zen, egitura horrek ez zuen ur-molekulentzat lekurik uzten. Fosfato-taldeek helizearen kanpoaldean egon behar zuten.

Franklinek goitik behera deuseztu zuen Cambridgekoen eredua, arrazoiz arrazoi, zorrotz. Crickek gerora esango zuenez, Watson hitzik gabe ikusi zuen aldi bakarra izan zen.

Franklinek ondorioztatu zuen DNAREN bi formak zirela helize-itxurakoak; helize bikoitzak ziren.

King'sen aurrera jarraitu zuten. Franklinek lan handia egin zuen X izpien difrakzioko makina hobetzen eta doitzen, eta irudi bikainak lortzen hasi zen. Irudiek argi erakusten zuten B formak helize itxura zuela, baina A formaren kasuan ez zegoen hain argi. Eta Franklinek ez zuen ezer argitaratuko dena argi izan arte; teorizazioak eta espekulazioak ez zituen atsegin, datuak behar zituen. Hala, Goslingekin batera, irudi haietatik abiatuta kalkulu matematiko konplexuak egin zituen. 1952. urtearen amaieran, barne-txosten batean bildu zituen Franklinek emaitza haiek.

Franklinek ondorioztatu zuen DNAREN bi formak zirela helize-itxurakoak, helize bikoitzak ziren, bi katez osatutako helizeak, alegia. Bi kateak nola lotzen ziren ulertzea falta zitzaion. Gertu zegoen, oso gertu. Baina azkarrago zihoazen Cambridgekoak. Ordurako, bazituzten Franklinden datuak.

Lehenengo informazio gakoa 1953ko urtarrilean lortu zuten. Watson Franklengana joan zen, eskuan Linus Pauling amerikarraren artikulu baten zirriborroa astinduz. DNAREN egiturari buruzkoa zen, okerra hura ere: hiru kate, eta fosfatoak barruan. Watson larri zetorren, ordea; Pauling ez zen edonor, proteinen egitura aurkitua zuen, eta oso gai zen, dudarik ez, DNAREna aurkitzeko ere. Pauling akatsaz ohartu baino lehen, elkarrekin lan egin behar zutela proposatu zion Watsonek. Baina bere datuak interpretatzeko gai ez zela bota zion Franklini. Eta hura izugarri haserretu zen. Eztabaidaren erdian agertu zen Wilkins, eta bere bulegora eraman zuen Watson. Orduan, Franklinek ateratako DNAREN irudi onena erakutsi zion, 51. argazkia. Watsonek berehala ikusi zuen irudi horrek esan nahi zuena: helize bikoitz bat zen! Cambridgera bueltatu, Cricki kontatu, eta berehala hasi ziren lanean.

Urtarrilaren 28an Franklinek hitzaldi bat eman zuen King'sen. Laneko giro txarrak bultzatuta, bazihoan, eta bere ordura arteko lana lankideei azaltzeko zen hitzaldi hura. Watsonek eta Crickek ere joan nahi izan zuten, baina Wilkinsek idatzi zien ez joateko esanez, pribatua zela eta. "Hitz egingo dugu gero, airea garbiago dagoeanean. Espero dut sorginaren kea laster desagertuko dela gure begien aurretik", idatzi zien.

Ez ziren hitzaldira joan, baina otsailaren erdian, Cricken tesi-zuzendariaren bidez, Franklinek emaitzak biltzen zituen barne-txosten hura lortu zuten. Informazio hura eta 51. argazkia sekulako pagotxa ziren Watsonentzat eta Crickentzat. Otsailaren amaierarako Crickek taberna batean bota zuen "bizitzaren sekretua" aurkitu zutela.

1953ko martxoaren 7an prest zuten eredu. Eta zuzena zen. Watson gai izan zen Franklini falta zitzaiona argitzeko. Erwin Chargaff austriarraren lanean zegoen giltza. Chargaffek ikusi zuen DNA osatzen zuten lau baseen kantitateak binaka berdinak zirela beti. Eta Watson konturatu zen bikoteka parekatzen zirelako zela hori; beti bikote jakinak osatzen zituzten, eta bikote horien bidez lotzen ziren helizearen bi kateak.

Franklinek duintasunez hartu zuen Watson eta Cricken aurkikuntza. Handik bost urtera hil zen, 1958an, 37 urterekin, obarioko minbiziak jota. Ez zuen ikusi Watsonek, Crickek eta Wilkinsek 1962an jaso zuten Nobela. ●

SATORRAK

dani fano

ILARGIAN



IRUDIA: DANI FANO/CC BY-NC-ND

MOLEKULEN HERIOTZA

JOSU LOPEZ-GAZPIO

EHuko Kimika Aplikatua Saileko ikertzailea

XVIII. mendearen bukaera eta XIX. mendean zehar, iraultza izugarria gertatu zen kimikan. Garai horretakoak ditugu, esaterako, Lavoisier kimika modernoaren sortzaileetakoak enuntziatutako masaren kontserbazioaren legea, edo Dalton-en teoria atomikoa. Jakina, esperimentazioan oinarritutako teoria berriek ordura arte onartuak izan ziren baztertzea ekarri zuten. Adibide ezagunena, agian, XVII. mendearen bukaerako zientzialariek —J. J. Becher eta G. Stahl, tartean— errekuntza azaltzeko proposatutako flogisto-teoriaren gainbehera da. Hainbat ikerketa-arlotan emandako aurrerapausoak jakinarazteak zientzialarien arteko harreman estuak ekarri zituen. Akademiak, aldizkari zientifikoak eta topaketak nonahi hedatu ziren. Gehienetan, ideia-trukeak eztabaida sutu edo gatazka zientifikoaren jatorria ziren; zenbaitetan, berriz, adiskidetzeeen eta lankidetzaren zientifikoaren iturri izan ziren. Azken kasu horretan koka daiteke Friedrich Wöhler-ek eta Justus von Liebig-ek konposatu kimikoen isomeriaren inguruan izan zuten auzia, elkarlan oparoen abiapuntu izan baitzen.

Edonola ere, ideia zientifiko zaharkituak ezeztatzea zientzialari askoren leitmotib ga-

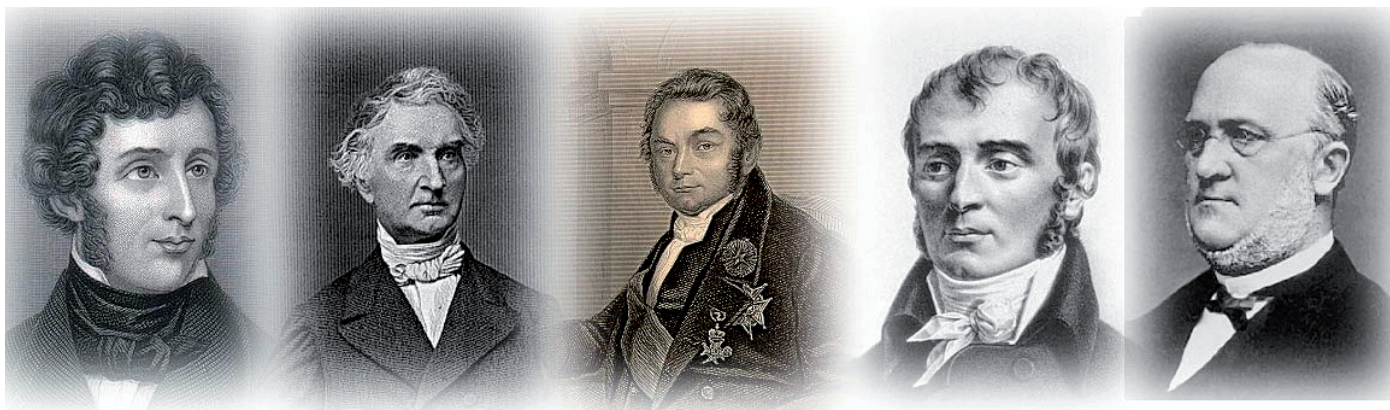
rrantzitsua izan zen, eta, asmo horrekin egindako lanen ondorioz, zientziak aurrerapauso izugarriak izan zituen. Beraz, ez da ahaztu behar teoria guztiek, baita okerrekin ere, beren funtzioa bete dutela zientziaren, eta, noski, kimikaren historian. Lehenago aipatu direnak—flogistoaren edo isomeriaren ingurukoak— gertaera benetan erakargarriak badira ere, jarraian plazara ekarriko dudana kimikaren historiaren beste istorio eder horietako bat da: F. Wöhlerrek urea sintetizatu zueneko eta horrek teoria bitalistaren izan zuten ondorioena.

BITALISMOA

Bitalismoa XIX. mendearen hasieran puripuri zegoen pentsamendua zen. Teoria bitalistaren oinarritzko printzipioa honako hau zen: mundu organikoaren eta ez-organikoaren artean amildegia zeharkaezin bat dago. Xavier Bichat fisiologo bitalista frantziarraren ustez, gorputz bizidunek bizirik irauten zuten euren burua suntsitzeko joera zuten indar ez-organikoei aurre egiteko gaitasuna zutelako. Bizia bera aurrez aurre jarritako indar ez-organiko suntsitzaileen eta bizi-indarren arteko lehia zen. Bizia mantenduko bazen, beharrezkoa zen bizi-indarrek arrakas-

ta izatea indar kimiko hutsen aurrean. Indar kimikoen *helburua* zen organismo bizidunak oinarritzko elementu kimiko bihurtzea. Bitalismoaren ikuspuntu horren arabera, kimika organikoa eta ez-organikoa indar guztiz kontrajarriek arautzen zituzten.

