

284

2012ko martxoa

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50
euro



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Elkarrizketa:

Maite Louzao

Itsas hegaztien ikertzailea

**Kutsatzaileen
eragina haurrengan**

HERIOTZAZ
taburik gabe





30 urte zugandik gertu

“**H**eriotza ulertzeko modua ez da garai batekoa” 2

“**H**eriotza ez da bihotz-taupaden eta
arnasketaren mendekoa” 31

“**E**z dago ezer paranormalik hiltzorian
izandako esperientzian” 37



“**K**ezkatzeko arrazoia, oraingoz, ezjakintasunak izan behar du” 43

“**P**lastikoen urrezko garaia bukatu da” 44

Heriotzaren bilakaera

Heriotza ulertzeko modua ez da garai batekoa. Bizikalitatea irauli, eta bizialdia bera nabarmen luzatzea ahalbidetu diguten medikuntzaren aurrerapen handienekin batera, heriotzari bizkarra eman dion kultura gailendu da gurean. Erreminta tekniko gero eta hobeak eskuratu ditugu, baina galduz joan gara heriotza tratatzeko erreminta sozial eta emozionalak. Gai zail bati aurre egiteko gogoz, "Heriotzaz, taburik gabe" izenburua jarri diogu zenbaki honen erreportaje nagusiari.

Luis Miguel Querejeta auzitegi-medikuak eman digu bilakaeraren alderdi teknikoaren berri. Harentzat, transplanteak izan dira heriotzaren kontzeptua azken urteetan gehien aldarazi dutenak. Izan ere, organoak transplanterako ahalik eta egoera onenean izateko, gorputzaren parametro fisiologikoak muga normalen barruan kontserbatu behar dira, pertsona hila den arren. Eskakizun horrek berariazko irizpide tekniko, etiko eta legalak erantsi dizkio heriotza-prozesuari, baita zailtasunak ere batzuetan. Eta, esan beharrik ez dago, bizitzen segitzeko aukera eman dio milaka pertsonari.

Tabuaren bilakaerari ere medikuaren lanbidetik begiratu diogu, bizitzen ez ezik, hiltzen ere laguntzen baitute medikuek. Heriotza ukatuz bizitzearen ondorioak oso agerikoak dira, gainera, ospitaleetan: ezer gertatuko ez balitz bezala jokatzeko, heriotzaz hitz egin nahi ez izatea, ez sendagilearekin, ez gaixoarekin berarekin, etxean beharrean ingurune arrotzean hiltzea... "gaixoari bere agurra prestatzeko aukera ere kentzen ari gara", dio Felix Zubia medikuak, gauzak onera aldatzen hasiak direla ere uste duen arren.

Gogorra izanagatik, agurraren aukera izateak berak zenbat balio duen jabetzeak katalizatuko du, beharbada, tabua desagitea. Edo heriotza ulertzeko modua berriz aldatzeak. Richard Dawkinsen *Unweaving the Rainbow* liburuaren lehen lerroak ez dira abiapuntu txar bat: "Hil egingo gara, eta zorionekoak gara horregatik. (...) Arabiako hondar aleak baino gehiago dira nire ordeztu hemen egon zitezkeen baina egunaren argia inoiz ikusiko ez duten pertsonak (...) Gure DNAk sor dezakeen balizko pertsona-kopurua benetan existitzen den pertsona-kopurua baino ikaragarri handiagoa delako dakigu hori. (...) Eta aukerak hain urriak izanagatik, zu eta ni gara, gure arruntasunean, hemen gaudenak".

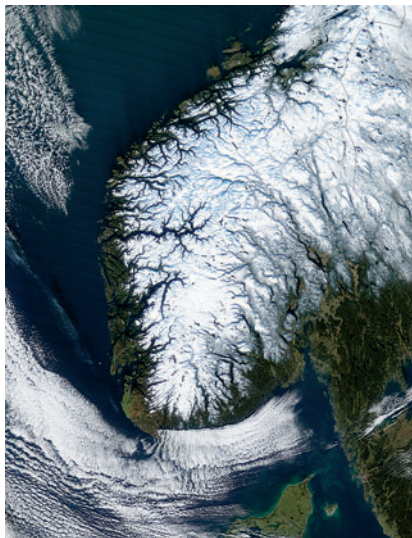


SAREAN+

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia
aldizkariaren
zuzendaria*

zientzia eta teknologia



16

Norvegiako fiordoak

Glaziarren ondorioz milaka urtean zehar arrokan sortu diren korridore sakonak dira fiordoak. Glaziarrek itsasora iritsi ziren, eta, han, urtzen hasi. Gero, glaziarrek sortutako haranetan Ipar itsasoa sartu eta urez bete zituen. Horrela jaio ziren fiordoak.

**HERIOTZAZ
taburik gabe**

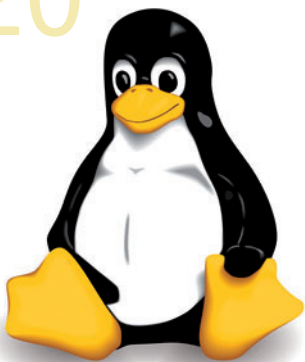
28

Munduan, 150.000 pertsona inguru hiltzen dira egunean. Hala ere, askorentzat, heriotza tabua da. Hurrengo orrietan, orde, garbi hitz egiten da heriotzari buruz: zer den, nola gertatzen den, zer bilakaera duten organoek... Taburik gabe. Horrez gain, hilzorian egon eta berpiztu diren batzuek izan dituzten bizipenak jaso ditugu. Zer azalpen ematen die neurozientziak esperientzia horiei?

Software librea

Linux-ekin hasi zen, baina, gaur egun, software librearen mugimendua lau frikiren kontua baino askoz gehiago da. Hainbeste, non hura gabe mundua ez bailitzateke izango gaur ezagutzen dugun bezalakoa.

20



ELKARRIZKETA

Maite Louzao

Itsas hegaztien
ikertzailea

Itsas hegaztiak luze ikertu ditu. Azkenekoz, Indiako Ozeanoko Kerguelen uharte txikian. Han, *Diomedea exulans* albatrosaren ugalketari egin dio segimendua, eta klima-aldaketak zer onura ekarri dion hegazti horri argitu du.

22



Kutsatzaileen eragina haurren

40

Haurrek inguruan kantitate txikitan dituzten toxikoen eragina ikertzen dihardute INMA proiektuan. Gipuzkoako 550 familia daude proiektuan sartuta. Haurren eta haren ingurumeneko datuak erregistratzen dituzte, eta Espainiako beste hainbat taldetan jasotakoekin alderatu.



Tximistak ehizatzen

Gaur egungo tximistak detektatzeko eta kokatzeko sentsore-sareei esker, ekaitzetan gertatzen diren tximistak askoz hobeto ulertzen ditugu. Sare horien datuekin, ekaitzen faseak denbora errealean ikus daitezke. Tximisten datuak gehienez 15 segundoko atzerapenarekin jasotzen dira.



SAREAN+

aurkibidea]

4 **FLASHA**
Aurora planeta

6 **ALBISTEAK**

16 **MUNDU IKUSGARRIA**
Norvegiako fiordoak

20 **MUNDU DIGITALA**
Software librea,
lau frikiren kontua baino
askoz gehiago

22 **ELKARRIZKETA**
Maite Louzao

28 **HERIOTZAZ,**
TABURIK GABE

30 **Heriotza,**
itzulerarik gabeko bidea

36 **Mugako esperientziak**
zientziaren argitara

40 **Kutsadura ikusezina argitan**

ANALISIA

44 **Bioplastikoak eztabaidagai**
JUAN JOSE IRUIN.

46 **ISTORIOAK**
Clara Immerwahr:
kimikari, etxekoandre, martiri

48 **LIBURUTEGIA**
Nondik gatoz?

49 **SATORRAK ILARGIAN**

50 **GAI LIBREAN**
Tximistak ehizatzen Euskadin
JAVIER LÓPEZ HERRERA

54 **ASTRONOMIA**

56 **HURRENGO ZENBAKIAN**

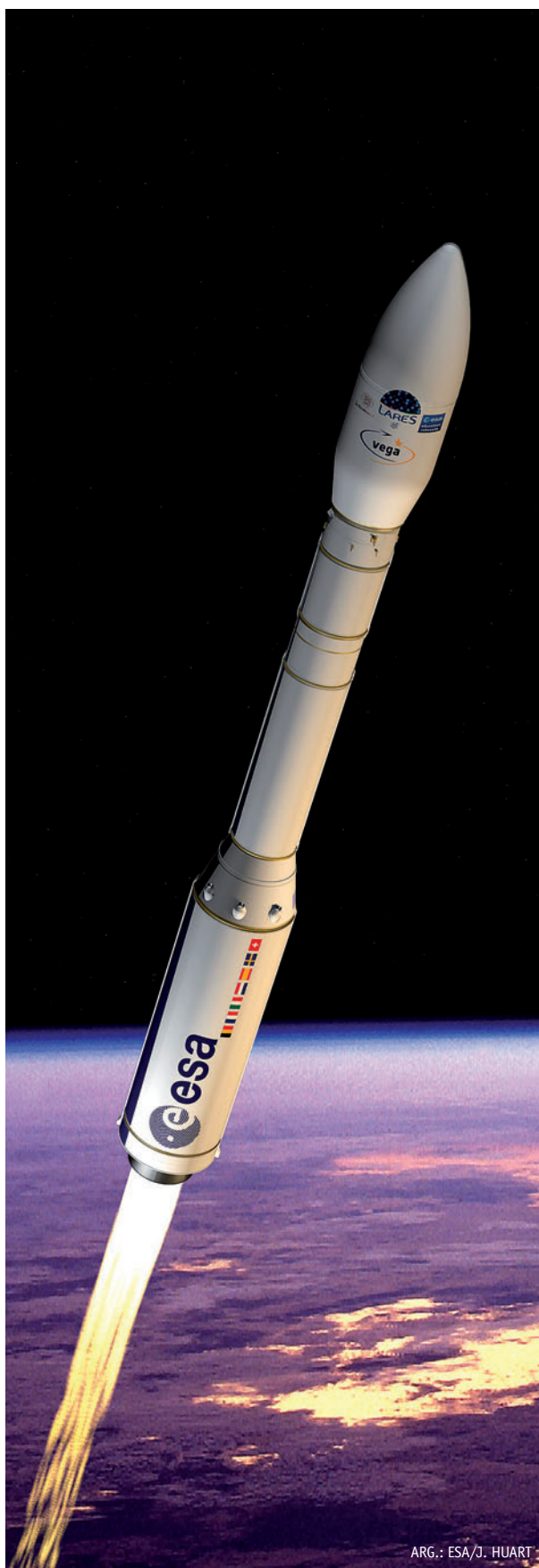
Aurora planeta

Urtarrilaren 24ko eguzki-ekaitzak aurora ikusgarriak eragin zituen. Suediako hau, esaterako. Görand Strand argazkilariak gaua kanpoan pasatu zuen auroraren zain, beste lagun batekin batera. Iragarritako aurora iritsi zenean, hiru argazki atera zizkien aurorari eta lagunari, 360°-ko panoramika osatzeko. Eta argazki haiek moldatuz, omenaldia egin dio Printze Txikiari.



ARG.: ASTROPHOTOGRAPHER GÖRAN STRAND - www.astrofotografen.se





ARG.: ESA/J. HUART

Vega suziri berriaren estreinako hegaldia

ESA agentziak satellite batzuk jarri ditu orbitan Vega suziri berriaren bitartez

Vega suziriak lehen hegaldia egin zuen otsailaren 13an, ESA agentziak Kouroun (Guyana Frantsesa) duen jaurtitze-pistatik abiatuta. Gaur egun, agentziak dituen hiru suzirietatik txikiena da Vega, eta ikerketarako satelliteak orbitan jartzeko diseinatu dute. Italiako Espazio Agentziak eman zituen Vega sortzeko lehen urratsak. Izena akronimo bat da, hitz hauetatik sortua: *Vettore Europeo di Generazione Avanzata* (Belaunaldi Aurreratuko Garraio Suziri Europarra), eta Vega izarraren izena gogorarazten du. Lehen hegaldian, bederatzi satellite jarri zituen orbitan, eta adituek espero dute, alderdi horretatik, suziri berezi honen ibilbidea oparoa izatea.

Berezia da, suziri hau iritsiko delako besteak iristen ez diren orbitetara. Izan ere, Vegak ahalmena du satelliteak poloen gaineko orbitetara eta orbita baxuetara eramateko —2.000 kilometrotik beherakoetara—. Orbita horiek ikerketarako interesgarriak dira, batez ere, Lurra bera espaziotik aztertzeko; baina ez dira

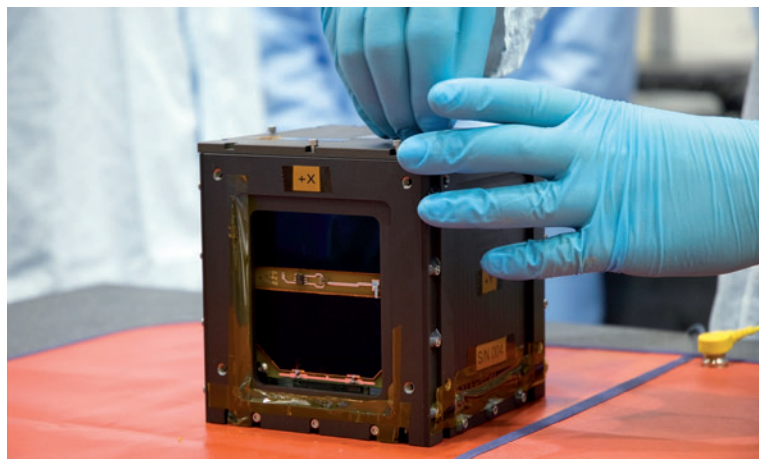
baliagarriak satellite komertzial gehienetarako. Horregatik, Vega suziria ez dute erabiliko, adibidez, telekomunikazioko satelliteak espazioratzeko (sateliteen esparruko jarduera errentagarrienerako, alegia).

Suziria 30 metro luze eta 3 metro zabal da, eta lau fase ditu. Lehen hirurek erregai solidoa erabiltzen dute, eta, haiek askatu ondoren, suziriaren “burua” erregai likidoz baliatzen da, orbitan modu zehatz batean sartzeko.

Lehen hegaldian eraman zituen bederatzi satelliteetako nagusia LARES satelitea da, Italiako Espazio Agentziak grabitatearen efektua eta erlatibitatea aztertzeko egin duen satellite bat. Horrez gainera, Lurra behatzeko, ALMASat-1 satelitea eta zazpi satellite kubiko txiki —CubeSatak— jarri zituen orbitan. Hegaldi arrakastatsua izan da, eta ESAkoek iragarri dute beste bost misio egingo dituela Vegak 2016. urtea baino lehen. ●



SAREAN



PW-Sat satellite txiki kubikoa. Vega suziriaren lehen hegaldian orbitan jarriko dituen zazpi CubeSat-etako bat. Varsoviako Teknologia Unibertsitatean garatu dute. ARG.: ESA/A. REYES.