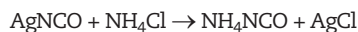
Teoria bitalistaren beste adibide garrantzitsu bat John Webster-ek idatzitako *A Manual of Chemistry* liburuan —Harvard Unibertsitatean Wöhlerren esperimentuaren aurretik erabiltzen zena— aurkitu dezakegu. Websterren azalpenen arabera, gorputz organikoak lau elementu ez-organikoz osatuta zeuden, baina lau elementu horien elkarketa baino gehiago zen bizia: bazegoen bizi-printzipio bat, indar kimikoetatik at zegoena. Ondorioz, mundu kimikoa bi indarren pean zegoen: afinitate kimikoa eta bizi-indarra. Batetik, afinitate kimikoa balio zuen erreazio ez-organikoak azaltzeko, eta, gainera, kimikarien esku zegoen indar hori menderatzea eta erabiltzea. Bestetik, bizi-indarrak mundu organikoa arautzen zuen, bizia bera justifikatuz. Indar hori ez zegoen —eta inoiz ez zen egongo— kimikarien esku. Hortaz, bitalismoak zioenez, laborategian konposatu organikoak sintetizatzea ezinezkoa zen. Bizi-indarra ez zen zientziaren tresna.



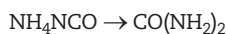
Kimikaren historiaren zenbait protagonista: Friedrich Wöhler, Justus von Liebig, Jöns Jacob Berzelius, Xavier Bichat eta Adolph Kolbe. ARG.: DOMEINU PUBLIKOAN.

UREAREN SINTESIA

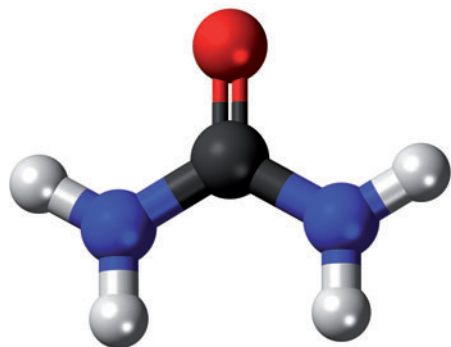
1828an Wöhler amonio isozianatoa (NH_4NCO) sintetizatzeako erreakzio baten bila zebilen, isomeriari buruzko ikerketak zirela eta. Horretarako, zilar isozianatoa (AgNCO) eta amonio kloruroa (NH_4Cl) zituen disoluzioa berotu zuen, erreakzio kimiko hau gertatuko zelakoan:



Erreakzioaren produktu gisa lortutako kristalak, ordea, Wöhlerrek espero ez zuen konposatu bati zegozkion. Horretaz ohartuta, substantzia txuri hura hainbat erataraz analizatu eta aztertu zuen, eta urea izan behar zuela ondorioztatu zuen. Urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 1773tik ezagutzen den konposatu kimikoa da, proteinen metabolismoaren ondorioz gernura iristen dena. Baina, nola lortzen zen urea? Hain zuzen ere, amonio isozianatoa —horren bila ari zen Wöhler—, sortu bezain laster, eraldatu egiten zen isomerizazio-erreakzioaren kausaz, eta urea ematen zuen:



Urearen sintesiak ez zuen aparteko interresik, baina, Wöhlerren esperimentuak lehen aldiz frogatu zuen molekula biologiko bat sintetizatzea posible zela bizi-indarraren beharrik izan gabe. Beste era batera esanda, molekula organiko bat sintetizatu zuen osagai ez-organikoetatik bakarrik abiatuz. Egungo ikuspegitik, urearen sintesia arlo zientifikoa berri baten abiapuntutzat har ba-



Urea molekula; karbonoa beltzez, oxigenoa gorriz, nitrogenoa urdinez eta hidrogenoa txuriz adierazita. ARG.: DOMEINU PUBLIKOAN.

dezakegu ere —alegia, kimika organikoarena—, XIX. mendearen hasierako zientzialari askok ez zuten hain argi ikusten bitalismoaren amaiera.

WÖHLERREN MITOAREN BERRIKUSPENA

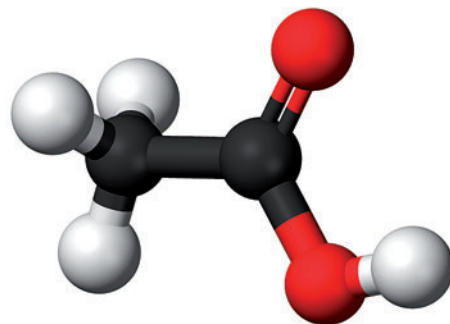
Wöhlerrek berak esperimentuari buruz zuen ikuspegiaren inguruan eztabaida anitz izan dira, eta urearen sintesiari buruzko hainbat interpretazio egin izan zaizkio: teoria bitalistaren aurkari sutsua zela, bitalista izaten jarraitu zuela edo esperimentuaren garrantziaz ez zela konturatu. Era batera edo bestera, autore askoren interpretazio okerrekin haizea emanda, Wöhlerren mitoa abian zen. Oraindaino iritsi den mitoa, gainera. Ildo horretatik, 1996an P. S. Cohen-ek eta S. M. Cohen-ek kimikako 35 testuliburu aztertu zituzten, eta ondorio kezagarriak ateratu: liburu gehienetan, Wöhlerri buruzko gertakaria zehaztasun historiko okerrekin azaltzen da, askotan urearen sintesiarekin batera bitalismoa baztertu eta kimika organikoa sortu zela esanez. Gainera, esperimentuaren garrantzia era nahasian azaltzen da testuliburu gehienetan, ikerketak dioenez.

Gertakariaren berrikuspen historikoen arabera, kimikarien artean uste zabalduta den arren, onar ezin daitekeen akats historikoa da urearen sintesiak bitalismoaren porrota ekarri zuela pentsatzea edo Wöhlerren helburua teoria bitalista ezeztatzea zela esatea. Komunitate zientifikoari urearen sintesiaren berri emateko idatzi zuen artikuluan, behin bakarrik aipatzen du Wöhlerrek bere esperimentuaren eta bitalismoaren arteko zerikusia. Lortutako isomerizazio-erreakzioari garrantzi handiagoa eman zion, eta, J. J. Berzelius-i —izen handiko kimikaria eta Wöhlerren irakasle ohia— idatzi zizkion gutunetatik ondorioztatu denez, ez zuen uste mundu organiko eta ez-organikoaren arteko muga zeharkatu zuenik. Aurkikuntzaren ondoren ere, Wöhlerrek molekulen bizi-indarrean sinesten jarraitu zuen. Teoria bitalista hain zegoen errotua, non garaiko zientzialarien artean urearen sintesia ez baitzen nahikoa izan ideia horiek hausteko. Baina, harira jota, zein da, orduan, esperimentuaren garrantzia, esperimentua egin zuenak ere ez bazuen garrantzitsutzat hartu? Bitalistek ziotenez, ezinezkoa zen laborategian konposatu organiko bat sintetizatzea. Wöh-

lerrek horixe egin zuenean, ordea, zergatik ez zen aldatu pentsamendu zientifikoa?

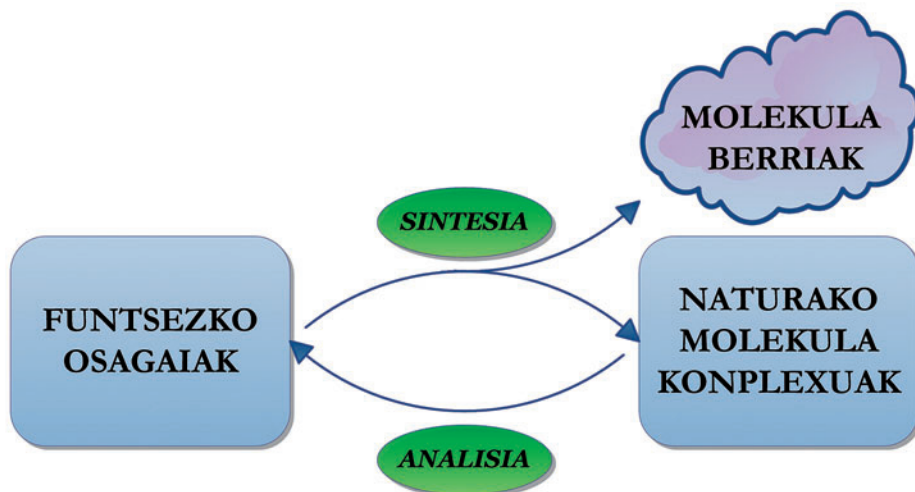
PAUSO BAT GERTUAGO

Bitalismoaren porrota bat-batean iritsi ez bazen ere, Wöhlerren zenbait garaikidek bizi-indarrarekiko ikuspegia aldatu zuten. Geroago, bitalismoarekin ados ez zeudenek urearen sintesia abiapuntutzat hartuz, beste hainbat molekula organiko laborategian sintetizatu zituzten: Kolbe-k, azido azetikoak; Berthelot-ek, azetilenoa, bentzenoa edo metanoa —zerrenda benetan luzea zuen azken honek—; Strecker-ek, hainbat aminoazido, eta abar. Horrela, pixkanaka-pixkanaka, teoria bitalisten alde egiten zutenak geroz eta gutxiago ziren, eta beherakada nabarmena gertatu zen Kolbek azido azetikoak sintetizatu ondoren (1845). Esperimentazioak argi erakusten zuen molekula organikoak, urea bezalaxe, hilda zeudela.



1845ean Kolbek azido azetikoaren sintesia lortzea gertakari garrantzitsua izan zen. ARG.: DOMEINU PUBLIKOAN.

1844tik 1870era bitartean, konposatu organiko ezagunen kopurua 720tik 10.700era pasatu zen —ez-organikoena, berriz, 3.250etik 5.300era bakarrik—. Garai benetan oparoa izan zen, horrenbestez, kimika organikoan. Bitalismoaren aurkako argudioak pilatuz eta pilatuz joan ziren heinean, bitalismoa zaharkitua geratu zen XX. mendearen hasierarako. Wöhlerren urearen sintesia bide luze baten lehen pausoa besterik izan ez bazen ere, ezinbesteko pausoa izan zen. Horretan datza urearen sintesiaren garrantzia: bizi-indarraren eta bitalismoaren inguruko eztabaida piztu zuen, eta, ondorioz, kimika organikoaren garai oparoenetako bati hasiera eman zion.



Kimika analitikoaren eta organikoaren arteko erlazioa.

ETORKIZUNENKOA ERRONKAK

Lehenago aipatu diren molekulen sintesiek, eta ondoren egin diren beste askok, frogatzen dute kimikariek badutela gaitasuna naturan dauden konposatuak edo existitzen ez diren molekulak egiteko. Naturan dauden substantzia konplexuak aztertuta eta molekulen erreaktibitatea eta propietateak ulertuta, ezaugarri benetan interesgarriak izan ditzaketen molekula berriak lortzen dituzte egunero zientzialariek. Kimika analitikoaren eta organikoaren arteko sinergiak aukera zabalak —mugagabeak, agian— eskaintzen ditu molekulen sintesiaren alorrean.

Azkenik, gogorarazi behar da, kimika organiko sintetikoaren moduan, biologia sintetikoa ere punta-puntako zientzia dela. Aipatzekoa da, adibidez, 2010ean Craig Venter biologoak genoma sintetikodun zelula lortu zuela Science aldizkarian ezagutzera eman zueneko. Kimika organiko sintetikoak bezala, biologia sintetikoak galdera askori erantzun die datozen urteetan, eta etorkizuneko erronka gehiago proposatuko. Izan ere, molekula organikoek bizi-indarrak ez dutela argi utzi du zientziak, baina, bizia bera lor ote daiteke laborategian? Laster beste Wöhler edo Kolbe bat ezagutuko ote dugu? ●

BIBLIOGRAFIA

BRIAN, J. YEH; WENDELL, A. LIM: "Synthetic biology: lessons from the history of synthetic organic chemistry". *Nature Chemical Biology*, 3(9) (2007), 521-525.

COHEN, PAUL S.; COHEN, STEPHEN M.: "Wöhler's Synthesis of Urea: How Do the Textbooks Report it?". *Journal of Chemical Education*, 73(9) (1996), 883-886.

ESTEBAN, SOLEDAD: "Liebig-Wöhler Controversy and the Concept of Isomerism". *Journal of Chemical Education*, 85(9) (2008), 1201-1203.

FONTECAVE, MARC: "Understanding Life as Molecules: Reductionism Versus Vitalism". *Angewandte Chemie International Edition*, 49 (2010), 4016-4019.

HOOR, MARTEN J. TEN: "The Formation of Urea". *Journal of Chemical Education*, 73(1) (1996), 42-45.

LIPMAN, TIMOTHY O.: "Wöhler's Preparation of Urea and the Fate of Vitalism". *Journal of Chemical Education*, 41 (8) (1964), 452-458.

SCHUMMER, JOACHIM: "The notion of nature in chemistry". *Studies in History and Philosophy of Science*, 34 (2003), 705-736.

WÖHLER, FRIEDRICH: "Ueber künstliche Bildung des Harnstoffs". *Annalen der Physik und Chemie*, 88 (2) (1828), 253-256.

Eskerronak Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza, Hizkuntza Politika eta Kultura Sailari doktoretza-aurreko bekarekin emandako laguntzagatik.



Euskal Herriko Unibertsitateko Euskara Zerbitzuak 2003an abiarazitako ekimena da ZIO (Zientzia Irakurle Orentzat). Bizkaiko Foru Aldundiaren laguntzari esker urterik urte osatuz doa ZIO bilduma.

Zientziara hurbiltzeko liburu erakargarri eta erabilgarriak eskainiz, euskara eta jakintza uztarturik jartzen dira edonoren esku.



FARMAKOGENETIKA, MEDIKUNTZA PERTSONALIZATUAREN OINARRIA

NEREA BILBAO ALDAITURRIAGA
AFRICA GARCÍA-ORAD CARLES
*EHUko Genetika, Antropologia Fisikoa eta Animalien
Fisiologia Saila*

ZIORTZA ASKAITURRIETA OSTOLAZA
*Farmakologia. Medikamenduen Garapen, Balioztatze
eta Erabilera Arrazionala masterreko ikaslea*

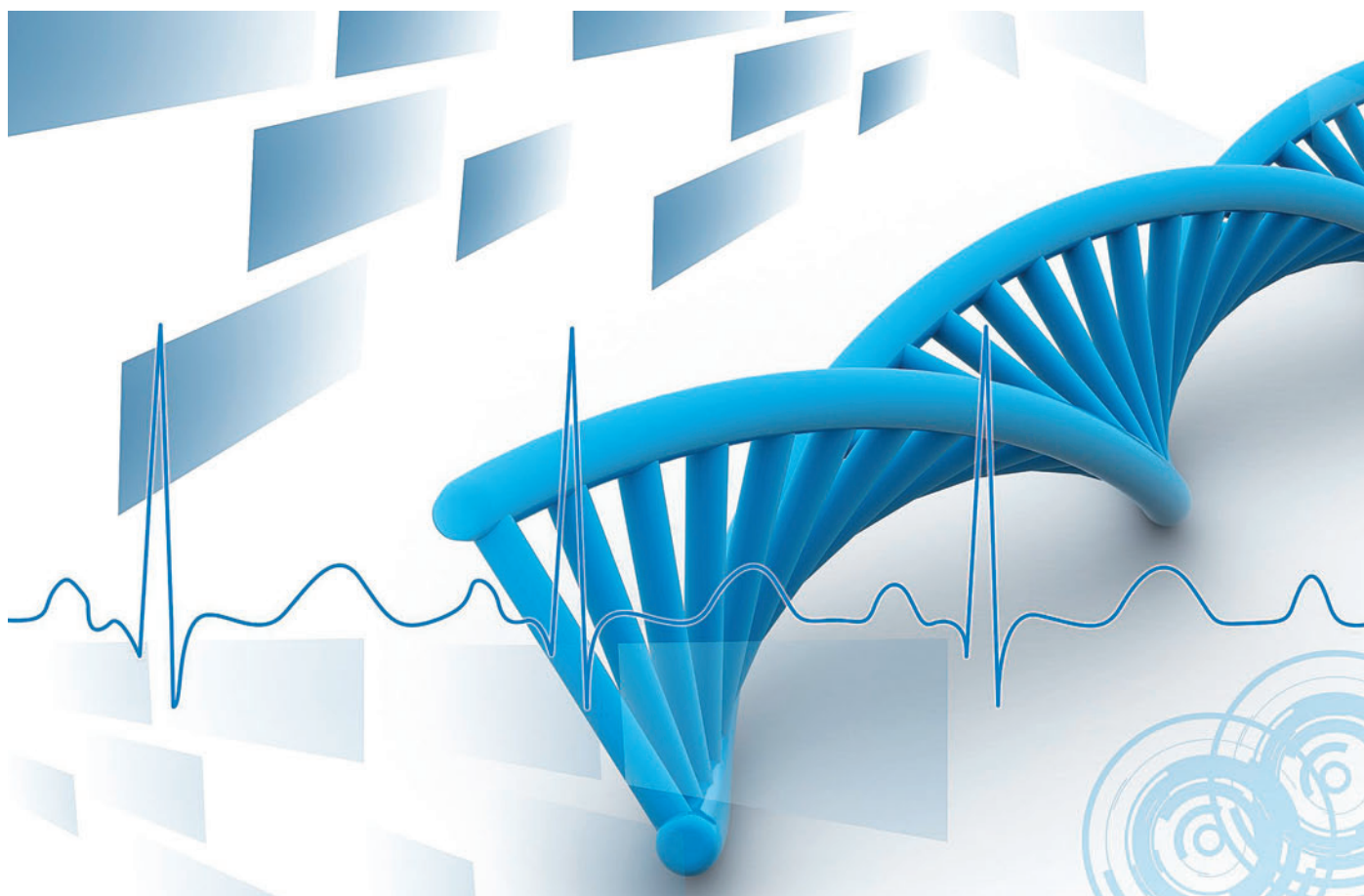
LUIS F. CALLADO HERNANDO
*EHUko Farmakologia Saila eta Centro de Investigación
Biomédica en Red de Salud Mental, CIBERSAM*

Pentsatu al duzu inoiz zergatik ez dien kafeak berdin eragiten pertsona guztiei? Batzuek ezin dute kaferik hartu ordu batetik aurrera, luzaroan mantentzen dutelako gorputzean, eta, ondorioz, gero ezin dutelako lorik hartu. Maiz entzuten ditugu “aspirina batek ez dit ezer egiten”, “ibuprofenoa hobeto datorkit” edo “600 mg-ko

ibuprofenoa hartu behar dut efektua nabaritzeko” motako esaldiak. Gainera, ohikoa da medikuak farmakoaren dosia aldatzea eta hurrengo astean itzultzeko gomendatzea. Horrek adierazten du banako bakoitzak desberdin erantzuten duela farmakoen aurrean eta dosi desberdinak behar ditugula.