ARG.: DANIEL SOLABARRIETA

Kirola egitean jariatzen den hormona bat isolatu dute: irisina

Irisinak erabilera terapeutikoa izan dezakeela uste dute ikertzaileek

Ariketa fisikoa egitean giharretako zelulek jariatzen duten hormona batek, irisinak, osasunean dituen onurak frogatu ditu ikertzaile-talde batek. Horrez gain, hormona isolatu dute, eta, saguei injektatuta, ariketaren bidez lortzen diren ondorio berberak eragiten dituela erakutsi dute. Hori ikusita, iradoki dute irisinak erabilera terapeutikoa izan dezakeela, bereziki, obesitatean eta diabetesean, baina, agian, baita minbizi batzuetan ere. Ikerketaren xehetasunak *Nature* zientzia-aldizkarian argitaratu dituzte.

Ikerketaren arabera, irisina hormonak eragin zuzena du ehun adiposoan: ariketa eginez jariatuta zein odolean injektatuta, irisinak

gantz zuria (osasunerako txarra) gantz arre (onuragarria) bihurtzeko prozesua aktibatzen du. Gainera, glukosarekiko tolerantzia areagotzen du.

Halaber, sagu sedentarioekin egindako esperimentu batean frogatu dute hamar egunez irisina injektatu ondoren odoleko glukosa-kontzentrazioa eta intsulina-maila hobeak zirela, esperimentua hasi aurretik baino. Aldi berean, ez zuten inolako albo-ondoriorik hauteman. Saguen irisina eta pertsonena berdinak direnez, pazienteak tratatzeko erabili ahal izango dela espero dute ikertzaileek. ●



SAREAN+

Glifosatoa hilgarria da Euskal Herriko anfibioentzat

Gaur egun landa-eremuan ez ezik hirietan ere hain erabilia den glifosato herbizidak Europako anfibio-espezieengan sor ditzakeen kalteak ikertu ditu lehen aldiz Aranzadi Zientzia Elkarteko Herpetologia Sailak. Emaitzek ondorio garbiak utzi dituzte: fabrikatzaileek gomendatzen dituzten dosien azpitik erabili arren, hilgarria da ikertutako 10 espezierentzat.

Gaur egun mundu mailan erabiltzen den herbizida erabilienetako bat da glifosatoa. Hosto zein zurtoin eta sustraletan aplika daiteke, eta landarearentzat ezinbestekoak diren aminoazidoen sintesia eragozten du. Ingurune naturaleko ekosistemetan, batik bat ur-inguruetan, glifosatoa pilatu egiten da, eta kate trofikoak osatzen duten ordezkarri guztiei erasaten die, bai oinarritzko mailako fitoplanktonari —organismo askoren elikagaia da—, baita maila garaiagoko animaliei ere, arrainei eta anfibioei adibidez.

Horrenbestez, glifosatoak Europako anfibio-espezieengan duen eragina ikertzeari ekin zion Aranzadi Zientzia Elkarteko Herpetologia Sailak. “Euskal Herrian 18 anfibio-espezie daude, eta horietatik 10 ikertu ditugu. Kopuru hori Euskal Herriko espezie guztien ordezkarri aproposa izan daitekeela uste dugu”, adierazi du Xabier Rubio Aranzadi Zientzia Elkarteko herpetologoak. Ikerketa ekotoxikologikoen lehen emaitzen arabera, fabrikatzaileek aholkatzen dituzten dosiak orain arte ikertutako anfibio-espezie europarrek jasan ditzaketan kontzentrazioen gainetik daude. Ikusi dute, orobat, dosi hilgarrien azpitik dauden kontzentrazioek anfibioen biologiarri eta portaerari eragin diezaieketela epe luzera, eta gero biziraupena baldintzatu. Horrenbestez, glifosatoaren erabilera



ARG.: ARANZADI ZIENTZIA ELKARTEA

ahalik eta gehiena murriztea gomendatzen du Rubiok. Horrez gain, proposatzen du eremu eta une jakinetara mugatzea erabilera hori, eta balio ekologiko handiko inguruneetan beste metodo batzuk baliatzea. “Esaterako, jakinda anfibioei kalte egiten diela, saiatu beharko genuke ez erabiltzen horiek ugaltzen ari diren sasoian, alegia, udaberrian eta udan. Gainerako garaietan ere kaltea eragin dezake, baina ez hainbeste”, dio Rubiok. ●



SAREAN+

Astearteetan, 21:00etan

Eta Interneten:

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

Opioideak dosi handian, min kronikoari aurre egiteko

Saguekin egindako ikerketa batean, opioide-dosi handi batekin min kronikoarekin lotuta dauden arazo neuronalak konpon daitezkeela ikusi dute Vienako Medikuntzako Unibertsitateko ikertzaileek. *Science* aldizkarian argitaratu dituzte ikerketaren emaitzak.



ARG.: ELHUYAR FUNDAZIOA

Min kronikoaren arrazoi nagusietako bat nerbio-sistemaren akats bat izaten da: neurona batzuek minaren seinaleak transmititzen jarraitzen dute etengabe, nahiz eta mina izateko arrazoirik ez egon. Minari aurre egiteko substantzia eraginkorrenak, gaur egun, opioideak dira, hain zuzen ere (morfina eta heroina, esaterako); baina, ohiko dosi txikietan, opioideen efektu analgesikoa iragankorra da. Dosi handian emanda, ordea, ikertzaileek ikusi dute nerbio kaltetuek minaren seinalea transmititzeari uzten diotela saguetan. Ikertzaileen ustez, seinaleak transmititzeko neuronen artean gertatzen den kaltzio-ioien mugimendua etetea eragiten dute opioideek dosi horietan.

Erremifentanilo opioidea erabili dute ikerketan, eta ohiko dosia baino 2-4 aldiz handiagoa eman diete saguei. Orain, gizakietan ere gauza bera gertatzen den jakiteko, lehen saiakuntza klinikoak egiten hasi dira. ●



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



NORTEKO FERROKARRILLA



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Testosteronak berekoikeria areagotzen duela frogatu dute

Odoleko testosterona-mailak pertsonen jokabidean eragiten duela frogatu dute Londresko Unibertsitateko ikertzaileek. Zehazki, berekoi jokatzera bultzatzen duela ikusi dute. Ikertzaileen esanean, emaitzak baliagarriak dira “ulertzeko zer eragin duten pertsona menderatzaileek taldeko erabakietan”.

Orain arte, taldeko erabakietan eragina duten mekanismo biologikoak ulertzeko ikerketetan, elkarlana sustatzen duten faktoreei jarri izan zaie arreta. Hala, ikusi dute oxitoxina hormonak lankidetzan jarduteko joera areagotzen duela. Orain, testosteronak kontrako eragina duela erakutsi dute.

Horretarako, 17 boluntario-bikote aztertu dituzte, denak emakumeak. Bikoteek proba batzuk egin behar izan

zituzten; proba haietan, emaitza hobeak lortzen zituzten elkarlanean arituz gero, eta halaxe jokatu zuten bikote gehienek. Alabaina, erdiei testosterona-injekzio bat eman ondoren, testosterona jasotakoek jokabide berekoa erakutsi zuten, bikotearen kaltetan izan arren.

Ikertzaileek argitu dute ikerketan emakumezkoek bakarrik hartu dutela parte, gizonezkoek berez testosterona-maila altua dutelako, eta, kanpotik emanez gero, gorputzak berezko ekoizpena jaisten duelako. Hori dela eta, gizonezkoei testosterona



ARG.: ELHUYAR FUNDAZIOA

injektatuta ere, ez da hormonaren maila igotzen odolean. *Proceedings of the Royal Society B*. aldizkarian argitaratu dute ikerketa. ●



Elefanteen seigarren hatza

Duela 300 urte deskribatu zen elefanteek sei hatz dituztela oinetan, baina orain arte uste izan da seigarren hatz hori kartilago hutsa zela. Londresko Errege Albaitaritza Institutuan, ordea, elefantearen seigarren hatza aztertu dute, eta Science aldizkarian argitaratu dute benetako hezurrez osatuta dagoela. Are gehiago, egitura horrek falangeen arteko artikulazioak ere baditu.

Animalietan ohikoena da besoek eta hankek bost hatzeko egiturak izatea,

eskuak eta oinak, baina salbuespen asko daude: animalia batzuek hatzak galdu dituzte eboluzioan, eta beste batzuei hatz berriak sortu zaizkie. Elefantea eta errinozeroa dira sei hatzeko oinak dituztenen adibideak. Seigarren hatz hori —atzeranzko posizioan duten egitura bat— abantaila izan da, animalia handi horientzat garrantzia duelako gorputzari zutik eusteko eta egonkortzeko eginkizunean. Elefantearen kasuan, behintzat, adituek

diote, pandaren erpuuaren antzeko kasua dela. Jatean, pandak seigarren hatz batez baliatzen dira banbuari eusteko, eta eboluzionistek diote ezaugarri hori garatu zitzaizela haragia jateari utzi eta beste elikadura-mota bat izan ahala. Elefanteen kasuan, berriz, egitura ez dago elikadurari lotuta, baizik eta gorputz handi horri eusteko moduari.

Londresko Errege Albaitaritza Institutuko taldearen buruak, John Hutchinson-ek, elefante-oin izoztuen bilduma handi bat du, 60 oin inguru, zooetan elefante bat hiltzen denean Hutchinsoni oinak bidaltzen baitizkiote autopsia egin dezan. Lagin horiei tomografiak eginda, mikroskopio elektronikoz aztertuta, eta beste teknika batzuen bitartez jabetu da nola aldatzen den seigarren hatza elefantearen bizitzan zehar. Hasieran kartilagoa den arren, animalia hazi ahala, egitura hezur bihurtzen da. Eta hatza hezurrezkoa izateak animaliari laguntzen dio pisuari hanken gainean eusten. ●



ARG.: KATY RAWLINGS



Getxoko labarrak, geologoen erreferente

Lutetiarreko estratotipoaren *urrezko iltzea* jarri dute Gorrondatxen

Hemendik aurrera, duela 47,8 milioi urteko historia ikertu nahi duten geologoei Gorrondatxeko labarrak izango dituzte erreferente nagusi. Hain zuzen ere, Lutetiar estaia ikertzeko leku egokiena dela erabaki dute nazioarteko geologia-erakunde garrantzitsuenek, hau da, ICS Estratigrafiaren Nazioarteko Batzordeak eta IUGS Geologia Zientzien Nazioarteko Batasunak. Izendapen hori *urrezko iltze* baten bidez adierazten da, eta otsailaren 13an jarri zuten dagokion lekuan, Gorrondatxeko labarretan.

Izendapena bereziki pozgarria da EHUKo Xabier Orue-Etxebarria, Estibaliz Apellaniz eta Aitor Payros geologoentzat, hamar urte baino gehiago eman baitituzte hori lortzeko lanean. Haiek azaldu dute nolakoa izan den prozesua: “Estratotipo izendapena lortzeko, lekuak baldintza batzuk bete behar ditu; besteak beste, eskura egon behar du, geruza-sekuentzia osatua izan behar du, ez ditu arazo tektonikoak (failak, tolesdurak...) izan behar, eta mikrofosil asko izan behar ditu, egoera onean. Gainera, gomendagarria da analisi paleomagnetikoak egiteko aukera izatea ere. Bada,



Ezkerretik eskuinera, Aitor Payros, Estibaliz Apellaniz eta Xabier Orue-Etxebarria EHUKo geologoak, Gorrondatxen, *urrezko iltzea* jarri duten lekuan. ARG.: XABIER ORUE-ETXEBARRIA.

frogatu dugu Gorrondatxeko labarrek baldintza horiek guztiak betetzen dituztela”.

Baldintza guztiak betetzen dituela frogatzeaz gain, beste hautagaiak baino hobea dela ere erakutsi behar izan dute. Xabier Orue-Etxebarriak nabarmendu duenez, “niretzat bereziki garrantzitsua da izendapena, hemendik aurrera Paris

aipatu beharrean (han baitzegoen orain arte Lutetiarreko erreferentea), Gorrondatxeren eta Getxoren izenak azalduko direlako geologia-liburuetan”.

Hala ere, Muskiztik Baionara bitarteko itsasertz osoa goraipatu du EHUKo ikertzaile taldeak: “euskal itsasertz osoa paradisu geologiko bat da, ikerketa geologikoak egiteko

leku paregabea, batik bat Behe Kretaziko eta Paleogeno garaikoak (duela 40 milioi urtetik duela 125 milioi urtera)”. Horren erakusgarri, beste bi *urrezko iltze* daude euskal kostan, Zumaiaiko Itzurungo labarretan, hain justu. ●



01423 Sobron (Araba)
tel.: 945 359016
faxa: 945 359137
[http: www.aventurasobron.com](http://www.aventurasobron.com)
h. el.: info@aventurasobron.com

Etor zaitetz ezkutuko ingurune natural hau
ezagutzera eta abenturaz gozatzera

Sobrongo abentura-zentroa

kanoa, kayak, paintball, mendi-ibilaldiak,
orientazioa, mendi-bizikleta, arku-tiroa,
igerilekuak...



Eskola-umeentzako prezio bereziak

Pulsar bitarren balazta-mekanismo indartsua agerian

Segundoko 1.000 biraraino ematen dituzten pulsarrek errotazio-energiaren % 50 gal dezakete balaztaren ondorioz

Milisegundoen kategoriako pulsar bitarrak zerk balaztatzen dituen argitu du Bonngo Unibertsitateko Thomas M. Tauris ikertzaileak. Science aldizkarian argitaratu duenez, pulsarraren magnetosfera hedatzea da errotazio-abiadura murriztearen erantzulea.

Ikaragarri azkar biratzen diren neutroi-izarrak dira pulsarrak; milisegundoen kategoriakoek 100 eta 1.000 bira artean eman ditzakete segundoko, baina, haien bizitzako une batean, asko moteltzen dute errotazio-abiadura, errotazio-energiaren erdia galtzeraino, eta X izpiak igortzetik, irrati-uhinak igortzera pasatzen dira. Ondoan

duten izarraren ia materia dena xurgatu dutenean gertatzen da hori. Hain zuzen ere, masa-transferentziaren prozesuak ematen dio pulsarrari materia pilatu eta gero eta azkarrago biratzeko gaitasuna. Baina har dezakeen materia amaitzen ari denean, ondoko izarra txikiagotu ahala hedatu egiten da pulsarraren magnetosfera, eta, hedatzean, masa-transferentziaren prozesua eten egiten da: erakartzen duen materia bereganatu ordez, inguruan lehertzen da, eta balazta eragiten dio pulsarrari. ●



Milisegundoen kategoriako 200 bat pulsar ezagutzen dira gaurdaino. Lehen 1982an aurkitu zuten, PSR B1937+21, eta lehenengo exoplanetak ere halako baten inguruan detektatu ziren, 1992an, irudiko PSR B1257+12 pulsarraren inguruan biraka.

ARG.: NASA/JPL-CALTECH.



ARG.: RAY/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ① ②

Hobbita: txikia bai, baina ez gaixoa

Australian egin berri duten ikerketa batek ezeztatu egin du hobbita kretinismoa zuen *Homo sapiens* bat zela.

2003an aurkitu zuten hobbitaren lehen fosila, eta, geroztik, eztabaida-iturri izan da. Izan ere, garaiaetik —17.000 urte ditu—, fosilak *Homo sapiens* espeziearen banako batena izan beharko zukeen. Alabaina, ezaugarri bereziak dauzka (garezur eta gorputz bereziki txikiak ditu; hortik datorkio hobbit ezizena), eta horrek bi hipotesi zabaltzen ditu: fosila orain arte ezagutzen ez genuen espezie batena da (*Homo floresiensis*), edo gaixotasun baten ondorioz zen hain txikia.