FARMAKOGENETIKA

Jakina da farmako asko ez direla eraginkorrak populazioaren parte batean, eta horixe da gaur egun medikuntzan dagoen erronketako bat. Esate baterako, oso erabiliak diren hipertentsioaren kontrako farmakoak, betablokeatzaileak adibidez, partzialki eraginkorrak edo ez-eraginkorrak dira gaixoen



ARG.: © SONY SIVANANDAN/123RF

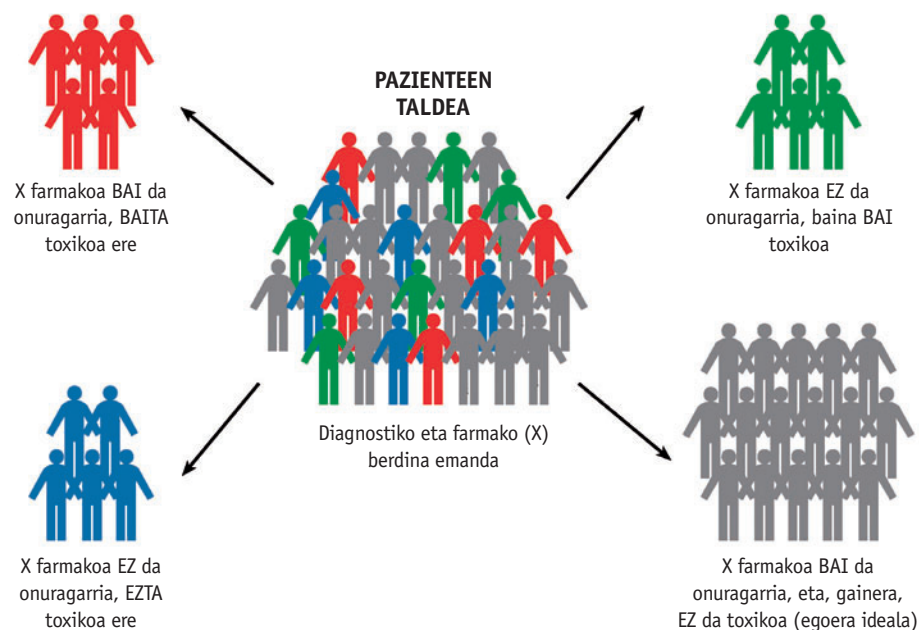


% 70ean. Farmako horiek eragingo ez dien pazientei ematea kaltegarria (albo-ondorioak ekarriko dituztelako) eta alferrikakoa da, efektuaren zein ikuspuntu ekonomikoaren aldetik. Hala ere, ez dago farmakoa hartu ondoren nork erantzungo duen aurrean dezakeen probarik, eta, horregatik, oraindik ere, proba-errore hurbilketak erabiltzen dituzte klinikoeak.

Farmakogenetikaren helburu nagusia da norbanako bakoitzaren tratamendua optimizatzea, eta terapia pertsonalizatu eraginkorra eta segurua lortzea; horretarako, pertsona bakoitzaren genetikak farmakoen erantzunean duen eragina zehaztuz. Jakintza horrek eguneroko praktika klinikoan farmakoak errezetatzeko modua alda dezake. Farmakogenetikaren bidez, tratamendu baten aurrean erantzungo duten gaixoen eta haien dosi egokienaren aurreauketak egin daitezke. Hau da, farmako egokia, dosi egokian, dagokion gaixoarentzat hautatzeko aukera emango du (1. irudia). Hala, botiken alferrikako erabilera eta albo-ondorioak saihestu daitezke.

GENETIKA: ANIZTASUNAREN ITURRIA

Kafearekin gertatzen den bezalaxe, farmakoei dagokienez ere, banakoak hiru multzotan sailkatzen ditugu: metabolizatzaile azkarrak, substantziak abiadura handiz kanporatzen dituztenak; metabolizatzaile arruntak, abiadura egokian kanporatzen dituztenak; eta metabolizatzaile motelak, substantzia batzuk modu ez-eraginkorrean kanporatzen dituztenak. Azken horien kasuan, substantziak behar baino denbora gehiagoan mantentzen dira gorputzean. Kafearen kasuan, horrek lo egin ezina eragiten du; farmakoen kasuan, orde, efektu toxikoak eragin ditzake. Gizakian kafea eta farmako asko metabolizatzeaz zitokromo P450 (CYP) entzimak arduratzen dira. Entzima horien artean, CYP2 eta CYP3 familiek garrantzi berezia dute farmakoak metabolizatzeako orduan. Bi entzima-familia horiek aldaera txikiak erakusten dituzte banako batetik bestera. Aldaera horiek bi gertaerengatik izan daitezke: geneen sekuentzia gertatzen diren aldaketa txikiak eragindakoak (SNP, nukleotido bakarrek polimorfismoak) edota gene osoen bikoizketak edo galerek eragindakoak (CNV, kopia-kopuruan



1. irudia. Farmako beraren eraginkortasuna eta toxikotasuna, populazio baten profil genetikoaren arabera.

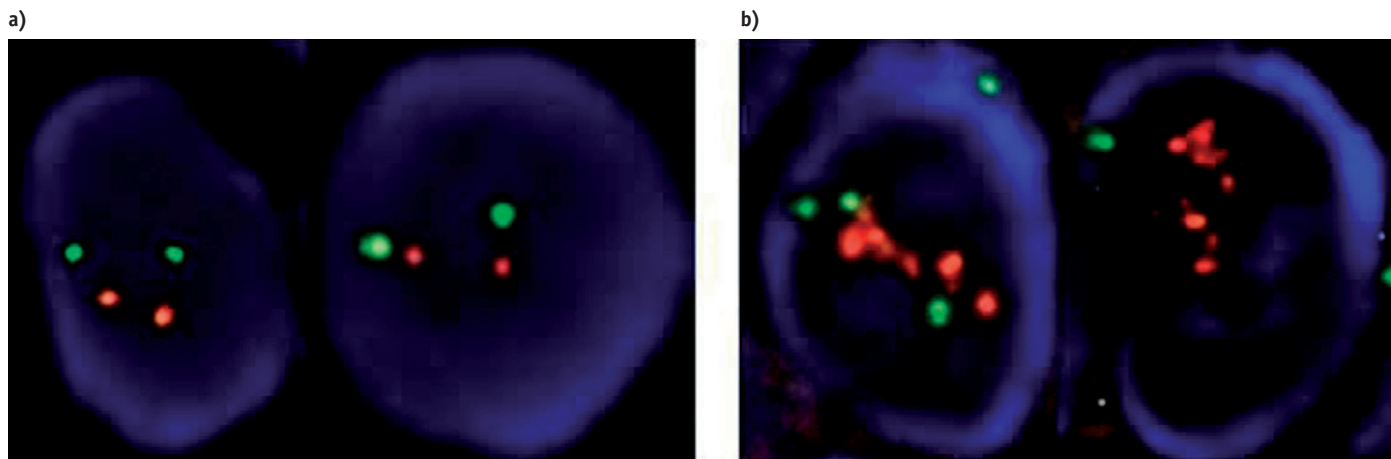
aldaketak). Aldaera horiek proteina desberdinak eratzea edota proteina-kopurua aldatzea ekar dezakete. Horren ondorioz, farmakoen metabolismoaren eraginkortasuna aldatu egiten da, eta farmako horien efektuak denbora gehiago edo gutxiago irauten du. Beste modu batera esanda, zitokromo P450en jardueran gertatzen diren banakoen arteko ezberdintasunak izango dira farmako baten eraginkortasunaren eta segurtasunaren arduradunak. Hori, neurri batean, odolean dagoen farmako-kantitatearen arabera izaten da. Zitokromo P450ek kafea ez ezik, minbizian, gaixotasun psikiatrikoetan eta abarretan erabiltzen diren farmakoak ere metabolizatzen dituzte. Gaur egun, badaude banako bakoitzaren CYP sekuentzia eza-gutzeko eta metabolizatzaile-mota zehazteko aukera ematen diguten txip komertzialak.

DNA-txip bat mikroputzuak dituen gainazal solido (beira, plastikoa, silizioa) batean oinarritzen da. Putzu bakoitzean, dispensadore automatikoen bidez, DNA-sekuentzia ezaguna kokatzen da. Ikerketa farmakogenetikoen kasuan, putzu horietan, banakoek izan dezaketen eta farmakoen erantzunean eragina duten DNA-sekuentziak ezartzen

dira. Banako baten DNAREN analisia egiteko, nahikoa da ehunaren (odola edo listua) lagin bat. Behin lagina izanda, zelulak apurtu, eta nukleotik DNA erauzten da. Gero, DNA hori molekula fluoreszenteekin markatzen da, eta putzuetan kokatu. Baina sekuentzia berdina duten putzuetan bakarrik itsatsiko da. Orduan, putzu horiek distira igorriko dute, eta, putzu bakoitzari dagokion sekuentzia ezaguna denez, banakoaren sekuentzia ere jakin ahal izango dugu.