Auzia argitu nahian dabilta, baina oraindik ez dute DNA aztertzerik izan, ez baitute kalitateko DNArrik lortu fosiletik. Bitartean, hala ere, bestelako ikerketak egiten ari dira. Azkenekoa New England-eko Unibertsitatean egin dute. Hobbitaren garunaren masa, eskeletoaren proportzioak eta hortzen garapena kretinismoa duten pertsonenekin alderatu dituzte. Izan ere, gaixotasun horrek garapenaren atzerapena eragiten du. Baina, azterketaren emaitzak ikusita, ikertzaileek ondorioztatu dute ez dagoela froga bakar bat ere pentsatzeko hobbitak kretinismoa zuela. ●





Android-erako
eta iPhone-rako



hizkuntza
ELHUYAR
zerbitzuak

Elhuyar hiztegiak zure mugikorrean

Deskargatu **DOAN** demoak

www.elhuyar.org/hiztegiak-mugikorretan

mugikorrak@elhuyar.com



Archaeopteryxen luma beltza

Urteetan munduko lehen hegaztitzat hartu den *Archaeopteryxen* luma fosil bat aztertu du Estatu Batuetako eta Alemaniako paleontologo-talde batek. Ikertzaileek konparatu dituzte luma horren pigmentua gordetzeko egiturak eta gaur egungo hegaztien lumek dituztenak. Eta bai tamainaz, bai formaz, antz handia dute *Archaeopteryxen* egiturek eta gaurko beleenek. Horregatik, ikertzaileek ondorioztatu dute “ia ziur” *Archaeopteryxen* luma hura beltza zela. Hala ere, hegazti osoa beltza ote zen jakiteko, ikertzaileek esan dute argitu beharko luketela luma hori hegaztiaren kanpoaldekoa zen edo ez, eta baita beste luma fosildu batzuk aurkitu ere. ●



Geneen espresioa, gizakia izateko gakoa

Gizakion eta beste primateen arteko aldea ez datza gene-kopuruan, gene horien espresio-ereduetan baizik. Aspalditik zen ezaguna ideia hori, baina ez zegoen frogatuta. Orain, Alemaniako eta Txinako ikertzaile-talde batek aurkitu ditu eredu horien arteko aldeak, gizakien, txinpantzeen eta makakoen garuneko laginak aztertuta. Zientzialariek 12.000 generen espresioari jarraitu diote, eta aurkitu dute kortex prefrontalean espresatzen diren 702 generen jarduera askoz mugatuagoa dela txinpantzeetan eta makakoetan, gizakietan baino. Gizakien espresio-eredu kopurua 12 aldiz handiagoa zen besteen baino. Eta ikertzaileek esaten dute aztertutako geneek neuronetako sinapsien sorreran hartzen dutela parte, eta, beraz, garunaren garapenarekin dutela zerikusia. ●



Literatura, garunarentzako estimulu

Donostiako BCBL ikerketa-zentroan egindako ikerketa-lan batek erakutsi du figura erretorikoek badutela sugestio-gaitasuna garunaren jarduera estimulatzeko. *NeuroImage* aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak.

BCBLko Nicola Molinaro ikertzailearen hitzetan “ikerketaren emaitzak zerikusia du figura erretorikoak prozesatzeko behar den abstrakzio-mailarekin. Oximorona da halako figura bat, esaterako”. Kontrako esanahia duten bi hitzek edo adierazpenek osatzen dute oximoron egitura sintaktikoa. Adibidez, *gau zuria*. Oximoronaz gain, esaldi okerrak, neutroak eta pleonasmoak (izen-lagunek adierazkortasuna gehitzen dute baina ez dira beharrezkoak) erabili zituzten ikerketan, subjektu modura izen bera erabilita. Adibidez: *munstro geografikoa* adierazpen okerra, *munstro bakartia* adierazpen neutroa, *munstro ederra* oximorona eta *munstro ikaragarria* pleonasma. Ondoren, hitz-bikoteen zerrenda horiek erakutsi zitzaizkien 18 eta 25 urte bitarteko pertsonen, eta, entzefalograma bidez, haien garunaren jarduera neurtu zuten adierazpenak prozesatu bitartean.

“Ikerketak erakutsi du adierazpena zenbat eta naturaltasun gutxiagokoa



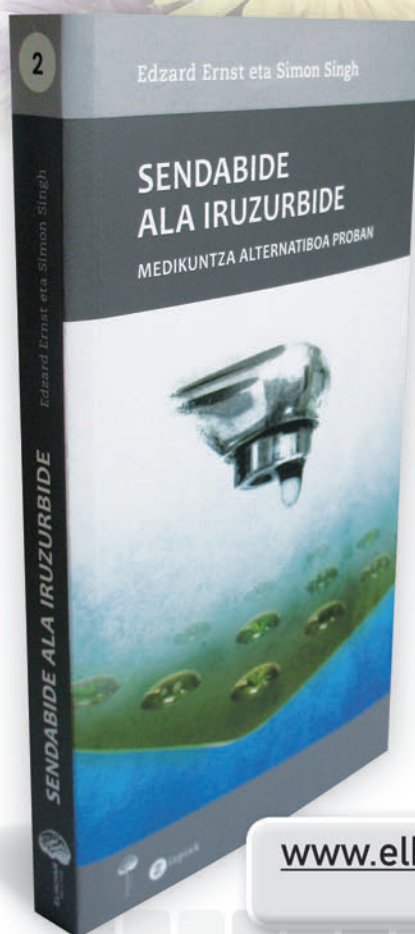
Nicola Molinaro, BCBLko ikertzailea. ARG.: BCBL.

izan, orduan eta baliabide gehiago behar dituela garunaren aurrealdeko ezker aldeak adierazpena prozesatzeko”, azaldu du Molinarok. *Munstro bakarti* adierazpen neutroak behar du baliabide gutxien prozesatzeko. *Munstro geografiko* adierazpen okerra hauteman eta handik 400 milisegundora erreakzionatzen du garunak erroreaz ohartzean. Aldiz, *munstro ederra* oximoronaren kasuan, adierazpena entzun eta handik 500 milisegundora hautematen da jarduera garunaren aurrealdeko ezker aldean; alde hori da gizakiak beste edozein espeziekin baino garatuagoa duen garunaren alde bat, hizkuntzarekin lotzen den aldea, hain zuzen ere. Pleonasmoaren kasuan, *munstro ikaragarria*, ikusi zen

jarduera adierazpen neutroaren kasukoa baino handiagoa zela, baina oximoronaren kasukoa baino txikiagoa.

Ikerketaren emaitzak ikusita, BCBLko ikerketa-arloa zabaltzea erabaki du. Erresonantzia magnetikoa erabiltzen hasia da jada Molinaro, eta figura erretorikoak prozesatzen direnean garunak zer jarduera duen erakusten duten irudiak jaso nahi ditu. Azken helburua da esanahiaren prozesamenduan eragin handia duten garuneko bi alderdiren arteko konexioak aztertzea: hipokanpoaren, eta aurrealdeko ezker aldearen artekoa, hain zuzen ere. ●





**SENDABIDE
ALA IRUZURBIDE.
MEDIKUNTZA
ALTERNATIBOA PROBAN**

*Trick or Treatment?
Alternative Medicine
on Trial* liburuaren
euskarazko itzulpena.

**Egileak: Simon Singh eta
Edzard Ernst**

Eraginkorra ote da
medikuntza alternatiboa?
Proba zientifikoek
emandako ondorioak.

www.elhuyar.org/edizioak

% 20ko DESKONTUA:

- Elhuyar Fundazioko bazkideentzat
- Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren harpidedunentzat





MUNDU IKUSGARRIA

Norvegiako FIORDOAK



NORVEGIAN AURKITU DITZAKEGU naturaren formazio liluragarrienetako batzuk: fiordoak.

Glaziarren ondorioz milaka urtean zehar arrokan sortu diren korridore sakonak dira fiordoak. Beren ibilbide geldo baina etengabea, Norvegiako glaziarrek harriak eta lurra higatuz joan ziren; hala, ibilbide horretan sortuz joan ziren haranak gero eta zabalago eta sakonago bihurtu zituzten. Kalkulatzen da milurteko bakoitzean metro-erdi bat arroka higatzen duela glaziarrek. Urte askoren buruan, glaziarrek itsasora iritsi ziren, eta, han, urtzen hasi. Gero, glaziarrek sortutako haranetan Ipar itsasoa sartu eta urez bete zituen. Horrela jaio ziren fiordoak.

Fiordoaren rankingean, Groenlandia dago lehenengo postuan, baina Norvegiakoak dira ezagunenak. Hor dago munduko bigarren fiordo luzeena, Sognefjorden famatua; 204 km luze da. Sognefjorden fiordoa bost besotan banatzen da, eta beso horiek, beste hainbatetan. Haietako bi, Geirangerfjord eta Nordfjord, UNESCOren gizateriaren ondare naturalaren zerrendan daude.

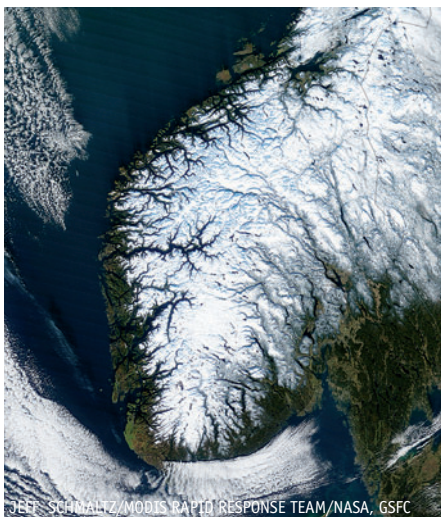


Nordfjord Norvegiako barnealdeko mendietaraino sartzen da eta, han, Jostedalsbreen glaziarren ur gezarekin nahasten da. Jostedalsbreen Europako glaziar luzeena da, 100 km ditu.

Uraren mailatik zein airetik, fiordoek pareta ikaragarrien perspektiba txundigarria da. Pareta batzuek 1.800 metroko altuera dute. ●



SAREAN+



JEFF SCHWALTZ/MODIS RAPID RESPONSE TEAM/NASA, GSFC



© ISTOCKPHOTO.COM/RUSM



PETER JOHN ACKLAM/© ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ⓘ ⓘ



TERJE RAKKE/NORDIC LIFE/WWW.VISITNORWAY.COM



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Elkargokide izateak bere saria du

Elkargo bateko kide bazara, **% 25eko deskontua**
izango duzu *Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkariaren
harpidetza-sarian*.



Euskal Autonomia Erkidegoko
elkargo hauekin dugu
lankidetzat-hitzarmena:

- Arabako Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Bizkaiko Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Euskadiko Fisioterapeuten Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Odontologo eta Estomatologo Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Sendagileen Elkargo Ofiziala

Deskontu honetaz baliatu ahal izateko, idatzi mezu bat harpidetza@elhuyar.com helbidera, edo deitu telefono honetara: 943 36 30 40
www.elhuyar.org

*Harpidedun berrientzat eta dagoeneko harpidedun direnentzat, 2011. urtean zehar



IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

SOFTWARE

Lau frikiren kontua baino

“Software librea” terminoak Linux ekarriko dio gogora jende gehienari, informatikari batzuek Windows-en ordezt erabiltzen omen duten sistema eragile arraro hori. Eta egia bada ere software librea Linuxekin hasi zela zabaltzen eta ezagun bihurtzen, gaur egun software librearen mugimendua askoz gehiago da. Hainbeste, non hura gabe mundua ez bailitzateke izango gaur ezagutzen dugun bezalakoa.

Ordenagailuek, beste teknologia askok bezala, historia luzea izan dute gizarte osora hedatu aurretik, uste duguna baino luzeagoa. Mundu akademiko-unibertsitarioan sortu ziren XX. mendearen hasieran, eta 80ko hamarkadatik aurrera hasi ziren bihurtzen erabilera orokorreko. Bitartean, 50-80ko hamarkaden arteko garai horretan, konputagailuak makina handi eta garestiak ziren, eta unibertsitateetan eta enpresa handietan soilik zeuden. Horientzat egiten zen softwareari dagokionez, ohikoa zen doan eta libreki zabaltzea eta banatzea, beste batzuen softwareari ekarpenak egitea... Batetik, mundu akademikoan aurkikuntzak argitaratu eta partekatzea ohitura izan delako beti; bestetik, ordenagailu-ekoizleek ere begi onez ikusten zutelako beren makina garestiak erabilgarriago bihurtzen zituzten programak doan eta erraz eskuratu ahal izatea. *Hacker* filosofia eta garaia izan zen.

Alabaina, 1980an *copyright* legea softwareari hedatu zen. Eta konputagailuak izaten ari ziren zabalkundea zela eta, softwarea negozio-aukera bihurtu zen, eta software-enpresak sortu ziren, softwarearen kode bitarra edo konpilatua soilik saltzen zutenak, ez iturburu-kodea.

Panorama berri haren aurrean, MITeko (*Massachusetts Institute of Technology*) Adimen Artifizialeko Laborategiko Richard Stallman-ek erakunde hura utzi eta FSF (*Free Software Foundation* edo Software Librearen Fundazioa) sortu zuen, berak ezagutu zuen *hacker* filosofia berreskuratu eta software libre bultzatzeko helburuarekin. Haren ustez, softwareak libre izan behar du; uste duelako, batetik, ezagutza partekatzea ezinbestekoa dela gizarteak aurrera egiteko eta, bestetik, libre izateak kalitate hobeko programak egitea ahalbidetzen duela.

Baina zehazki zer da software librea? Definizioa FSFk argitaratu zuen 1986an, Stallmanek idatzia. Software bat libre da berorren erabiltzai-

leak lau askatasun baditu (informatikan ohikoa den 0-tik hasitako numerazioa erabiliz):

- 0 askatasuna: helburua edozein dela ere, programa exekutatzeko askatasuna.
1. askatasuna: programa aztertu eta norberaren beharretara egokitzeko askatasuna.
2. askatasuna: programa kopiatzeko eta kopiak banatzeko askatasuna.
3. askatasuna: programa hobetzeko askatasuna eta hobetutako bertsioa zabaltzeko askatasuna, edonork etekina atera diezaion.

Askatasun horiek bermatzeko, nahitaezkoa da programen iturburu-kodea irekia izatea. Bestalde, software librearen definizioaz gainera, FSFk eta Stallmanek *copyleft* kontzeptua ere ezaguturazi zuten (libre banatzen den softwarea aldatu edo hobetuz gero libre izaten jarraitzea), eta software librea *copyleft* bidez banatzeko lehenengo lizentzia asmatu (GPL edo *General Public License*).

Stallmanek GNU proiektua ere jarri zuen martxan, zeinaren helburua baitzen ordenagailu batean behar den sistema osoa eta programa ohikoenak software libre moduan izatea.



Richard Stallman, FSF Software Librearen Fundazioaren sortzailea.
ARG.: GISLE HANNEMYR/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ① ②

LIBREA

askoz gehiago

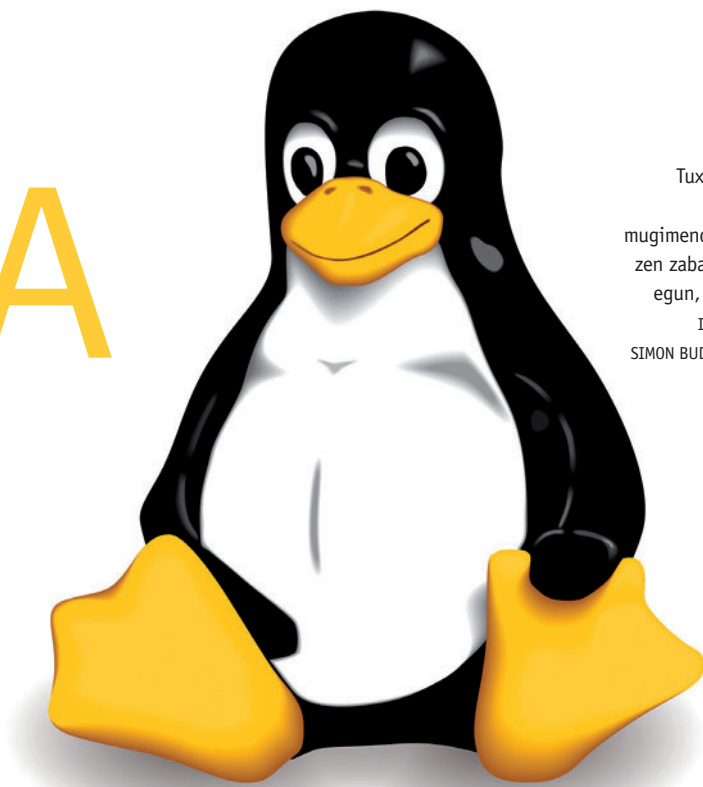
1991rako eginak zituzten oinarritzko sistema batek behar dituen programa gehienak (Richard Stallmanek berak egin zituen softwarea garatzeko beharrezko diren tresna asko, oraindik ere asko erabiltzen direnak, hala nola Emacs testu-editorea eta GCC C konpilatzailea), eta Linus Torvalds izeneko ikasle finlandiar batek osatu zuen eskema, falta zen sistema eragilearen nukleoa garatuz: Linux.

LINUX BAINO ASKOZ GEHIAGO

Orduan hasi zen zabaltzen poliki-poliki software librea, Linuxen bidez, Windowsen monopolioa hautsi nahian. Eta geroztik, Linuxekin lotzen du jende askok software librea, eta horregatik dago hain zabalduta lau informatikari frikiren gauza delako ustea. Baina ez da Linux soilik, bBestelako programa asko dira software librea: Mozilla Firefox eta Google Chrome web-nabigatzaileak (merkatuaren erdia baino gehiago hartzen dute), LibreOffice ofimatika programa-sorta, GIMP marrazketa-programa, Blender 3Dko diseinurako softwarea...

Eta erabiltzaile arrunten ordenagailuak ez diren alor askotan, software librea nagusi da. Zientziaren aurrerabidea ahalbidetzen duten superordenagailuetatik, adibidez, % 90etik gora Linuxekin dabil.

Halaber, web-zerbitzarien % 60k baino gehiago ere Linux du sistema eragilezat. Eta hauek erabiltzen den software gehiena ere librea da: Apache, nginx edo lighttpd web zerbitzariak, MySQL datu-basea, Python, Perl eta PHP programazio-lengoaiak, MediaWiki (Wikipediak erabiltzen duen softwarea), Drupal, Joomla!, Plone edo WordPress CMS (Content Management System) softwareak, eta beste ugari. Horiek guztiak egon ez balira, ziurrenik ez litzateke existituko ezagutzen dugun Internet: webguneak, blogak eta abar ostatzeko zerbitzuak askoz garestiagoak izango ziren software-lizentziengatik, eta



Tux, Linux-eko logoa.
Software librearen mugimendua Linuxekin hasi zen zabaltzen, baina, gaur egun, askoz gehiago da.
IRUDIA: LARRY EWING,
SIMON BUDIG, ANJA GERWINSKI.

 *Software librea
jada ez da hacker
idealista gutxi
batzuen utopia
zoroa.*

gizabanako edo enpresa txiki askok ezingo litzukete kontratatu.

Smartphone eta tableten arloan ere garrantzitsua da software librearen presentzia. Googlek gailu horietarako garatutako eta Linuxen oinarritutako Android sistema eragileagatik ez balitz, beste ekoizleentzat lan nekeza litzateke Applek lortutako *de facto* monopolioa haustea —sistema eragile propioa garatzeko kostua eta sistema eragile horren inguruan aplikazio-kopuru erakargarri bat lortzeko zailtasuna direla medio—, eta ez litzateke egongo alternatiba egokirik haren produktu garesti eta itxientzat. Aldiz, horri esker, gaur egungo smartphoneen erdiak baino gehiagok sistema eragile librea du, eta tabletetan ere gora doa poliki-poliki Android dutenen kopurua. Azkenik, ezin aipatu gabe utzi software libreak izan duen eragina beste esparru batzuetan, hala nola argazkigintzan, literaturan, musikan, entziklopediagintzan eta ikus-entzunezkoetan, kultura librearen ideia sortzen...

Software librea jada ez da *hacker* idealista gutxi batzuen utopia zoroa: ez da *hacker* idealista gutxi batzuen kontua, enpresa asko eta oso garrantzitsuak (Google esate baterako) ari direlako software librea bultzatzen eta finantzatzen (nahiz eta interes ekonomiko propioak izan: enpresa horientzat merkeagoa da tresna libreak erabili, hobetu eta beren beharretara egokitzea, zerotik hasita garatzea baino); eta ez da utopia zoro bat, jada gure mundua aldatu duen errealitate bat delako. ●





MAITE LOUZAO

Espainiako Institutu
Ozeanografikoko itsas zientzialaria

ARG.: ANDONI CANELLADA/ARGAZKI PRESS

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

“Berriro itzuli ahal
izango banu, berriro joango nintzateke
albatrosak ikertzera”

Indiako Ozeanoko uharte txiki batean egin du lan hilabetetan. Maite Louzao eta beste bi zientzialari ur korronterik gabeko txabola batean bizi izan dira, albatrosen kolonia baten ondoan. Albatrosek arrautzak zaintzen zituzten, eta zientzialariek segimendua egiten zieten. Eta hilabeteetako ikerketa gogor haren emaitza batzuk Science aldizkarian argitaratu zituzten urtarrilaren 13ko zenbakian, albatrosei klima-aldaketak onura ekarri diela azaltzeko.

Itsas zientzialaria zara, ez ornitologoa; baina hegaztiekin egiten duzu lan.

Itsas zientziak ikasi nituen Vigon, eta betidanik itsas ekologian egin izan dut lan. Oso eremu zabala da, itsasoarekin zerikusia duten arlo guztiak hartzen dituelako: ekonomia, fisika, geologia, kimika... denetik.

Doktoretza-tesia gabai balearrarekin egin zenuen. Nolakoa izan zen ikerketa hura?

Gure ikerketen arabera, berrogei urtean desagertuko da, gutxi gorabehera, eta egoera larrian dago. Haren arazo nagusia palangre bidezko arrantza da; horren ondorioz, asko hil egiten dira.

Berrogei urte gutxi da; ikusten duzue gainbehera hori zientzialariek?

Bai, ikusten dugu. Gero eta gutxiago daude. Eta arazo handi bat dugu: ez dago populazioaren kontaketa zehatzik, oso zaila delako. Beti zenbatespenekin funtzionatu behar dugu, gutxi gorabeherako zenbakiekin; baina espezie hau itsas labarretan ugaltzen denez, nahiko zaila da kolonietara joan ahal izatea.

Non egin zenuen ikerketa hori?

Balear uharteetan bertan egin nuen tesia. Han egon nintzen lau urte eta erdiz, eta gabai-kolonietara joaten ginen. Hala ere, kolonia haietara nahiko erraz iristen ginen. Itsasontziz joaten ginen, eta ugalketaren segimendua egiten genuen. Inkubazio-hasieran kolonian zenbat arrautza zegoen kontatzera joaten ginen; gero, arrautza haietatik zenbat txita ateratzen ziren kontatzen genuen; eta lau hilabete igarotakoan joaten ginen berriz ere, txita haietatik zenbat iritsi ziren hegan egiteko kondizioetara kontatzera. Hala, ugalketaren segimendua egiten genuen.

MAITE LOUZAO



Ibarra, 1978. Itsas zientzialaria da, Vigon ikasia, eta lan asko egin du itsas hegaztiekin. Balear uharteetan gabai balearra ikertu zuen IMEDEA zentroan, eta Indiako Ozeanoan, hainbat albatros-espezie, CECB-CNRS (Frantzia) eta Helmutz Centre for Environmental Research – UFZ (Alemania) zentroetan.

Zuretzat eguneroko lan bat izan zen, baina, kanpotik ikusita, dokumentaletan ikusten diren ikerketetako bat ematen du.

Egia esan, bai. Nahiko ikusgarria zen lan hura. Gainera, ni ez naiz ornitologo sentitzen, tesia egitean itsas gabaiari buruz ez nekielako ezer. Nik bakarrik kaioak eta ugatzak ezagutzen nituen. Baina bizitzak horrelako lekuetara eramaten zaitu, eta azkenean oso esperientzia polita izan da espezie horrekin tesia egin ahal izatea.

Zer beste tokitara eraman zaitu bizitzak?

Tesia bukatu ondoren, doktoretza ondokoaren fasea dator; eta fase hori da tesia bukatu eta lanpostu iraunkor bat izan bitarteko edozer kontratu, ikerketaren mundua den bitartean. Tesia duela bost urte bukatu nuen, urtebete Oviedon egon nintzen, Asturiasen, itsas ekologian lanean. Gero, beste hamahiru hilabete egin nituen Frantzian, eta han albatrosekin lanean hasi nintzen. Eta handik, gero, Alemaniara joan nintzen, han ere albatrosekin lan egiteko, proiektua Frantziaren eta Alemaniaren arteko elkarlana zelako.



Albatros bidaiaria (*Diomedea exulans*). ARG.: MAITE LOUZAQ.

Alemanian albatrosekin?

Alemanian ez dago albatrosik; kontua da albastrosen datuak dituen ikerketa-taldea Frantzian dagoela, CEBC-CNRS zentroan, eta Alemanian badago zentro garrantzitsu bat, Helmutz Centre for Environmental Research, horrelako datuekin ereduak egiten dituen. Ni albastrosen mugimenduen modeloak egitera joan nintzen.

**“Frantziak lurralde batzuk ditu
Indiako Ozeanoaren alde
subantartikoan eta alde
subtropikalean. Toki horietan
zientzia-programak egiten dira”**

Landa-lana ere egin zenuen albatrosekin, ezta?

Frantziak itsasoz haraindiko lurralde batzuk ditu, Frantziako lurralde austral eta antartikoak izeneko lurralde

batzuk (frantsesez, *Terres australes et antarctiques françaises*); Antartidan zientziarako base bat dute, eta Indiako Ozeanoaren alde subantartikoan, bi uharte dituzte, Crozet eta Kerguelen, eta alde subtropikalean beste uharte bat, Amsterdam. Zientzia-programak toki horietan egiten dira, IPEV Institutu Polar frantsesaren bitartez.

Hara joan zinen bizitzera landa-lanak irauten zuen bitartean?

Bai. Kristoren esperientzia izan zen. Naturarekin lan egiten duen edozeinentzat esperientzia handia da. Berririo itzuli ahal izango banu, berririo joango nintzateke, nahiz eta hilabeteak edo urteak pasatu behar izan. Ikusgarria da.

Zer kondiziotan zineten?

Nahiko kondizio berezietan. Kerguelen uhartean egin nuen lan bekain beltzeko albatrosekin (*Thalassarche melanophrys*), eta han, hilabete eta erdiz, etxe txiki batean egon ginen; ez genuen ez urik ez ezer. Ibaia gertu zegoen, eta bost egunean behin dutxatzen ginen, ilea zikin-zikina genuenean (barre egiten du). Errekako ura bost graduan zegoen, eta korrika sartu eta ateratzen

ginen. Nahiko esperientzia polita izan zen, ez bakarrik arlo biologikoan, baizik eta arlo pertsonalean ere bai. Elkar ezagutzen ez genuen hiru pertsona joan ginen; elkarrekin ondo konpontzen saiatu behar genuen, eta horrek ere badauka bere alde polita. Azkenean, anai-arrebak bezala ginen. Gainera, atzerritar bakarra ni nintzen; beste biak frantsesak ziren. Esperientzia ona izan zen.

Alde biologikotik, nolakoa zen zuen lana?

Bada, goizeko laurak aldera argitzen zuen. Eta goizero joan behar izaten genuen koloniara, eta albatrosei gailu batzuk jartzen genizkien bizkarrean, haien bidaiei jarraitzeko. GPS moduko batzuk ziren. Albatrosari jarri, alde egin, eta handik bi egunera, txitari janaria eramatera itzultzen zenean, berriro harrapatzen genuen eta GPSa kentzen genion. GPSaren informazioa ordenagailu batera deskargatzen da, eta, hala, badakizu bidaia horretan zer egin duen albatrosak: nora joan den, zenbat denbora pasatu duen, nola mugitu den, eta abar. Mugimendu horiekin, ibilbidea aztertuz gero, jakin daiteke non pasatu duen denbora gehiena, eta zer egin duen.

“*Albatrosei GPS moduko bat jartzen genien. Berriro itzultzen zirenean, GPSa kentzen genien, nora joan ziren jakiteko*”

Nolakoa ziren albatrosen bidaiak?

Crozet uharteetan, albatros bidaariak aztertu genituen (*Diomedea exulans*). Haiek hego luzeenak dituzte, hiru metro eta erdikoak. Bidaia batek 2-24 egun iraun dezake, eta bidaia bakarrean koloniatik 3.500 kilometroko distantziara joan daitezke. Ikusgarria da.

Nora joaten dira?

Bada, denetik dago. Emeak, ugaltzen ari direnean, batez ere koloniaren inguruan ibiltzen dira, edota iparralde-rantz joaten dira. Eta arrak koloniaren inguruan gera-



ARG.: DEBORAH PARDO.



ARG.: ANDONI CANELLADA/ARGAZKI PRESS

tzen dira, edota hegoalderantz joaten dira. Sexu batekoak eta bestekoak alde banatara joaten dira.

Albatros bidaiariaren ikerketa *Scienzen* argitaratu duzue, eta han kontatzen duzue habia txandaka zaintzen dutela.

Bai, eta kontua da gertatu diren haize-aldaketen ondorioz, gero eta denbora gutxiago pasatu behar dutela habia zaintzen bikotekidea itzuli bitartean. Hori da klima-aldaketaren ondorioetako bat. 1990eko hamarkadan, urrunago joan behar izaten zuten janari bila. Eta 2000ko hamarkadan, gertuago geratuz joan dira. Haizeak bortitza goak dira, baina ez hori bakarrik; tokiz ere aldatu dira. Koloniaren inguruan, haizea are azkarrago dabil.

Eta kontua da albatros horiek nahiko estrategia berezia dutela. Ez dira joaten leku jakin batera jatera. Badaude beste albatros txikiago batzuk, sudur horiko albatrosak (*Thalassarche chlororhynchos*), beti sistema frontaletara joaten direnak. Eta albatros bidaiariaren estrategia, aldiz, ahalik eta leku gehienetara bidaiatzea da, janaria aurkitzeko probabilitatea ahalik eta handiena izateko. Zenbat

eta denbora gutxiago behar izan janaria aurkitzeko, orduan eta laburragoa da bidaia, eta lehenago itzultzen dira habiara. Bestetik, habia zaintzen egoteko txandak zenbat eta laburragoak izan, orduan eta txikiagoa izango da bikotekideak janari bila alde egiteko probabilitatea. Batek habian egon behar du beti. Eta besteak bidaia oso luzea egiten badu, habian dagoenari erreserbak bukatzen zaizkio, eta janari bila joan behar izaten du, arrautza bakarrik utzita. Zenbat eta txikiagoa izan arrautza bakarrik gertatzeko probabilitatea, orduan eta handiagoa da txita aurterra ateratzekoa.