ERANTZUNAREN ALDAKORTASUNA

Gene horiez gain, badaude xurgapen- eta kanporatze-abiadurarekin (farmakozinetika) erlazioaturik dauden geneak, baita farmako batek gorputzeko atal ezberdinetan daukan erantzunarekin (farmakodinamia) erlazioaturikoak ere. Hori dela eta, farmakoen aurrean jazotzen diren erantzun ezberdinak lau gertaerek eragin ditzakete. Batetik, entzima-metabolizatzaileen geneen sekuentzia-tako aldaketak; bigarrenik, farmako-garraiatzaileetan eta -hartzailaetan gertatzen diren aldaketak; eta azkenik, farmakoaren erantzunarekin nolabaiteko erlazioa duten proteinetan gertatzen diren aldaketak.



2. irudia. Bularreko minbizia duten pazienteen tumore-zelulak. HER2 genea gorritz markatua. a) HER2 negatiboak diren pazientearen zelulak. Genearen bi kopia dituztenetan, Trastuzumab tratamendua ez da eraginkorra. b) HER2 positiboak diren pazientearen zelulak. Genearen kopia bi baino gehiago dituztenetan, Trastuzumab tratamendua eraginkorra da.

FARMAKOGENETIKAREN ARRAKASTA

Terapia pertsonalizatuaren arrakastaren adibideetako bat Trastuzumab-en tratamendua da, bularreko minbizian. Gaur egun diagnostikatzen diren bularreko minbizien % 20tan HER2 genea (*epidermal growth factor receptor 2*) bikoiztua dago. Horrek dakar geneak kodetzen duen hazkuntza-faktoreen hartzailea gainadierazita egotea eta hartzaile-kopurua handitzea. Trastuzumab-ek hartzaileak blokeatzen ditu, eta frogatu dute biziraupena soilik HER2 bikoiztuta duten gaixoetan luzatzen duela.

Metodo ezberdinak daude proteina-kopurua areagotuta duten pazienteak zein diren detektatzeko. Horieta bat in situ hibridazio fluoreszentea (FISH) da, zeinetan genea fluoreszentez markatuta ikusten baita. Horrela, genearen bi kopia egon beharrean, kopia ugari dauden kasuak hautesman daitezke (2. irudia). HER2 genea bikoiztua ez duten pazienteetan, Trastuzumab-ek ez du inolako onurarik; baina bai kostu handia.

Segurtasunari dagokionez, jakina da pazienteen % 15ek farmakoak eragindako albo-ondorioak jasaten dituztela. Kolon-ondesteko minbizia duten gaixoetan, esaterako, UGT1A1 genearen aldaera duten pazienteetan, Irinoteca farmakoa txarto metabolizatzen da. Horren ondorioz, gaixo horiei dosi arrunta emanez gero, Irinotecan gorputzean metatuko da eta neutropenia (neutrofiloen gutxitzea) eragingo du. Azterketa farmakogenetikoek aukera eman dute dosi

egokia zehazteko. DNAren analisi bati esker, ordu gutxi batzuetan jakin dezakegu genearen zer aldaera daukagun, eta, horren arabera, dosi egokia zehaztu.

Ikusi dugun bezala, farmakogenetika funtsezkoa da pazientearentzat eraginkorra den farmakoa identifikatzeko eta haren dosia zehazteko; hala, albo-ondorioak saihestu baitaitezke. Duela urte batzuk ametsa zirudiena, gaur egun errealitatea da. Jadanik, farmakoen ontzietako etiketan informazio farmakogenetikoa jartzeko aholkatzen du Estatu Batuetako Elikagaien eta Sendagaien Elkartea (FDA). Hain zuzen ere, FDAren web-orrialdean, 116 farmakoren zerrenda bat ageri da, zeinetan adierazten baita haien ontzietan informazio genetikoaren gaineko zer ekintza espezifiko hartu behar diren kontuan. (<http://www.fda.gov/Drugs/ScienceResearch/ResearchAreas/Pharmacogenetics/ucm083378.htm>).

Gure ikerketa-taldeak haurren minbizien farmakogenetikan egiten du lan, eta, zehazki, leuzemia linfoblastiko akutuan (LLA). Gaixotasun horretan, metotrexato antineoplasikoaren toxikotasunean eragina duten adierazle genetikoak aurkitu nahi dira, metotrexatoa delako haur horiek tratatzeko erabiltzen den farmako garrantzitsuenetarikoa bat. Izan ere, farmako hori dosi altuetan erabiltzen da, haur gehienek ongi jasaten dutelako, eta administrazio-modu gogor horrek biziraupena luzatzen duela frogatu delako. Hala ere, haur batzuei dosi horiek efektu toxiko oso larriak eragiten dizkiete,

hilgarriak izatera iristeraino. Hori dela eta, albo-ondorioak auresateko aukera emango diguten adierazle genetikoak aurkitzea da gure taldearen helburuetako bat. ●

BIBLIOGRAFIA

- JORDE, L. B.; CAREY, J. C.; BAMSHAD, M. J.: *Medical genetics*. Mosby. (2009).
- MUELLER, R. F.; YOUNG, I. D.: *Emery's elements of medical genetics*. (1998).
- <http://www.fda.gov/Drugs/ScienceResearch/ResearchAreas/Pharmacogenetics/ucm083378.htm>
- TELLO, E. D.: "Farmacogenética I. Concepto, historia, objetivos y áreas de estudio". *Actas Dermosifiliogr*, 97 (10) (2006), 623-9.
- <http://www.euskonews.com/0655zbbk/gaia65501es.html>.

Eskerrona

Lan honen egileek Eusko Jaurlaritzaren (IT-199/07, SAIOTEK S-PE10UN14) eta Euskal Herriko Unibertsitatearen (UFI 11/35) dirulaguntzak jaso dituzte. Eskerrak Maialen Martin Arrutiri (Anatomia Patologikoa, Donostia Unibertsitate Ospitalea).

ESNERIK? EZ, ESKERRIK ASKO

LARRAITZ ZABALA AGIRRE
MAIALEN ARRIETA ASEGINOLAZA
Biologian lizentziatuak

Jaioberritan, ugaztun gehienok laktasa entzimaren aktibitate altua daukagu, eta, horri esker, amaren esnea edan dezakegu. Hazten goazen heinean, berriz, aktibitate hori moteltzen doa, eta ugaztun heldu gehienek ez daukate laktasa entzima aktiborik; horregatik, beherakoa eta antzeko sintomak izaten dituzte esnea edandakoan.

Hori kontuan hartuta, pentsa dezakegu gure arbasoek ere ezin izango zutela esnerik edan, eta, ondorioz, heldutan ere esnea edan ahal izatea ezaugarri berria dela, hau da, duela 10.000 urte eskuratu genuela laktasaren aktibitatearen iraunkortasuna. Baina, nola iritsi ginen horretara?

Genetikan dago gakoa. Esnea arazorik gabe edan ahal izateko, hark soilik daukan azukre bat, laktosa, degradatu behar da, eta uste da horretarako ahalmena laktasa entzimaren genea kokatzen den gunetik gora dagoen nukleotido zehatz batean dagoela. Ezaugarri horrek, herentzia-patroi dominantea izateaz gain, sarkortasun osoa du, hau da, genoman agertuz gero, ezaugarri horren ondorioak behatu egiten dira (Ingram *et al.*, 2009).

Beraz, mutazio horren arabera, pertsonak bi eratakoak izan daitezke. Alde batetik, populazioaren % 25ek laktosarekiko tolerantzia iraunkorra du; alegia, laktasaren aktibitate altua mantentzen dute heldutan ere, eta, ondorioz, ez dute inolako arazorik helduaroan esnea edan eta asimilatzeke. Bestalde, populazioaren gehiengoak, % 75ek, laktosarekiko tolerantzia ez iraunkorra du; beste ugaztunetan bezala, laktasa inhibiturik izaten dute heldutan, eta ezin dute laktosa degradatu. Azken horietan laktosa disakarido legezt heldzen da kolonera, eta beherakoa edota kaltzioaren xurgapenean arazoak izan ditzakete.

Ezaugarri horren maiztasuna, baina, ez da berdina mundu zabaleko populazioetan.



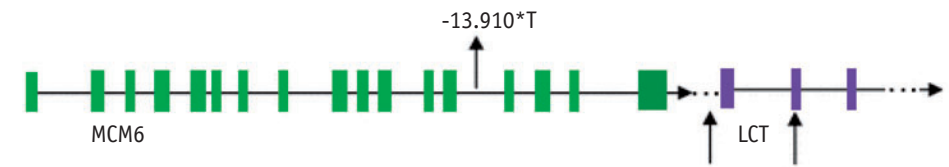
ARG.: © ELENA ELISSEEVA/123RF

Laktasa-iraunkortasunaren maiztasunik altuenak Europako iparraldean ikusten dira (Finlandian, % 83; Eskandinavian, % 95; eta Ingalaterran eta Alemanian, % 85). Afrikan eta Arabiako desertuetako tribuetan ere maiztasun altuak ikusten dira (% 80). Maiztasunik baxuenak, ostera, Eurasiako ekialdean gertatzen dira (Asiako erdialdean >% 10 eta Indiako hegoaldean % 30) (Geraldine, 2005).

KULTURA ERRUDUN

Munduan zeharreko laktasa-iraunkortasunaren banaketa azaltzen duten hipotesien artean garrantzitsuena kultura historikoa-ren hipotesia da. Horren arabera, laktasa-iraunkortasunaren emendioak gizarteak esnearen kontsumorantz izan zuen egokitzapenarekin koeboluzionatu zuen. Hau da, laktosarekiko iraunkortasuna zabaltzen joan zen, esnea dietaren parte bilakatu zen heinean.