“Gertatu diren haize-aldaketen ondorioz, gero eta denbora gutxiago pasatu behar dute albatrosek habia zaintzen”

Artikuluan esaten zenuten beste ondorioetako bat dela albatrosak, oro har, handiagoak direla.

Handiagoak egiten dira, baina ez tamainan. Pisutsuagoak dira orain. Habian gero eta gutxiago egon behar dutenez, gutxiago erabili behar dituzte erreserbak.

Ikerketa horretan, konparatu beharreko datu asko zenituzten. 1970eko datuak ere bazeuden. Baina horiek ez dira zuek hartutakoak. Zeinen datuekin aritu zarete lanean?

Uharte haietan ez da inor bizi. Base zientifikoa besterik ez dago. Han hasi ziren segimendua egiten 1966an, eta ordutik ikertzaile askok hartu dute parte programa horretan. Une honetan, programaren burua gure artikularen lehen egilea da, Henri Weimerskirch.

Albatrosaren ikerketa bukatu, eta orain Gijonen zaude.

Bai, Gijonen nago, uztailetik, Espainiako Institutu Ozeanografikoan. Itsas hegaztiekin ez ezik, beste harrapatzaille batzuekin ere lanean ari naiz: izurdeekin, atunekin eta abar. Kantauri itsasoan duten banaketa ikertzen ari gara.

Zer aukera duzu aurrera begira?

Bada, 33 urte ditut, eta oraindik ez dut lan iraunkorrik. Eta krisi ekonomikoarekin, nahiko etorkizun iluna daukat. Baina ematen du Euskal Herria dela ikerketaren aldeko apustua egiten duen herri bakarrenetako bat, eta Ikerbasque erakundea doktoreen kontratazioa sustatzen ari da. Agian, deialdi horren barruan kontraturen bat lor nezake. ●



SAREAN+

Independentea Aurrerakoia Sakona
 Burujabea Euskararekin konprometitua
 Zorrotza eta kritikoa Irakurle fidelez osatutakoa
 Izen handiko sinaduren topagune
 Multimedia izaerakoa ...



Euskal Herriko eta munduko
 aktualitatearen erakusle

Milaka irakurle dira
 izaera honekin
 bat egiten dutenak.

Ezagu gaitzazu. Jaso ezazu Euskal
 Herriko astekaria
 hilabetez doan!
harpide@argia.com

Milaka begi dira
 zure iragarkia ikusiko dutenak.

Aukeratu ARGIA
 zure irudia zabaltzeko.
publiz@argia.com



argia

© 943 37 15 45

Independentzia astero ikusten da



ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

HERIOTZAZ

taburik gabe

Munduan, 150.000 pertsona inguru hiltzen dira egunean. Hala ere, askorentzat, heriotza tabua da.

Hurrengo orrietan, garbi hitz egiten da heriotzari buruz: zer den, nola gertatzen den, zer bilakaera duten organoek... Taburik gabe. Horrez gain, hiltzorian egon eta berpiztu diren batzuek izan dituzten bizipenak jaso ditugu. Zer azalpen ematen die neurozientziak esperientzia horiei?

Noiz ziurtatu
heriotza



30

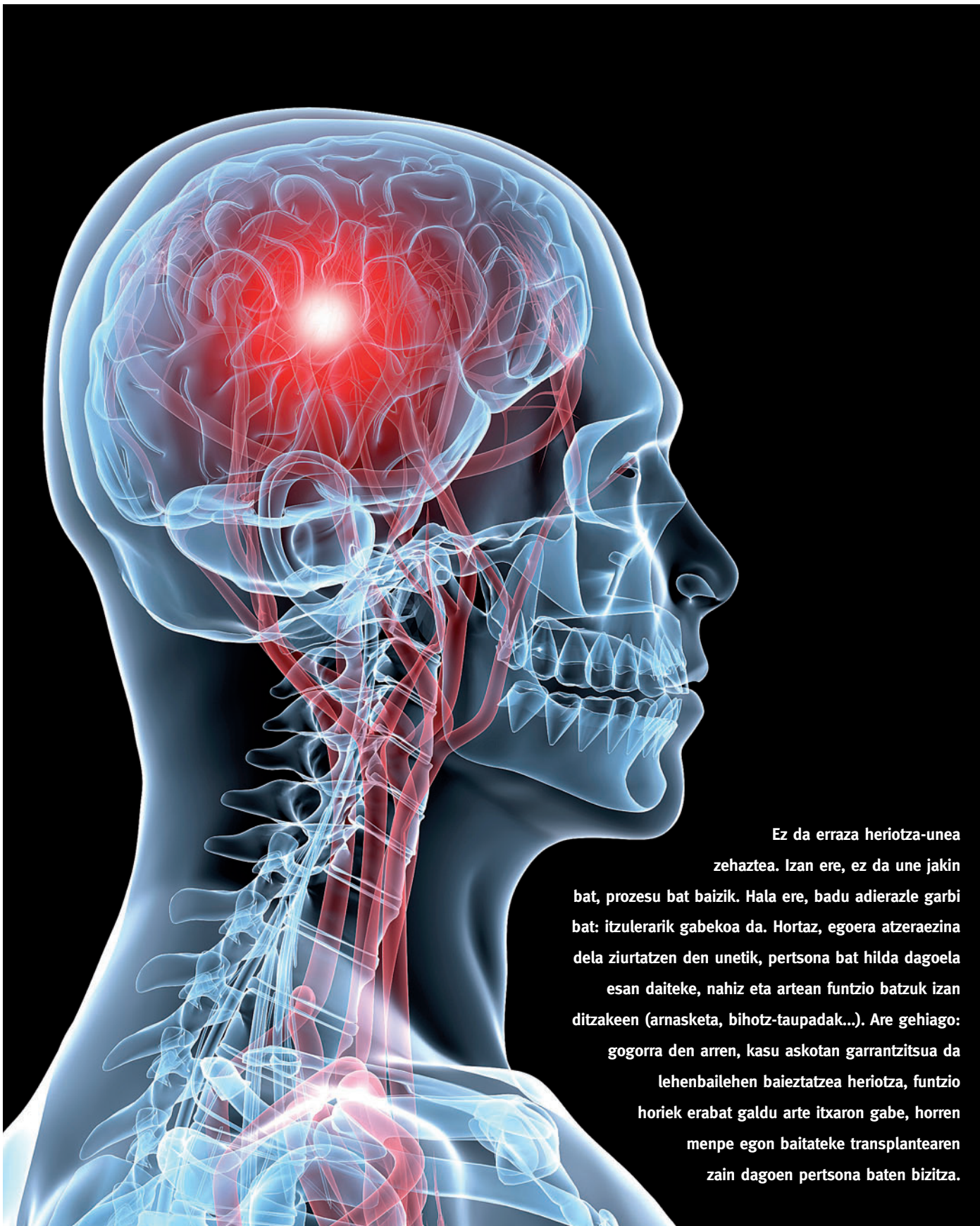
Ez dagor ezer
paranormalik



36







Ez da erraza heriotza-unea zehaztea. Izan ere, ez da une jakin bat, prozesu bat baizik. Hala ere, badu adierazle garbi bat: itzulerarik gabekoa da. Hortaz, egoera atzeraezina dela ziurtatzen den unetik, pertsona bat hilda dagoela esan daiteke, nahiz eta artean funtzio batzuk izan ditzakeen (arnasketa, bihotz-taupadak...). Are gehiago: gogorra den arren, kasu askotan garrantzitsua da lehenbailehen baieztatzea heriotza, funtzio horiek erabat galdu arte itxaron gabe, horren menpe egon baitateke transplantearen zain dagoen pertsona baten bizitza.

HERIOTZA

itzulerarik gabeko bidea

“Azken urteetan heriotzaren kontzeptuan eragin handiena izan duen faktorea transplanteak dira”. Luis Miguel Querejetaren hitzak dira. Auzitegiko Patologia Zerbitzuko burua da, eta, haren esanean, urte luzez, medikuek ez zuten arazorik izaten pertsona baten heriotza ziurtatzeko: “Medikua hildakoarengana iristen zenerako aztarnak agerikoak izaten ziren”. Hala, eskura zituzten tekniken bidez ziurtatzen zuten heriotza: azterketa mediko arrunt batekin, fonendoskopio batekin... Alabaina, transplanteek erabat aldatu zuten hori, “mugan jokatzera behartzen baitzaituzte”.

Querejetaren ustez, jende askori zaila egiten zaio hori ulertzea. “Izan ere, heriotza ez da bat-batean gertatzen. Prozesu bat da, denboraren iragaite bat, non bizi-funtzioak pixkanaka itzaltzen joaten diren, egoera itzulezina bihurtzen den arte. Transplanteak direla eta, denboran atzera egin behar izan dugu prozesu horretan, heriotza fisiologikoa artean gertatu ez den arren funtzioak itzulezinak diren unera arte”.

Izan ere, organoak transplantatzeko egokiak izan daitezten, gorputzaren parametro fisiologikoak muga normalen barruan egon behar dute. Alegia, presio arterialak eta odolaren oxigeno-mailak normalak izan behar dute, eta gorputzaren tenperatura ezin da egon 32 °C baino behe-rago. “Horrek esan nahi du bihotzak eta birikek martxan egon behar dutela”, nabarmendu du Querejetak.

ENTZEFALOA ITZALTZEN BADA

Hain zuzen, heriotza (eta bizitza) ez da bihotz-taupaden eta arnasketaren mendekoa; artifizialki, lor daiteke egoera atzeraezinean dagoen



pertsona batek bihotza eta birikak martxan izatea. Baina heriotza entzefalikoa gertatu bada, hau da, entzefaloaren jarduera amaitu bada, pertsona horrek ezingo du bizitzara itzuli. Hilda dago.

Querejetak azaldu du legearen aldetik oso garbi dagoela noiz eta zer kondiziotan ziurta daitekeen pertsona bat hilda dagoela. “Kausaren arabera, oinarritzko bi egoera izan ditzakegu. Bat da bihotza eta birikak gelditzea. Kasu horretan, 5 minutuko denbora-tartean baieztatu behar duzu ez dagoela ez arnasketarik ez taupadarik. Hori fonendoskopio batekin eta elektrokardiograma batekin ikusten da. Eta beste egoera da entzefaloak bere funtzioak galtzea”.

Heriotza eta bizitza ez dira beti bihotz-taupaden eta arnasketaren mendekoak. Entzefaloak jarduera galdu badu, egoera atzeraezina da.
ARG.: © WAVEBREAK MEDIA LTD/123RF.

Organoen hondatze naturala

Garuna

Garuna da oxigeno-gabeziaren ondorioak jasaten dituen lehen organoa. Garunaren egitura oso ahula da, eta 48-72 orduan trinkotasun gutzia galtzen du. Urtu egiten da.

Bihotza eta birikak

Hildakoan, arnasketa eta bihotz-taupadak dira lehenik galtzen diren funtzioak. Baina, normalean, galera hori ez da izaten da bihotza eta birikak suntsitu direlako, heriotza entzefalikoa gertatu delako baizik. Funtzioa galdu arren, bihotza eta birikak ez dira berehala hondatzen; aitzitik, beste organo batzuek baino luzeago irauten dute.



Tollundeko gizona,
K.a. IV. mendea

ARG.: SUEN ROSBORN/© ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ① ©

Momifikazioa

Kasu bakan batzuetan, gorpu batek oso luze irautea ere gerta daiteke; momifikazioak gertatzen direnean, adibidez. Hain zuzen, inguruko kondizioak dira degradazio-denboran gehien eragiten duten faktoreak. Zenbat eta bero eta hezetasun handiagoak, orduan eta azkarrago hondatzen da gorpua, eta alderantziz.

Adina eta sexua

Beste faktore batzuek baino askoz ere eragin txikiagoa dute. Hala ere, berez, luzeago irauten du heldu baten gorpuak haur batenak baino; batetik, handiagoa delako, eta, bestetik, proportzioan ehunek ur gutxiago dutelako. Antzeko zerbait gertatzen da sexuarekin ere; gizonetzkoen eta emakumezkoen artean egon daiteke alde txiki bat, baina ezaugarri fisikoengatik (neurria, ur-proportzioa), ez sexu-ezaugarriengatik.

Digestio-aparatua

Digestio-aparatua bakterioz beteta dago. Organismoaren defentsa-sistemak huts egin eta haien arteko oreka hautsi orduko, bakterioek digestio-aparatu osoa hondatzen dute: hesteak, barea...

Area eta giltzurrun gaineko guriinak

Areak eta giltzurrun gaineko guriinek oso gutxi irauten dute. Izan ere, organoa autosuntsitzen duten entzimak dituzte.

Bigarren horretan, medikuak frogatu behar du entzefaloak jarduera eten duela. Hori ziurtatzeko irizpideak zehazten ditu legeak, heriotza-kausaren eta adinaren arabera. Querejetak argitu du zergatik: “Askoz zorrotzagoak gara jaio berriekin eta bularreko haurrekin, helduekin baino, egoera kritiko batean atzera egiteko gaitasuna askoz ere handiagoa baita haietan. Horregatik, 48 ordu itxarotera irits gaitzek, ziurtatzeko entzefaloak jarduera galdu duela”.

“Heriotza prozesu bat da, eta egoera itzulezina denean amaitzen da”

Aldiz, helduekin, eta heriotza-kausa ezagunetan, heriotza ziurtatzea errazagoa da. “Adibidez, lehen aipatu dugun kasuaren beste muturrean, auto-istripu larria izan duen pertsona batena egon daiteke. Ikusten badugu garuneko zentroak suntsituta dituela, nahikoa da azterketa arrunt bat eta elektroentzefalograma bat egitea hilda dagoela baieztatzeko”.

Mutur batetik bestera, heriotza ziurtatzeko denbora aldatu egiten da, eta hor transplanteen araudia sartzen da jokoan. Edonola ere, legea oso argia da, Querejetaren iritziz. “Legeak ez du zalantzarako tarterik uzten. Horrek ez du esan nahi kasu zailak ez daudenik. Esate baterako, hipotermia-kasuetan, edo drogen eraginpean daudenen kasuan, ezin da heriotza ziurtatu kondizio horiek desagertu arte. Baina ikuspuntu klinikotik, irizpideak oso zorrotzak eta garbiak dira”.

TRANSPLANTEEK BALDINTZATUTA

Duela urte batzuk, organo-emaile gehienak auto-istripuetan hildakoak ziren. Baina azken urteotan erabat aldatu da hori. Querejetak bertatik bertara bizi izan du aldaketa: “Ni hemen lanean hasi nintzenean, organo-emaileen % 90 ziren auto-istripuan hildakoak. Mutil gazteak ziren, traumatismo kranioentzefalikoa zutenak. Orain, zorionez, asko gutxitu dira auto-istripuak, eta, horren ondorioz, organo-emaileen profila aldatu egin da”.