Hipotesi horren arabera, gizaki modernoak bi arbaso mota izango lituzke. Batetik, ehiztari-biltzaile eta nekazariak izango zirenak; bestetik, abeltzaintzan espezializatu zirenak. Duela 300 belaunaldi inguru, abereak etxekotzen hasi ziren populazioek euren dietan esnea txertatu zuten. Horretarako, beharrezkoa zenez laktosarekiko iraunkorrrak izatea, aurrez indibiduo bakar batzuek jada mutazioa zutela onartzen da. Mutazioak abantaila bat zekarrenez, elikatu ahal izatea alegia, uste da haien aldeko hautespen positibo bat gertatu zela. Horrela, astiro-



1. irudia. C>T_{13.910} mutazioaren kokapena.

astiro, esnearen produkzioa emendatzen joan zen, eta, esneak eskaintzen zizkien elikatzeko abantailak tarteko, laktasa-iraunkortasuna zabaldu zen.

Hala ere, gerora azalduko den moduan, badira hipotesi horrekin azaldu ezin diren hainbat talde etnikoren salbuespenak; esaterako, dinkak eta nuerak Sudanen eta somaliak Etiopian (Ingram *et al.*, 2009).

BAINA ZEIN IZANGO ZEN HASIERAKO POPULAZIO ABELTZAINEK ZUTEN MUTAZIOA?

Laktasa-iraunkortasunaren inguruan azterketa ugari egin dira, eta zientzialariek mutazioaren kokapena zein izan daitekeen nahiko argi duten arren, gaur egun oraindik ez dago erabat zehazturik zein den laktosa helduaroan digeritzeko gaitasuna ahalbidetu duen mekanismo zehatza.

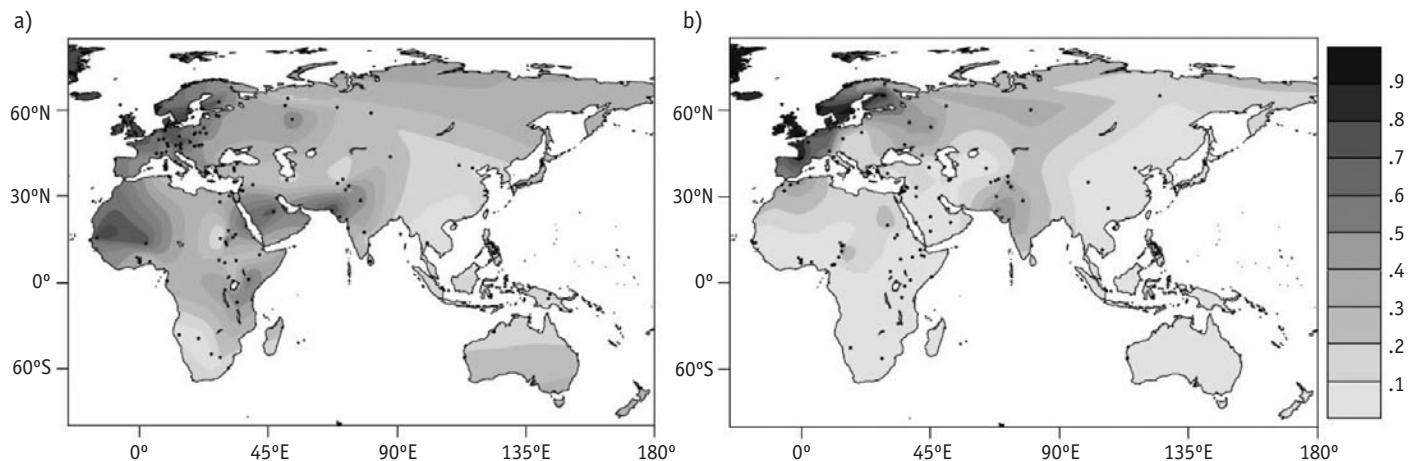
Laktasa entzimaren aktibitatearen gora-beheren inguruko lehen ikerketak Europan egin ziren. Hori dela eta, hasiera batean, laktasa-iraunkortasunaren eragile zuzen eta bakarra nukleotido baten ordezkapena zela

pentsatu zen. Mutazio horretan zitosina baten tokian timina agertzen da. C>T_{13.910} gisa izendaturiko mutazioa, laktasa genetik 13,9 kb gora kokatzen da, MCM6 genearen intron batean (alegia, proteinarik kodetzen ez duen gune batean) (1. irudia) (Ingram *et al.*, 2009).

MCM6 geneak duen funtzioa ezagututa (DNAren bikoizketaren erregulazioa), eta laktasa genearen funtzioarekin zerikusirik ez duela ikusirik, Olds eta Sibley-ren ustez (2003) C>T_{13.910} mutazioa kokatzen deneko DNA sekuentziak bi funtzio ditu: alde batetik, MCM6 genearen intron gisa jokatzea, baina, bestetik, laktasa genearen gune erregulatzaila izatea.

Horren arabera, Europan herentziaz batera transmititzen diren ezaugarri multzo bi definitu izan dira: C_{13.910} haplotipoa, helduaroan laktosarekiko intoleranteak direnak, eta T_{13.910} haplotipoa, laktosarekiko tolerantzia iraunkorra dutenak.

Hasiera batean Europan laktasa-iraunkortasunak duen banaketa eta T_{13.910} haplotipoak duena erabat gainjartzen zirela onar-



2. irudia. Afrika, Eurasia eta Ozeaniako mapak, non, laktasa-iraunkortasunaren (a) eta T_{13.910} haplotipoaren (b) banaketa agertzen diren (Ingram *et al.*, 2009).



Mutazioa		Mutazioaren kokapena (laktosareekiko ur gora bp)	Kokapen geografikoa
C/T 13.910	C>T	13.910	Europa
T/G 13.915	T>G	13.915	Saudi Arabia
G/C 14.010	G>C	14.010	Kenya eta Tanzania
C/G 13.907	C>G	13.907	Etiopia Sudan

1. taula. Munduan zehar laktosaren iraunkortasunarekin lotura duten mutazioak.

tzen zen arren, Ingram-en taldeak eginiko ikerketak (2009) hipotesi horri indarra kendu zion. Haien iritziz, bi ezaugarri batak ez dator guztiz bat (2. irudia); beraz, ondorio argi batera iritsi ziren: C>T_{13.910} mutazioa ez dela laktasaren jardura iraunkorra baimentzen duen eragile zuzen eta bakarra.

Gainera, historian zehar esnea kontsumitu duten Saharaz hegoaldeko Afrikako populazioak ere ikertu dira azken urteotan. Populazio horiek esnearekiko tolerantak direnez Europako mutazioa aurkitzea espero bazen ere, kontrako emaitzak lortu ziren. Hori dela eta, laktasa-iraunkortasuna mutazio ezberdinen ondorioz eta geografikoki banaturiko lekuetan sortu zela onartu zen.

Ikerketa-lerro horri jarraituz, C>T_{13.910} mutazioaren inguruko 3 kb-etan mutazio berriak aurkitu dira (1. taula).

Datu horiek guztiak kontuan harturik, hasieran aipatu legez, zantzu argiak dauden arren, oraindik ez dakigu zehazki zein den laktosarekiko iraunkortasuna sortu duen mutazioa. Beraz, ikerketa gehiagoren beharra dagoela esan daiteke.

NOLA HEDATU ZEN LAKTOSAREKIKO IRAUNKORTASUNA EUROPA ZEHAR?

Neolitoaren hasieran dataturiko hezur batzuetan eginiko DNA-azterketek adierazten dute T_{13.910} haplotipoaren maiztasuna oso baxua zela. Hala, garai horretan oraindik laktosarekiko iraunkortasuna garatu gabe zegoela onartzen da.

Kultura neolitikoa Europan sartzearekin batera (duela 6.256-8.663 urte), abeltzaintza eta esne-produkzioa garatzen joan ziren. Garapen hori dela eta, hautespen naturala gertatzen hasi zen jadanik bazegoen T_{13.910} haplotipoaren alde, zabaltzen ari zen esne-kulturara egokitze aldera. Laktasa-iraunkor-

tasunaren lehen agerpenak Balkanetako iparraldean gertatu ziren, eta kultura neolitikoa Europan zehar zabaltzen joan zen neurrian, esnearen laktosa digeritzeko gaitasuna ere zabaltzen joango zen (Itan et al., 2009).

Itan eta kideek erakutsi bezala, Neolitoko kulturak indar handia hartu zuen, abeltzaintza eta esne-produkzioarekin batera. Azkenean, duela 6.500 urte, Europako gizarte oinarri ekonomiko bihurtu zen, eta laktasa-iraunkortasunaren aldeko hautespen oso positiboa eman zuen.

GAKOA: HESTEETAKO FLORA

Munduko populazioek duten laktasa-iraunkortasunaren ezberdintasuna azaltzeko helburuarekin, beste hainbat hipotesi plaza-ratu dira, hala nola hesteetako floraren hipotesia. Kultura historikoaren hipotesiak argitzen ez zituen populazioak (dinkak eta nuerak Sudanen, eta somaliak Etio-pian) daudenez, hots, abeltzaintzan aritzen ziren populazio guztietan ez denez laktasa-iraunkortasuna sortzen duen mutazioa behatzen, hesteetako flora delako hipotesia planteatu zuten. Horren adibide garbiena Somalia da: bertan esnea edaten dute, baina ez dira laktasa-iraunkorrak. Hipotesi horren arabera, kolonean aurkitzen den florak ahalbidetzen du laktosa digeritzea.