Dioenez, oraingo profila honako hau da: pertsona nagusia, garuneko isuri bat edo bat-bateko garun-istripu iskemikoa izan duena. “Horrek

heriotza entzefalikoa dakar. Eta kasu horietatik datoz transplantatzen diren organo gehienak”. Emaileen profila aldatu bada ere, transplanteak ez direla gutxitu nabarmendu du Querejetak, “eta horrek adierazten du sistemak ondo funtzionatzen duela”. Hain zuzen, mundu osoa aintzat hartuta, Euskal Herria da transplante-tasa handienetako bat duen lurraldea, Estatu Batuak, Kanada, eta Europako beste lurralde askoren oso gainetik.

Hori hala izan dadin, behin heriotza gertatu dela frogatuz gero, funtsezkoa da lehenbailehen jokatzea, organoak ahalik eta ondoen egon daitezen. “Horrek ematen dio urgentzia egoerari. Zenbat eta lehenago erauzi eta garraiatu transplantea egin behar den lekura, orduan eta hobeto egongo da organoa”, ohartarazi du Querejetak.

Gainera, kontuan izan behar da organo guztiek ez dutela gorputzetik kanpo irauteko ahalmen bera: giltzurrunek 24-48 ordu iraun dezakete, baina bihotzak eta birikek, 3-8 ordu baino ez. Tartean daude gibela eta area (12 ordu inguru), eta hesteak (6-12 ordu). Ehunek, berriz, askoz gehiago irauten dute: korneak 5-7 egun iraun dezake, eta tendoiek eta hezurrek, izoztu, eta urteak ere egin ditzakete egoera onean.

BERPIZTEKO AHALEGINAK

Bestalde, batzuetan litekeena da bihotza eta birikak geldirik dituen paziente bat bere onera ekartzea, bihotz-biriketako bizkortze-saiakera bati esker. Querejetaren esanean, medikuak



Luis Miguel Querejeta
Gipuzkoako Auzitegiko Patologia
Zerbitzuko burua da Querejeta.
ARG.: ANA GALARRAGA.

Organo-emaileen profila asko aldatu da azken urteotan. Lehen auto-istripuan hildako gazteak ziren gehienak, eta, orain, garuneko isuria izan duten pertsona nagusiak.
ARG.: THONK25/© ESKUBIDE BATZUK
ERRESERBATUTA ① ②



kasu bakoitzean aztertu behar du zenbateraino luzatu ahalegina, pazientearen patologiarekin arabera. “Ez dago gutxieneko denbora bat ezarrita. Adibidez, batzuetan 45 minutu edo ordu-bete luza daiteke bizkortze-saiakera. Zergatik? Haur bat delako, eta itota erreskatatu duzula, hipotermiarekin; eta zuk badakizu kondizio horietan egoera itzulgarria dela”.

“Zenbait kasutan, helburua ez da paziente bere onera ekartzea, transplanteetarako emaille bat lortzea baizik”

Juxtu kontrakoa ere gertatzen zaie, ordea: “Ohi-ko paziente bat duzu, bihotzeko gaixotasun sendaezin bat duena, eta, halako batean, bihotz-biriketako geldialdi bat izaten du. Hor garbi dago ez duela merezi 45 minutuz aritzea erreanimatzen, badakizulako ez dela suspertuko, lehendik ere oso ahul baitzegoen”.

Alderdi etikoa ere aintzat hartzekoa da: “Une batetik aurrera, erreanimazioa luzatzea ez da etikoa, ziur baitzaude egoera atzeratzen dela,

eta, bitartean, senideek eta hurbilekoek alferrik itxaroten dute eta sufritu egiten dute”. Hortaz, kasua zein den, bihotz-biriketako bizkortzea zenbat luzatu erabakitzen dute larrialdietako medikuek.

Zenbait kasutan, helburua ez da paziente bere onera ekartzea, transplanteetarako emaille bat lortzea baizik. Querejetak adibide hau jarri du: “Gazte batek auto-istripu larria izan du. Traumatismo kranioentzefaliko handia izan du, eta hil egin da. Larrialdi-zerbitzuak azkar iristen badira istripu-lekura, eta bihotz-biriketako funtzioak berreskura daitezkeela ikusten badute, ahalegin guztiak egingo dituzte, ez gaztea bizitzara itzultzeko, hori ezinezkoa baita, baizik eta organo-emaille bat izateko”.

Querejetak, transplanteetan lan egiten duten profesional guztien lana goraiatu du: “Hasi larrialdietako medikuetatik eta transplantea egiten duten kirurgialarietarako, hainbat profesionalen parte hartzen dute: erreanimazioan, hildakoaren senideekin hitz egiten, logistikan... Kate bat da, eta katebegi guztiek dute garrantzia. Bada, katebegi bakoitzean ditugun profesionalak ezin hobeto egiten dute beren lana, eta horri esker lortzen ditugu transplante-tasa horiek”. Heriotzaren beste aldea da. ●



Kasuaren arabera erabakitzen dute larrialdietako medikuek zenbat luzatu bihotz-biriketako bizkortzea.
ARG.: © JOHN PANELLA/123RF.



FELIX ZUBIA:

“Bizitzako gauzarik ederrenetako bat da bakean hiltzea”

Felix Zubia espezialista da medikuntza intentsiboan. Bere lanean, paziente askori lagundu die bizirik irauten eta aurrera ateratzen. Jakina, beti ez da posible izan, eta, beraz, oso gertutik ikusi ditu pazienteak hiltzen. Kasu horietan ere, sendagileak amaierara arte eman die laguntza.

Hilzorian dagoen paziente batekin, zein da sendagilearen lana?

Lehenik eta behin, gaixotasuna sendagarria bada, gu beti saiatzeko gara sendatzen. Sendagarria ez denean, berriaz, hiru kontzeptu daude; batzuek nahastu egiten dituzte, baina, berez, argiak dira. Hauek dira: muga terapeutikoa, lasaitze aringarria eta eutanasia. Lehen-go bietan, heriotzaren kausa gaixotasuna bera da; eta eutanasian, aldiz, gaixotasuna ez da hilgarria, eta beste norbaitek egindako ekintza baten ondorioz gertatzen da heriotza. Adibidez, pazienteari emandako botika bat izan daiteke heriotza-eragilea. Azken finean, suizidio lagundua da hori.

Guk, sendagileok, ez dugu eutanasia egiten, baina bai beste biak. Egin kontu paziente bat oso gaizki duzula, gaixotasun sendaezin batekin, makina bati lotuta, eta makina horri esker hartzen duela arnasa. Ikusten baduzu bizitza alferrik luzatzen ari zarela, etikoki, makina itzaltzea erabaki dezakezu. Izan ere, egoera horietan, pazienteak ez du sufritzen, botikak ematen zaizkiolako, baina senideek asko sufritzen dute.

Beste kontzeptu bat da lasaitze aringarria da. Hau da, bere bizitzaren azken orduetan da-

goen paziente bat duzula, eta, mina edo arnasestua arintzeko, botika bat ematen diozula, normalean morfina, nahiz eta botika horrek bizitza pixka bat laburtuko dion. Baina hiltzen duena ez da morfina, gaixotasuna baizik.

Behar bada, heriotzari buruz oso gutxi hitz egiten delako gertatzen dira nahaste horiek.

Hori da, ezkutatu egiten da eta. Gaur egun, heriotza tabua da. Lehen, aitona-amonak etxean hiltzen ziren, baita hain zaharrak ez zirenak ere, eta gaubela egiten zitzairen. Orain, askotan, ukatu ere egiten da aukera hori. Demagun gaixotasun sendaezin bat duen eta azkenetan dagoen pertsona bat duzula; nire ustez, etxean hiltzeko eskubidea du, eta han, etxean, zaintza aringarria jasotzeko eta bizi-kalitate ona izateko amaierara arte.

Horrekin batera, gaixoari bere agurra prestatzeko aukera ere kentzen ari gara. Gaixoa oso larri dago, hiltzeaz dago; baina ingurukoek, senideek eta gainerako guztiek, ezer gertatuko ez balitz bezala jokatzeko dute. Ez dute heriotzaz hitz egin nahi, ez sendagilearekin, ez gaixoarekin berarekin. Eta azkeneko unean ospitalera eramaten dute, eta bere in-



ARG.: FELIX ZUBIA

gurutik kanpo hiltzen da, berarekin harreman estua izan duten pertsonetatik urrun, eta toki arrotz batean.

Hala ere, pixkanaka, kontua aldatzen ari da. Adibidez, gero eta ohikoagoa da etxean ospitalizatzea. Eta gogorra da, baina bizitzaren gauzarik ederrenetako bat da bakean hiltzea, esanez “nik nire bizitza egin dut, honaino iritsi naiz, eta orain banoa, eskerrak emanez nire ingurukoei”. Gauzarik ederrenetako bat da hori.

Esan duzu, poliki bada ere, gauzak aldatzen ari direla. Beste adibiderik eman dezakezu?

Bai, esate baterako, gaur egun, eta, gero eta gehiago, gaixoaren autonomia errespetatzaren aldeko joera dago. Ahal dela, jakin dezala gaixoak zein den bere egoera, eta zer bilakera izango duen. Horrekin batera, zer egin daitekeen ere esan diezaiokegu, berak erabaki dezan, erabaki horrek ekarriko dituen ondorioen jabe izanik.

Senideekin eta ingurukoekin hitz egitea ere komeni da: zer zailtasun sortuko diren, zenbat lan izango duten eta nolakoa, eta zer egin daitekeen eta zer ez. Eta hori guztia berandu izan baino lehen egin behar da, erabakiak kontzienteki eta lasaitasunez hartzeko. Horretan nabarmena da aldaketa, lehen sendagileak baitzuen erabakiak hartzeko ardura guztia, eta ez gaixoak ez senideek ez zuten informaziorik jasotzen, ezta erabakirik hartzen ere, ez zutelako ezer jakin nahi, edo, besterik gabe, ez zitzaielako aukera hori ematen. Orain bai, eta, niretzat, hori garrantzitsua da, oso.



ARG.: SUSAN SERMONETA/ © ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ① ②

Mugako esperientziak zientziaren argitara

Nork bere burua norberaren gorputzetik kanpo sentitzea eta ikustea, argirantz bidaiatzea, berebiziko bakea sentitzea, edo izugarritzko beldurra... Halako esperientziak nahiko ohikoak dira hiltzorian egon eta bizirik iraun dutenen artean. Batzuek fenomeno paranormaltzat edo mistikotzat jotzen dituzten arren, zientziak aztertu ditu, eta, neurri batean behintzat, azalpena ere eman die.

AWARE du izena bizitzaren eta heriotzaren artean egon direnen bizipenak argitzeko egiten ari den azterketarik zabalena. 2008an abiatu zen, Southamptongo Unibertsitatearen gidaritzapean. Europako, Kanadako eta Estatu Batuetako 25 ospitalek baino gehiagok parte hartzen dute, eta, arduradunen arabera, laster plazaratuko dituzte lehen emaitzak eta ondorioak.

Bihotzekoa izan dutenen esperientziak bildu eta aztertzea da AWARE proiektuaren asmoa. Izan ere, Sam Parnia ikerketa-buruak adierazi duenez, “jendeak uste duenaren aurka, heriotza ez da une jakin batean gertatzen; prozesu bat da, eta bihotzak, birikek eta garunak funtzionatzeari uzten diotenean hasten da. Bihotzekoetan, hiru egoera horiek batera gertatzen dira”.

Parniak azaldu du bihotzekoa gertatu ondoren segundo gutxi batzuetatik hasi eta zenbait ordutara luza daitekeen denbora-tarte bat hasten dela eta, tarte horretan, jendeak izaten dituen esperientziek “leiho ireki bat” eskaintzen dutela hiltzeko prozesuan izaten diren bizipenak ulertzeko.

Guztira, egoera hori bizi izan duten 1.500 pertsona inguru aztertu nahi dituzte AWARE proiektuan. Horretarako, hiltzorian dauden bitartean pazienteei azterketa fisiologikoak egiteaz gainera, garunaren jarduerari jarraipena egiteko teknologia aurreratuenak erabiltzen ari dira.

Horrekin batera, berpiztu direnen testigantzen egiazkotasuna frogatzeko testak ere egiten di-



ARG.: © BRUCE ROLFF/123RF

tuzte. Adibidez, beren burua gorputzetik kanpo flotatzen sentitu dutenek benetan gorputza utzi ote duten frogatzeko, irudi batzuk jarri dituzte larrialdi-geletako paretetan, benetan hori gertatuz gero bakarrik ikusteko moduan. Alegia, sabaitik goitik behera begiratuta bakarrik ikus daitezke irudi horiek. Hartara, inork esaten badu irudiak ikusi dituela, ikertzaileak baieztatu dezake pazienteak esperientzia hori izan duela, eta ez dela irudipen hutsa izan.

EZ DAGO EZER PARANORMALIK

Oraingoz ez dute aurreratu AWARE proiektua emankorra izaten ari ote den, baina, bitartean, beste azterketa batzuen emaitzak eman dira jakitera. Horien artean, *Trends In Cognitive Sciences* aldizkari espezializatuan 2011ko urrian argitaratutako artikulua dago. Cambridgeko Ikerketa Medikorako Kontseiluko eta Edinburgoko Unibertsitateko ikertzaileak dira egileak, eta izenburu luzea baina esanguratsua du: *There is nothing paranormal in near-death experiences: how neuroscience can explain seeing bright lights, meeting the dead, or being convinced you are one of them*.

Ikertzaileek ez dute artikulua amaierara itxaron ondorio nagusia azaltzeko; aitzitik, izenburuan bertan aipatu dute. Hau da: ez dago ezer paranormalik hiltzorian izandako esperientzietan. Haien iritziz, neurozientziak badu esplikazioa bizipen horietarako, eta, hain justu, hori da artikulua mamia. Hala, ikertzaileek banan-banan aztertu dituzte hiltzorian egondako kontakutako bizipenak, eta haietako bakoitza nola eta zergatik gertatzen den azaldu dute. Horretarako, berek egindako azterketek gainera, aintzat hartu dituzte beste ikertzaile batzuen lanak ere.

Zehazki, esperientzia hauek hartu dituzte aintzat: norbera hilda dagoela jabetzea, nork bere burua gorputzetik kanpo sentitzea, tunel argitsu bat ikustea, hildako jendearekin topo egitea, eta emozio positiboak izatea (euforia, bakea...). Guztiak ere garunaren funtzionamendu arruntean gertatzen diren akatsen ondorio direla adierazi dute. Gainera, ikertzaileek ohartarazi dute ez direla heriotzatik hurbil izandakoan bakarrik gertatzen; are gehiago, horrelako bizipenak kontatzen dituztenen erdiak baino ez dira benetan hiltzeko arriskuan egon, baina esperientziak berdinak dira.

Esaterako, berpiztu direnek kontatzen duten esperientzietako bat da berpiztu aurreko une hartan jabetzen zirela hilda zeudela, beren herio-



Jeronimo Bosch
margolariaren
"Bedeinkatuen igoera"
(1500-1504).

ARG.: WEB GALLERY OF ART.

tzaren jakitun zirela. Artikuluan, hori bera sentitu zuen paziente baten kasua deskribatu dute. Paziente hura Londresko ospitalean zegoen, gaixo, baina hiltzeko arriskutik kanpo. Bada, pazienteak behin eta berriro esaten zien medikuei bera hilda zegoela. Egun batzuk egin zituen irudipen haren pean, baina astebetea berez joan zitzaion.

Cotarden edo gorpu ibiltariaren sindromea deitzen zaio irudipen horri, eta, ikertzaileek azaldu dutenez, kortex parietalarekin eta prefrontalarekin erlazionatuta dago. Zenbait trauma-kasu-

 Garunaren funtzionamendu arruntean gertatzen diren akatsen ondorio direla adierazi dute ikertzaileek.



G indarrean hegan egiten duten pilotuek ere sentitu izan dute tunel beltz batean daudela eta argirantz doazela. ARG.: USAAIRFORCE.

 Ikertzaileek argi dute neurobiologiak azalpen zuzena eman diezaiekeela fenomeno horiei.

tan eta esklerosi anizkoitzaren eta tifusaren krisietan ere pazienteek izan dute sindrome hori, hiltzeko zorian egon ez arren. Oraindik ez dago erabat garbi zergatik gertatzen den, baina iker-tzaileek iradoki dute pazienteak sentitzen ari denari azalpen bat emateko saiakera izan daitekeela, besterik gabe.

AKATSEN ONDORIO

Antzeko azalpena eman diote beste fenomeno bati, norbera bere gorputzetik kanpo sentitzea-ri, hain zuzen. Halako esperientziak izan dituzte- nen artean, ohiko kontakizuna da esatea gorpu- tza eta "arima" edo norberaren burua banatuta sentitu dituztela. Batzuek beren burua gorputza- ren gainean "flotatzen" ere ikusi dute.

Azaldu dutenez, loaldiaren REM fasea etete- an ere senti daitezke halakoak; hala, artikuluan zehaztu dute populazioaren % 40k izan duela inoiz loaren paralisia. Paralisi-mota horretan, pertsonak mugitzeko ezintasuna dute, baina in- guruan gertatzen den guztiaz jabetzen dira. Ba- tzueta, haluzinazioak ere izaten dituzte (en- tzunezkoak, ikusizkoak eta ukimenezkoak), eta gorputza eta burua banatuta sentitzera ere iri- tsi izan dira. Alegia, heriotzaren eta bizitzaren artean izan diren batzuen sentipen berbera izan dute.

Horrez gainera, garunaren eremu jakin bat ki- tzikatuta (eskuineko lotune tenporoparietala),

pertsona osasuntsuetan fenomeno hori eragi- tea lortu dute beste ikertzaile batzuek. Esperien- mentu hori eta adierazpenak aintzat hartuta, ikertzaileek uste dute norbere buruaren irudi- pen sortzean akatsa dagoenean azaltzen dire- la sentipen horiek. Hori gerta daiteke, adibidez, garunean ez direnean ondo integratzen gorpu- tzaren sentsazioak eta zentzumenen bidez in- gurutik jasotako informazioa.

Bestalde, fikzioan gehien irudikatu diren feno- menoetako bat tunel argitsuarena da. Esperien- tzia bizi duen pertsonak tunel beltz batean da- goela sentitzen du, eta erabateko argitasunera doala. Hiltzeko arriskuan egon gabe ere senti- pen bera izan dute, adibidez, G indarrean hegan egin duten pilotuek (grabitate-indarra zero den azelerazioan). Antza denez, begietara odola eta oxigenoa iristen ez direlako gertatzen da hori. Hipoxiak (oxigeno-gabeziak) eta muturreko bel- durrak ere eragiten dute hori, eta bi egoera ho- riek ohikoak dira hilzorian daudenengan.

NEUROTRANSMISOREAK DANTZAN

Aingeruak, mamuak, espirituak edo hildako jendearekin topo egitea da ikertzaileek artiku- luan aztertutako beste fenomenoetako bat. Haien esanean, parkinsona eta alzhemerra du- ten pazienteek ere izaten dituzte antzeko bizi- penak, eta, haietan, neurotransmisore batek du errua: dopaminak. Nonbait, neurotransmisore horren okerreko funtzionamenduak eragiten ditu era horretako haluzinazioak. Garunaren gun- e bat (*gyrus angularis* edo zirkunboluzio an- geluarraren ondokoa) kitzikatzeak ere sorraz- ditake antzekoak, esaterako, atzean norbait duzula sentitzea, eta baita begiko gaixotasun batek ere, makula-endekapenak.

Azkenik, heriotzatik gertu egon diren batzuek sentitu izan duten euforia eta ongizatea azal- tzeko, garuneko sistema opioideoan jarri dute arreta ikertzaileek. Anestesiko batek, ketami- nak, horrelako sentsazioak sortzen dituela iku- sita, egoera horretan sistema bera aktibatzen dela iradoki dute ikertzaileek. Hain zuzen, ha- rraparietatik ihes egiteko martxan jartzen den sistema berbera da.

Horrenbestez, ikertzaileek argi dute neurobio- logiak erantzun zuzena eman diezaiekeela fenomeno horiek sortzen dituzten galderei. Oraindik galdera guztiei erantzun ez badie ere, gaia desmitifi- katzen, behintzat, laguntzen du. ●



SAREAN+

zure ziztada behar dugu

Hedabideen aldaketa sakonari indartsu heltzeko, egoera ekonomiko zailari erantzuteko eta BERRIA proiektuaren geroa ziurtatzeko, BERRIAzaleon komunitatea indartu nahi dugu. Erleak bezala, elkarlanean, gai garelako.

Informazio eguneratua eta euskarri gehiago:
www.berria.info/berrialaguna

Izan zaitez
berrialaguna

Honako ekarpen hau egin nahi diot
BERRIA HEDABIDEEN FUNDazioARI,
G71006795 IFK duena:
Adierazi X batez zure aukera

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ☐ Urtean 100 € | ☐ Urtean 200 € |
| Aldi batean ☐ | Aldi batean ☐ |
| Lau zatitan ☐ | Lau zatitan ☐ |
- ☐ Urtean beste kopuru bat: €
Aldi batean ☐
Lau zatitan ☐
100 eurotik beherako kopuruetan
ordainketa aldi batean egingo da
- ☐ Hilean 10 €

Sinadura

Izen-abizenak:

Helbidea:

PK:

Herria:

Kontu zenbakia:

Tel.:

NA:

Posta elektronikoa:

Abenduaren 13ko 15/1999 Lege Organikoa, Datu Pertsonalak Babestekoa, betetik, jakinarazten dizugu zure datu pertsonalak BERRIA HEDABIDEEN FUNDazioAREN fitxategi automatizatu batera pasatuko direla. Zure esku dago ikusteko, zuzentzeko, ezeztatzeko eta kontra egiteko eskubideak erabiltzea. Hala egin nahi izanez gero, idatzi helbide honetara: BERRIA HEDABIDEEN FUNDazioA, Iratxe Monastegia 45, 13. 31011 Iruñea.

berria^{info}

berrialaguna izan nahi baduzu,
bete datuak eta helarazi:

- www.berria.info/berrialaguna
- **Postaz:** BERRIA. Martin Ugalde kultur parkea, z/g. 20140 - Andoain
- **Posta elektronikoz:** laguna@berria.info
- **Telefonoz:** 943-30 43 45

HAURREK INGURUAN KANTITATE
TXIKITAN DITUZTEN TOXIKOEN
ERAGINA IKERTZEN DIHARDUTE
INMA PROIEKTUAN

Kutsadura ikusezina

ARG: © ARTSIOM KIREYAU/123RF

ARGITAN

NAGORE REMENTERIA ARGOTE
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Gipuzkoako 550 familia daude INMA proiektuan sartuta. 2006an hasi ziren horretan. Orduan, Zumarragako ospitalera kontsultara joandako 630 emakume haurdunekin abiatu zuten datu-bilketa, eta haietatik jaiotako haurrekin jarraitzen dute. Haurraren eta haren ingurumeneko datuak erregistratzen dituzte, eta Espainiako beste hainbat taldetan jasotakoekin alderatu. Besteak beste, merkurio-mailak neurtzen dituzte: haurren odolean eta dietan. Helburua da ikertzea ingurumeneko konposatu batzuk haurraren garapena kaltetzen duten.

Hortik etorri zen, adibidez, atun gorriaren gisako arrain handiak ez jateko iazko gomendioa.

Arrazoia da uretan dagoen metil merkurioa bereziki kantitate handitan pilatzen dela arrain horien ehunetan, kate trofikoaren muturrean daudelako, eta umekiaren eta haur txikien garapenerako kaltegarria dela.

Ez dira ohikoak izaten halako gomendioak. Sektore ekonomikoari eragiten diete, eta oso kontuz hartu beharreko erabakiak dira ikuspegi sozio-ekonomikotik; baina beharrezkoak dira osasuna dagoelako jokoan. Gaia plazaratzerako eta erakunde publikoen bidez jarraibide argiak zabaltzeko, ikerketa zorrotzak egin behar izaten dituzte.

*Helburua da jakitea orain
dugun kutsatzaile-mailak
baduen eraginik haurren
garapen fisikoan eta
psikologikoan.*

ASPALDIKO EZAGUNA

Metil merkurioaren izaera toxikoa aspalditik da ezaguna. 1950eko hamarkadan Minamata uhartean, Japonian, izandako isurketa baten ondorengo tragedia har daiteke adibide gisa, edo haur inuiten garapenean izaten diren asalduak. Horiek orain arte eredu gisa erabili ez izanak badu azalpen bat: Minamatako biztanleek metil merkurioaren kantitate handiak pilatu zituzten gorputzean; inuitek, berriz, haien dietaren osagai nagusietako bat balea izanik, metil merkurioaz gain, beste konposatu kaltegarri batzuk ere bereganatzen dituzte.

Orduan, zer dela eta arrain handiak tentuz jateko aholkua Espainian? Arrain asko jaten duten herri askotan ez dira berriak aholku horiek. Baina Espainian ez zen egoera ezagutzen. INMA proiektuaren barnean, Gipuzkoako kohorte edo ikerketarako taldean eta Valentziakoan merkurio-maila altuak hauteman dituzte, eta emakume horien dietaren segimendua egiten dutenez, ondorioa garbia izan da: arrain handien kontsumoari lotuta dago merkurio-maila handi hori.

Zilborresteko odolaren analisiak egin zituzten, eta, jasotako datuen arabera, jaioberrien % 64,7k 6,4 mikrogramo merkurio baino gehiago zuen odol-litroko; hain zuzen ere, EPAREN arabera (Estatu Batuetako Ingurumen babesaren Agentzia; Environmental Protection Agency)

neurogarapenerako segurua den mailatik gora (5,8 mikrogramo litroko).

INMA proiektua anbizio handikoa da; oso zabal da inplikatzeko dituen ama, haur eta adituen kopuruari eta azterketen zenbatekoari erreparatzen bazaio. Ezin bestela halako ondorio garbietara iritsi. Gipuzkoako kohortearen koordinatzailea da Jesus Mari Ibarluzea, eta, horren esanean, helburua da galdera honi erantzutea: “Guk orain dugun kutsatzaile-mailak badu eraginik haurren garapen fisikoan eta psikologikoan?”; izan ere, kantitate handiak erabili ohi dira konposatuen toxikotasuna neurtzeko laborategiko probetan, baina ohiko kantitatean kaltegarriak diren jakitea da benetan interesatzen zaiguna. Horretarako, laborategiko esperimentuak hartu beharrean, bizitza errealeko laginak hartu behar dira, pertsonak eta bizi diren inguruneko laginak, alegia.



DATUAK BILDU ETA BILDU

Gaixotasun asko multifaktorialak dira, hau da, faktore batek baino gehiagok dute zerikusia, askotan elkarri eragiten diotelarik; horregatik, nekeza da kausa-efektua ezagutzea. Horrenbestez, konposatu jakin batek eragin negatiboak dituela ziur esateko, ahalik eta faktore gehien kontuan izan behar dira, faktore neurgarriak. Kasu honetan, gainera, gaixotasunak baino gehiago asaldu arinak dira aztergai.

INMA proiektuan batez ere hiru iturritako konposatuen eragina ikertzen dute: airea, ura eta

Arrain handien kontsumoari lotuta daude Gipuzkoako eta Valentziako taldeetan hautemandako merkurio-maila altuak.

ARG.: © ISTOCKPHOTO.COM/JEAN GILL.

dieta. Eta iturri ez hain zehatzetakoak ere izaten dituzte kontuan, hala nola etxean ohiko diren garbiketarako produktuak, intsektizidak, kosmetikoak... Iturri bakoitzari dagozkion analisi kimikoak egiten dituzte konposatu presentzia ezagutzeko. Beste alde batetik, konposatu horiek giza organismora iristen diren begiratzen dute: emakume haurdunei laginak hartzen dizkiete odoletik, iletik, gernutik, listutik... eta berdin haurrei. Jaiotzaren unean, karena eta zilbor-hestea jasotzen dituzte, amaren oritzaren eta esnearen laginak ere bai; eta, haurra haziz doan heinean, garapen psikologikoa eta kognitiboa baloratzen dituzte testen bidez.

Elikagaiak dira konposatu kutsatzaileen iturri nagusia, garrantzizkoenak merkurioa eta PCBak dira.

Haurraren garapenean konposatu kutsatzaileek duten eragina ikertzea denez helburua, garapen horretan eragina duten faktore sozialak ere aztertzen dituzte, hala nola familia-ingurunea nolakoa den, haurrak nolako estimuluak jasotzen dituen, eta abar. Hala, haurraren garapenarekin zerikusia duten faktore ezagun denak kontuan

izaten dituzte, kausa-efektu printzipioa zuzen aplikatzeko.

ERNE, ORGANOKLORATUAK

Jesus Mari Ibarluzearen esanean, “elikagaiak dira konposatu kutsatzaileen iturri nagusia, kasu gehienetan; guretzat garrantzizkoenak merkurioa eta PCBak dira”. PCBak, bifenil polikloratuak, konposatu organokloratuak multzo handi eta askotariko baten barnean sartzen dira.

PCBak kantitate handitan ekoitzi izan ziren industrian, harik eta 1979an galarazi ziren arte. Ordura arte, industrian barra-barra erabiltzen ziren, besteak beste, kable eta sistema elektrikoak isolatzaile gisa, eta pinturei eta gomei izaera plastikoa emateko. PCBak horretarako ezaugarri egokiak dituzte: ez dira suharberak, irakite-puntu altua dute eta isolatzaile elektrikoak dira. Gainera, kimikoki oso egonkorak dira, eta ezaugarri hori aparta zen aplikazioetarako; baina ekarri dituen arazoen arrazoia ere bada. Izan ere, galarazi zirenetik urteak iragan arren, ez dira desagertu ingurumenetik, eta gizon-emakumeen organismoan metatuta daude. Belaunaldiz belaunaldi biometatu egiten dira; lipodisolbagariak direnez, organismoa gantzetan disolbatuta geratzen dira. Bereziki kaltegarria da garatzen ari den umekiarantz, eta karenen bitartez iristen zaizkio amarengandik.

Nerea Lertxundi EHUko irakaslea eta neuropsikologoa konposatu organokloratuak haurraren garapen neuropsikologikoan izan ditzaketen eraginaren gainean ari da tesia prestatzen INMA proiektuaren barnean, eta dagoeneko konposatu horien eraginaren ondorioak ikusi ditu: “gaur egun dauzkagun kantitateak ez dira izugarriak, hori garbi utzi behar dugu; baina gure emaitzen arabera, eragin negatiboak ikus daitezke haurraren garapen kognitibo nahiz psikomotorrean. Emaitza hauek aztertzean, garbi utzi behar da guk aztertutako haurrek haien adinerako espero den garapena erakusten dutela eta konposatu hauen eragina, maila klinikokoan, ez

Haurraren garapenarekin zerikusia duten faktore guztiak hartzen dituzte kontuan.

ARG.: © ILYA ANDRIYANOV/123RF.