Gizaki heldu batzuen laktosarekiko tolerantzia gizarte batean kulturak izan dezakeen eraginaren adibide garbia dugu. Ebo-luzioaren motorrak babesturik, kulturaren gertatutako iraultzak gizakiaren genetika aldatu du, eta esnea edateko gaitasuna eskuratu da. Hala ere, nahiz eta mundu zabaleko populazioen gehiengoak *esnerik?* galderari ez, *eskerrik asko* erantzun, esnea edan deza-kegunok ez gara ohartzen gu geu garela po-pulazioaren gutxiengoa. Ironikoa dirudien

arren, gure gizartean elikagaien industriak gutxiengoa garenoi so eginez lan egiten du, elikagai askotan esnea txertatuz; hala, arlo honen inguruko ezjakintasuna amaitzea ga-larazten du. ●

BIBLIOGRAFIA

GERALDINE, M.: "Intolerancia a la lactosa, un problema 70% latinoamericano y 90% peruano". *Somos* (2005), 962.

INGRAM, C.J.; MULCARE, C.A.; ITAN, Y.; THOMAS, M.G.; SWALLOW, D.M.: "Lactose digestion and the evolutionary genetics of lactase persistence". *Human Genetics*, 124 (2009), 579-591.

ITAN, Y.; POWELL, A.; BEAUMONT, M.A.; BURGER, J.; THOMAS, M.G.: "The Origins of Lactase Persistence in Europe". *PLoS Computational Biology*, 5 (2009), (8).

OLDS, L.C.; SIBLEY, E.: *Lactase persistence DNA variant enhances lactase promoter activity* (2003).



Ilargiaren efemerideak

- 1** 06:27an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin, 6,7°-ra.
18:54an, konjuntzio geozentrikoan Leoko Regulus izararekin, 5,3°-ra.
- 5** 00:35ean, Ilberria.
- 6** 22:28an, konjuntzio geozentrikoan Merkuriorekin, 2,8°-ra.
22:07an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 7** 03:08an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin, 1,9°-ra.
- 8** 12:07an, konjuntzio geozentrikoan Artizararekin, 4,7°-ra.
- 9** 03:25ean, konjuntzio geozentrikoan Antares Scorpius izararekin, 7,4°-an.
- 10** 23:24an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 369.823 km (aurreko apogeoan baino 34.486 gutxiago).
- 11** 23:03an, Ilgora.
- 13** Gehieneko librazioa latitudean ($b = 6,73^\circ$).
- 18** 23:50ean, ilargi-eklipse partzial ilunantza.
23:38an, ehiztarien Ilbetea. Ekialde ipar-ekialdetik azalduko da mendebaldean Eguzkia ezkutatu

aurretik, eta, hilaren 19an, mendebalde ipar-mendebaldean ezkutatu, eguzkia irten orduko.

- 19** 21:48an, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 21** 16:24an, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin, 6,1°-ra.
- 22** 11:45ean, konjuntzio geozentrikoan Tauruseko Aldebaran izararekin, 2,6°-ra.
- 25** 14:04an, apogeoetik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 404.584 km. (aurreko perigeoan baino 34.761 gehiago).
20:31n, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin, 5,0°-ra.
- 26** 23:42an, Ilbehera.
- 27** Gehieneko librazioa latitudean ($b = 6,87^\circ$).
- 29** 20:05an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin, 6,1°-ra.

urria 2013

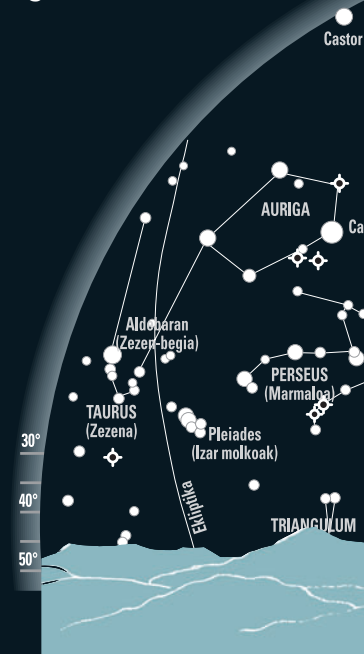
A	A	A	O	O	L	I
		1	2	3	4	5
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Beste efemeride batzuk

- 1** Asteartea. Eguerdian, 2.456.567. egun juliotarra hasiko da.
Egunak 11 ordu eta 43 minutuko iraupena du hilaren 1ean, eta 10 ordu eta 18 minutukoa hilaren 31n.
- 5** 09:05ean, Eguzkitik unitate astronomiko batera pasatuko da Lurra: 149.597.870,691 km edo 8,316746 argi-minutu.
- 8** Draconida edo Giacobinida izeneko izar iheskorren maximoa; urriaren 6tik 10era egongo dira aktibo. 21P Giacobini-Ziner kometari lotuta daude (6,62 urteko periodoa du kometak horrek).
- 10** Hegoaldeko Taurida izeneko izar iheskorren maximoa; irailaren 10etik azaroaren 20ra egongo dira aktibo.
- 21** Orionida izeneko izar iheskorren maximoa; urriaren 2tik azaroaren 7ra egongo dira aktibo. 1P Halley kometari lotuta daude, maiatzeko Eta Akuaridak bezala.
- 23** Astrologiaren arabera, Eguzkia Scorpiusen sartuko da (210°).
- 27** Europar Batasunean, ordu-aldaketa. Urriko azken igandean, goizeko hiruretan, ordubez atzeratu behar dira ordulariak.
- 31** 06:42an, Eguzkia Libra konstelazioan sartuko da itxuraz (218,03°).

Zerua

2013ko urriaren 15eko egunsentikoa



Mendebalde

Planetak

Merkurio

Arratsalde amaieran ikusi ahal izango da, hilaren 7ra arte bakarrik; orbita-abiadura: 172.440 km/h.

Ekliptikaren inklinazioa dela eta, teleskopio automatizatu bidez baizik ezingo da ikusi, mendebalde hego-mendebaldeko horizontearen gainean. 14 h eta 15 h bitarteko igoera zuzena. -14° eta -20° bitarteko deklinazioa. Virgin hasiko du hila, eta Librara igaroko da gero. Magnitudea $-0,1$ etik $2,2$ ra jaitsiko zaio.

Artizarra

Arratsaldearen amaieran ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 126.000 km/h.

Hura behatzeko kondizioak hobetu egingo dira. Eguzkia baino 1 ordu eta erdi geroago ezkutatu da hilaren 1ean, eta bi ordu baino gehiago geroago hilaren 31n. 47° -ko elongazioa du hilaren 31n, eta hego-mendebaldeko horizontearen gainean 8° -ra dago eguzkia ezkutatu eta ordubetera. 30 handipeneko tresna batekin ikus daiteke

haren ilbehera-fasea. 15 h eta 17 h bitarteko igoera zuzena. -20° eta -27° bitarteko deklinazioa. Libran hasiko du hila, eta Escorpiusera eta Ofiucora igaroko da gero. Magnitudea $-4,2$ tik $-4,4$ ra aldatuko zaio.

Hilaren 8an, Ilgora fin gisa ikus daiteke. Hilaren 16an, Antares Scorpius izarren ondoan.

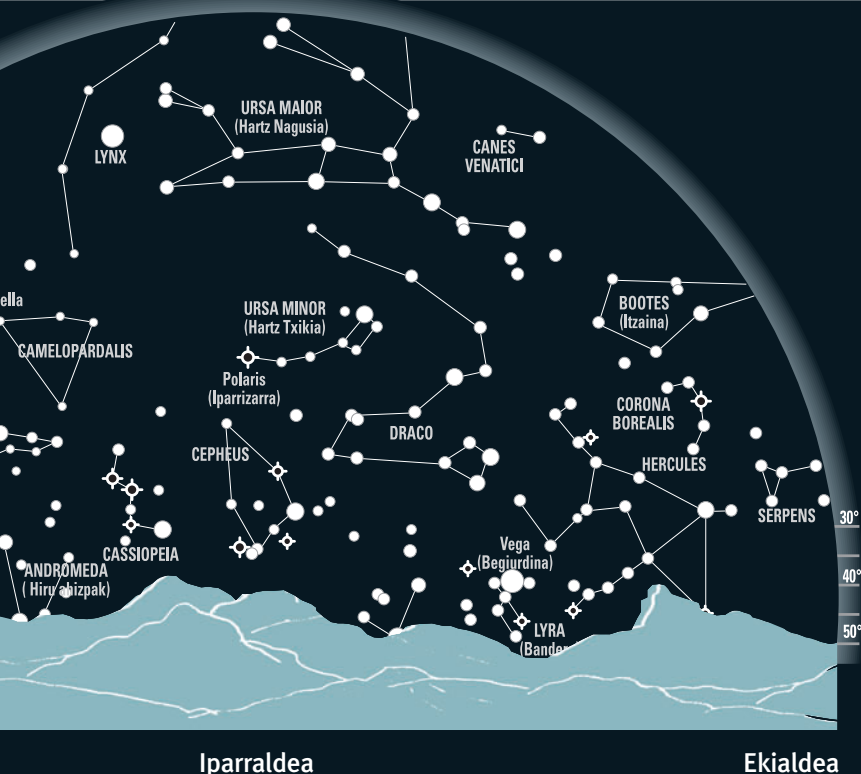
Marte

Gauaren bigarren zatian ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 86.760 km/h.

Eguzkia baino lau ordu eta erdi baino gehiago lehenago aterako da hilaren 1ean, eta ia zazpi ordu lehenago 30ean. Hura behatzeko kondizioak hobetu egingo dira. 9 h eta 11 h bitarteko igoera zuzena. $+14^\circ$ eta $+10^\circ$ bitarteko deklinazioa. Hil osoan Leon izango da. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, $1,9$ tik $1,7$ ra.

Hilaren lehen hiru asteetan, Ison kometatik oso hurbil ikusi ahal izango da, 2° -ra (gutxi gorabehera hamar milioi kilometro).

zenita



Iparralde

Ekialdea

Hilaren 1ean, Ilbeheraren ondoan ikusi ahal izango da. Hilaren 15ean, Leoko Regulus izarraren ondoan.

Jupiter

Gauaren bigarren zatian ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 47.160 km/h.

Eguzkia ezkutatu eta 5 ordura agertuko da hilaren 1ean, eta 4 ordu geroago hilaren 31n. Hilaren 12an mendebaldeko kuadraturan egongo da, eta Geminin ikusi ahal izango da, gure meridianotik 60°-ra baino gehiagora, eguzkia irten baino pixka bat lehenago. 7 h-ko igoera zuzena. +22°-ko deklinazioa. Hil osoan Geminin izango da. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, -2,2tik -2,4ra.

Saturno

Ezingo da ikusi hilaren 10etik aurrera; orbita-abiadura: 34.560 km/h.

Amaitzen ari da hura ikusteko aldia. 14 h-ko igoera zuzena. -13°-ko deklinazioa. Libran izango da hil osoan. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, 0,6tik 0,5era.

Urano

Gauaren zatirik handienean ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 24.480 km/h.

Oposizioan hilaren 3an (hurrengo 2015eko urriaren 7an izango da). Arratsaldearen erdian aterako da, eta, egunsentian, hego-mendebaldeko horizontetik 30°-ra egongo da. Ikusi ahal izateko, zeruak garbi eta argi-poluziorik gabe egon behar du. 0 h-ko igoera zuzena. +03°-ko deklinazioa. Hil osoan Piscisen izango da. 5,7ko magnitudeari eutsiko dio.

Neptuno

Gau osoan ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 19.440 km/h.

Bere erretrogradazio-begiztan aurrera jarraituko du. Teleskopio on baten laguntzaz eta haren posizioa ezagututa ikusi ahal izango da. 22 h-ko igoera zuzena eta -11°-ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen izango da. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, 7,8tik 7,9ra.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 1ean, 6:00etan, Eta Aquilae zefeida motako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,177 egunean behin. Hilaren 8, 15, 22 eta 29an izango dira beste maximoak.

Hilaren 3an, 10:00etan, Perseusko Algol izar aldakorren distira minimoa; 3,3tik 2,1era aldatzen zaio magnitudea. Hilaren 6an, 9an, 12an, 14an, 17an, 20an, 23an, 26an, eta 29an izango dira beste minimoak.

23:00etan, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,366 egunean behin. Hilaren 9an, 14an, 20an, 25ean eta 30ean izango dira beste maximoak.

Lehenengo hamabostaldian, argi zodiakala ikusi ahal izango da ekialdeko horizontearen gainean, egunsentia baino lehenago.

Hilaren 18an, Ilargi-eklipse partzial ilunantza.

Ilargiaren alde ikusgaiaren % 76 ohi baino ilunago geratuko da. Denbora Unibertsaleko ordutegia:

21:50 Lehen kontaktua ilunantzarekin.

23:50 Maximoa (magnitudea: 0,764).

01:49 Azken kontaktua ilunantzarekin.

Teleskopioarekin:

Ison kometa Eguzkia baino lau ordu lehenago aterako da hilaren 1ean, eta lau ordu eta erdi pasatxo lehenago 31n. Ekialde hego-ekialdeko horizontearen gainean ikusi ahal izango da, 25°-ko altueran.

Hilaren 5ean, 02:37tik 03:24ra, gutxienez 100 mm-ko tresna batekin, Europak eta Iok Jupiterren azalean proiektatutako itzala ikusi ahal izango da.

Hilaren 12an, 03:23tik 05:37ra, Calixto eta Europa sateliteenak ikusi ahal izango dira; 04:30etik 06:00etara Europa eta Iorenak, eta 04:30etik 05:37ra, Calixto, Europa eta Iorenak.

Hilaren 13an, Ilgoraren longitudeko gutxieneko librazioa aprobetxatuz, krater hauek ikusi ahal izango dira Banalerroan: Platon, Recti, Teneriffe, Montes, Le Verrier, Copernic, Kies, Wilhelm eta Clavius.

Hilaren 29an, 21:54tik 23:27ra, Io eta Europa sateliteenak ikus daitezke. Gauza bera hilaren 30ean, 00:26tik 00:42ra.

Hilaren 27an, Ilbeheraren latitudeko gehienezko librazioa aprobetxatuz, krater hauek ikusi ahal izango dira Banalerroan: Goldschmidt, Platon, Archimedes, Alpetragius, Orontius, Maginus y Moretus.

* Hilaren 27ra arte, gehitu bi ordu denbora ofiziala kalkulatzeke. Gero, ordu bakarra gehitu.

Bazter miresgarriari aitortza



“Lurraren historia arroketa idatzita dago. Kapitulu bat galduko balitz, historiaren zati bat betirako galduko litzateke”. Miren Mendia geologoaren hitzek ondare geologikoa ezagutu eta babesteko premia aditzera ematen dute, eta, hain zuzen, behar horri erantzuteko osatu dute Euskal Autonomia Erkidegoko Geologia Interesguneen Inbentarioa.



Azukrea, toxikoa

Duela pare bat urtetik, eta gizateriaren historian lehenengo aldiz, gaixotasun kronikoei gain hartu diete infekziosoen heriotza-kausa gisa. Alegia, jende gehiago hiltzen da gaur egun minbiziaren, diabetesaren eta bihotzeko gaitzen ondorioz, birusek eta bakterioek sortutako gaixotasunengatik baino. Eta batzuek argi dute zein den horren erruduna: azukrea. Horregatik eskatzen dute beste substantzia toxikoen pare tratatzea, eta haren kontsumoa mugatzeko neurriak hartzea. ARG.: CERTIFIED SU/CC.

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

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

Zuzendariak: Ana Galarraaga, a.galarraaga@elhuyar.com;
Egoitz Etxebeste, e.etxebeste@elhuyar.com

Publizitate-arduraduna: Maier Tapia, m.tapia@elhuyar.com

Hizkuntza-arduradunak: Eider Arrizabalaga,
Alfonso Mujika, Patxi Petriena.

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeste, Ana Galarraaga,
Oihana Jauregi, Beñardo Kortabarria, Iñaki Leturia,
Nagore Rementería, Guillermo Roa, Bego Zubia.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Juan Antonio Alduncin
eta Josexto Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea),
Maialen Arrieta, Ziortza Askaiturrieta, Nerea Bilbao,
Luis F. Callado, Dani Fano, Africa García, Igor Leturia,
Josu Lopez, Manu Ortega, Aitor Urresti, Larrait Zabala.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: © Peter Wey/123RF

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetzak: Izaro Aizpurua, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 51 €*.
Beste herrialdeak: 76 €*.
*Bigarren urtetik aurrera % 15eko beherapena egingo
dizugu harpidetza-sarian.

Edizio digitalaren harpidetza: 19 €. Ale digitala: 3,50 €.

CC BY-NC-ND Elhuyar
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 2255-4998

Elhuyarren jabetzako edukia Creative Commons
lizentziarekin dago, “Aintzatespen – Ez Komertzial – Obra
Eratorririk gabeko (by-nc-nd)” lizentzia. Beste jabetza
batekoak diren edukiak jabeak adierazitako lizentziarekin
erabili dira, eta hala aitortu dira.

Elhuyarrek 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 SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA



DANOBATGROUP

ORONA Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.; IKERLAN Koop. Elk.;
Mccgraphics; Eika Koop. Elk.; ALECOP Koop. Elk.



Zientzia eta teknologia guztia *Elhuyar* aldizkarian

aldizkaria.elhuyar.org

Urteko harpidetzarekin, edizio digitala doan

- Paperean dagoen edukia formatu digitalean
- Edizio digitala deskargatzeko aukera
- Eduki osagarria irakurtzeko gunea: iturriak, bibliografia, bideoak, gaiarekin lotutako albisteak
- Edukiei buruzko iritziak emateko aukera
- Harpidetzaren datuak kudeatzeko aukera

Harpidetu

- **Merkeagoa** delako: kioskoan baino merkeago
- **Erosoagoa** delako: zuk erabakitzen duzu non jaso aldizkaria (etxean, lantokian...)
- **Urteko zenbaki guztiak** irakurri ahal izango dituzulako
- Aldizkaria zer euskarritan irakurri nahi duzun aukeratu dezakezulako: **paperean zein digitalean**

Harpidetza telefonoz egiteko, hots egin +34 943 36 30 40 zenbakira.
Harpidetza Internet bidez egiteko, sartu **aldizkaria.elhuyar.org** webgunean edo idatzi mezu bat **harpidetza@elhuyar.com** helbidera



elhuyar
Zientzia

elhuyar hiztegiak

euskara / gaztelania
castellano / vasco



www.elhuyar.org/edizioak

...eta kontsultarako elhuyar hiztegiak webgune berria ere prest

gune aurreratura sartzeko lortu zure erregistro-kodea hiztegiarekin batera



hiztegiak.elhuyar.org

elhuyar