INMA projektuko
ikertzaile-taldea.
ARG.: INMA PROIEKTUA.

dela inolaz ere behargarria. Emaizten interpreta-
zioak ez du zentzurik banakoen mailan, maila
kolektiboan baizik. Horregatik, emaitza haueta-
tik ondorioztatzen dena da konposatu hauek ba-
dutela eragin negatibo subkliniko bat, eta horrek
Osasun Publikoaren alorrean kontuan hartzeko
inplikazioak dituela”.

Zumarragako ospitaleko taldeko hurrekin ari
da lanean Lertxundi; Goierrikoak eta Urola Erdi
eta Garaikoak dira haur horiek. Haren iritziz,
parte-hartzea bereziki esanguratsua da: “Gine-
kologoak lehendabiziko ekografia egiten zuten
emakume denei eskaintzen zien proiektu ho-
netan parte hartzeko aukera, eta % 70ek baietz
esan zuen. Izugarri altua da parte-hartzea; bes-
te kohorte batzuetan % 50 ingurukoa izaten da”.

Azterketa guztiak gune bakarrean kokatzeko
beharragatik aukeratu zen Zumarragako ospi-
talea, baina, Jesus Mari Ibarluzearen ustez, “era-
gin-eremu oso interesgarria da hori, industria
errotuta dagoen eskualdeak baitira, trafiko han-
dikoak gainera”. Horregatik, dietari eta aireari
dagozkion azterketek dute lehentasuna Gipuz-
koako kohortean. “INMA projektuko beste iker-
keta batzuetarako, berriz, zubi-lana egiten du
gure kohorteak”, dio Ibarluzeak, “uretako kutsa-
tzaileen ikerketari dagokionez, esate baterako,
hemen oso maila baxuan baitaude, ura oso ka-
litate onekoa delako”.

Proiektuan parte hartzen duten zazpi kohortee-
tan bildutako datuak partekatu egiten dituzte,
baina, ez hori bakarrik. Hainbestekoa da meta-
tzen duten informazio-kantitatea ezen proiektu-
tik kanpoko ikertzaileen esku ere jartzen
baitute beste maila bateko azterketetan ere ba-
liagarri izan daitezen.

*Ez dute alarmarako
zantzurik aurkitu, nahiz
eta jakin kutsadura-iturri
diren konposatuak badaudela.*

Proiektuko arduradunen esanean, ez dute alar-
marako zantzurik aurkitu, nahiz eta jakin ku-
tsadura-iturri diren konposatuak badaudela
airean, janarian eta uretan, neurri batean edo
bestean. Kezkatzeko arrazoia, oraingoz, ezja-
kintasunak izan beharko luke, ez baitakigu kon-
posatu horietako askok zer eragin
duten gizon-emakumeen osasunean,
eta, are gutxiago, hurrenean eta
umekienean. ●



JUAN JOSE Iruin

EHUko Kimika Fisikoko katedraduna
eta polimeroetan aditua

Bioplastikoak

EZTABAIDAGAI

Plastikoen urrezko garaia, Robinson jaunak *The Graduate* filmean Dustin Hoffmani ematen dion aholku hartan islatua ("Plastics is the future", "Plastikoak dira etorkizuna"), bukatu egin da, eta, seguru asko, betiko. Gaur egun plastiko berri bat merkaturatzea eta salmentetan arrakasta lortzea salbuespena da, araua baino gehiago. Izan ere, historia hurbilean, milaka polimero ditugu Shell-en Carilon izeneko haren modukoak. Merkaturuan zegoenik onena zen Carilon, bere erresistentzia kimikoagatik eta termikoagatik, baina 2002an erabat desagertu zen, zergatik inork ez dakiela.

Ziur aski merkaturaren oniritzia jaso duen azken plastikoa dentsitate altuko polietileno lineal deritzona da, hau da, nagusiki etilenoz osatutako kateetan buteno-1 unitateak era kontrolatuan txertatuz lortzen den diseinuzko plastikoa. Beste plastiko batzuk ere badaude, jakina, baina erabileraren berezietarako polimeroak izaten dira gehienbat (*specialty polymers*), eta ez erabi-

lera zabaleko polimeroak (*commodity polymers*). Eta, benetan saldu, azken horiek saltzen dira. Erabileraren berezietarako polimeroen artean, Triton deritzona dago, Eastman-ek garatutako kopoliester bat, une ezin egokiagoan agertu zena ez oso aspaldi, plastikozko biberioetan erabiltzen zen polikarbonatoaren aurka (PC) polemika bizia zebilen garaian. Bisfenol A (BPA) abiapuntutzat erabiliz ekoizten zen polikarbonatoa, baina BPA kantitate txikiek biberioaren edukira migratzeko arriskuak soken kontra jarria zuen. Gaur egun, biberio-ekoizle gehienek alboratuta daukate polikarbonatoa, eta Tritona erabiltzen dute haren ordez, marketin-estrategia erakargarria erabil baitezakete horrela iragarkietan "BPA free" aipatuz.

Merkaturuan txoko bat lortzeko lehian diharduten polimero bakanen arteko batzuek darabilten kontzeptua da biomasa-tik lortutako materialetan oinarritzea, eta, beren bizitzaren azken partean, biodegradatu eta konpostatzeko modukoak izatea, hau da, denbora-tarte ez oso luze baten buruan mikroorganismoek desegitea,

eta CO₂-a eta ura bakarrik sortzea. Poliazido laktikoa da horietako bat (NatureWorks-en Ingeo deritzona), eta polihidroxibutiratoa, beste bat (Metabolix-en Mirel deritzona). Biak lortzen dira karbohidratotatik, eta biak dira ontzietan tradizioz erabili izan diren polimeroen ordezko duinak.



Baina edari- eta janari-konpainia handiek, gizartean plastikozko ontziek gero eta aurkari gehiago dituztelako arduratuta dauden arren, ez dute kontua argi eta garbi ikusten. Udan New Yorken izan den konferentzia batean (BioPlastek Forum-en) ikusi denez, Coca Cola, Pepsi, Heinz eta beste konpainia handi batzuek badi-rudi nahiago dituztela betiko plastiko ez-biodegradagarriak baina iturri berriztagarriak erabiliz lortuak. Aukera berrietara —poliazido laktikora, kasurako— ez aldatzeko arrazoen funtsa da polimero hori ez dela ondo egokitzen ez konpainien ekipamenduetara, ez premietara, baina polietilenoa (PE) eta polietilentereftalatoa (PET), bai. Talde ekologista batzuen ustez ere, edari-ontzietan eta antzekoetan hobe da material bat bakarrik birziklatu behar

izatea (PET, adibidez), eta ez biren nahaste bat (eta horretara iritsiko ginateke merkaturan PET eta poliazido laktikoa lehiatuko balira).

“Badirudi borroka nagusia PET ordezteka dela, petroliotik eratorritako substantzietatik sintetizatzen baita gaur gaurkoz”

Iturri berriztagarrietatik orain lor daitezkeen betiko polimero horietako bat polietilenoa bera da, Braskem brasildar konpainia gai baita azukre-kanaberatik ekoizteko, kanaberaren hartziduratik eratorritako etanoletik lortutako etilenoa erabiliz. Era horretan lortutako polimero eta kopolimeroetan, etilenoaren % 100era bitarte izan daiteke jasagarria, hau

da, fotosintesiaren bidez lortua, eta CO₂-aren zero emisioduna, baita plastiko horiek erraustuta ere.

Nolanahi ere, badirudi borroka nagusia polietilentereftalato (PET) polimeroa deritzon hori ordezteka dela, petroliotik eratorritako substantzietatik sintetizatzen baita gaur gaurkoz. Helburua litzateke partzialki edo erabat iturri berriztagarrietatik datozen PET mota berriak edo antzeko polimeroak lortzea. Lehenengo urratsa emanda dago. Coca Cola eta Heinz konpainiek Plant Bottle deritzon materiala erabiltzen dute beren produktuak botilaratzeko, hau da, azido tereftalikoa (petroliotik eratorria) eta eti-

len glikola (biomasatik eratorria) erabiliz lortzen den PET polimeroa. Horrek esan nahi du PET horren % 30 iturri berriztagarri batetik eratorria dela.

Egin den hurrengo urratsak instalazio pilotu itxura du dagoeneko; Pepsirena da. Biomasa abiapuntu hartuta, zenbait bidezidor sintetiko erabil daitezke p-xilenora iristeko, eta hortik azido tereftalikoa lortzeko. Hala, PET lortzeko behar diren bi lehengaiak iturri berriztagarrietatik iritsiko lirateke merkatura.

Hala ere, bada PET “berde”aren ordezeko beste aukera drastikoago bat: azido tereftalikoaren ordezkari furanikoa erabiltzea. Azido furanikoa ligninetatik eta landareen beste azpiproduktu batzuetatik lor daiteke, eta, haren eratorriz, polietilenufuranato bat, PET beraren antzeko ezaugarriak eta agian hobeak dituen, oxigenoaren iragazkortasunarekiko erresistentzia, adibidez; izan ere, ezaugarri hori falta zenez, PET ezin izan da orain arte garagar-doentzako botilen merkaturatu.

Beraz, behar ote ditugu benetan polimero biodegradagarriak eta konpost bihurtzeko modukoak? Bada, agian bai. AEBn eta Europan erabilera bakarrekiko poltsei buruz (bitxia definizioa) onartu berri dituzten araudien ondorioz, konpost bihurtzeko moduko materialetakoa bakarrik izango dira aurki poltsak. Beste hainbeste esan daiteke gauzak ontziratzeke erabiltzen diren filmez, ontzia ireki bezain laster zakarretara doazen filmez; edo nekazaritzan kimuen babesgarri gisa erabiltzen diren filmez. Kasu horietan, hasieran aipatu ditugun polimeroek —poliazido laktikoak eta polihidroxibutiratoak— negozio-nitxo esanguratsuak okupa ditzakete fabrikazioan dituzten eragozpenak zuzentzen badituzte. Baina beste polimero batzuk ere urrezko aukeraren zain daude, hala nola BASFen Ecoflex kopolimeroa, zeinak, petroliotik eratorri arren, biodegradazio- eta konpostaje-es-tandarrak oso ondo betetzen baititu, arestian aipatu ditugun landare-jatorriko bi polimero horiek baino hobeto. ●



SAREAN+

IRUDIA: GUILLERMO ROA

CLARA IMMERWAHR

Kimikari, etxekoandre, martiri

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

IRUDIA: MANU ORTEGA

1915eko maiatzaren 2an, gaueko ordu txikietan, senarraren armada-ko pistola hartu eta lorategirantz abiatu zen Clara Immerwarh, etxekoandrearen mantalarekin itotako kimikan doktorea, senarraren jarduerarekin ikaratua eta atsekabetua. Erabakia hartua zuen: bere bizitza bukatu zen.

Beti izan zen emakume argia Clara. Gaztetatik erakutsi zuen ikasle azkarra zela. Bere bi ahizpa zaharragoekin batera joaten zen neskentzako eskolara. Bereziki natura-zientziak zituen gogoko, eta haserretu egiten zen irakasleak “emakumeen betebeharre” buruz aritzen zirenean. Bere ahizpek ez bezala (ezkontzea zen haien helburu nagusia), anaiaren bideari jarraitu nahi zion Clarak; unibertsitate-ikasketak egin nahi zituen.

Hogeitaz zituela ezagutu zuen Fritz Haber gaztea, dantza-ikastaro batean. Maitemindu egin zen, baina uko egin zion harekin ezkontzeari, ekonomikoki independentea izatea amesten baitzuen.

Hala, irakasle izateko ikasketak egiten hasi zen, eta irakasleetako batek, Clararen gaitasunak ikusita, Jane Marcet-en *Conversations on Chemistry* liburua ezagutarazi zion. Kimikak harrapatuta gelditu zen ordutik. Aita ere kimikaria zuen, eta hark atsegin zuen alabak kimika gustuko izatea. Beti egongo zen ikasketekin jarraitu zezan laguntzeko prest.

Irakasle izateko ikasketak bukatu ondoren, unibertsitatera sartzeko azterketa egiteko borrokan ibili zen Clara. Azkenean, 1895ean emakume irakasleei baimena eman zitzaizen unibertsitatera joateko. Eta Clarak unibertsitate-ikasketak ez ezik, doktoretza ere egin zuen. 1900ean egin zen doktore; Alemanian emakume batek doktoretza egiten zuen lehen aldia zen.

Denbora batez ikertzaile gisa aritu zen lanean, eta “Fisika eta kimika etxean” izeneko eskolak ematen ere aritu zen emakumeen organizazio eta institutuetan. 1901eko abuztuan Fritzekin ezkondu zen arte. Hasieran, ezkontza-bizitza eta karre-
ra biak batera egiteko gai izango zela uste izan zuen Clarak, baina ezinezkoa gertatu zitzaion. Batetik, senarrak ez zion asko lagundu horretan, eta, bestetik, haurdunaldi zail batek, hasieran, eta osasun kaxkarreko seme bat zaindu behar izateak, gero, etxean egotera behartu zuten.

Hala ere, etxean senarrari (kimikaria hura ere) haren ikerketekin, eta gasen erreazioen termodinamikari buruzko liburu bat idazten laguntzen aritu zen. 1905ean argitaratutako liburu hura “emazte maiteari—eskaini zion Fritzek—, Clara Haber doktoreari, lankidetzara isila eskertuz”.

Bestalde, emakumeentzako eskolak ematen jarraitu zuen. Eta konturatu zen, amorrutik, askok pentsatzen zutela senarrak prestatzen zituela eskola haiek.

Fritz, berriz, aurrerapauso handiak egiten ari zen. Karlsruhe-ko Teknologia Institutuko irakaslea zen, eta, Carl Bosch-ekin batera, Haber-Bosch izeneko prozesua garatu zuen. Prozesu horren bidez, amoniakoa sintetiza zitekeen tenperatura eta presio altuan, nitrogenotik eta hidrogenotik abiatuta. Haber-Bosch prozesuak izugarritzko garrantzia izan zuen, hainbat produktu nitrogenodun (ongarriak, lehergailuak, eta abar) laborategian sintetiza zitekeen produktu bati esker lor zitezkeelako lehen aldiz. Ongarriak nahi beste sintetizatu ahal izateak sekulako abantailak eskaintzen zituen, batetik, eta, bestetik, prozesu horrek lehergailuak ekoizteko izugarritzko aukera eman zion Alemaniari.

Bitartean, etxean, Clara atsekabetuta zegoen bere ezkontza-bizitzarekin. Honela



rai hartako antisemitismoa kontuan hartuta. Izan ere, Fritz, eta baita Clara ere, juduak ziren jatorriz, nahiz eta biak kristau bihurtuak ziren.

Ez zen falta, hala ere, Fritz erabat alemaniarra ez zela kexatzen zen jenderik. Lehen Mundu Gerraren etorrerarekin, baina, aukera izango zuen bere abertzaletasuna frogatzeko. Gerra Ministerioko Gerra Kimikoaren Saila antolatzeaz gainera, ezagutzen diren lehen suntsipen handiko armen eta hainbat gas pozoitsuren (ziapere-gasa barne) garapenaren arduraduna izan zen. Eta etsaien aurka klorogasa erabiltzea proposatu zuen.

“Ezin zuen jasan senarrak bere jakintza zientifikoa helburu hartarako erabiltzea”

Clarak, berriz, gorroto zuen gerra hura, hainbeste heriotza eta zorigaitz eragiten ari zen gerra. Eta, bereziki, ezin zuen jasan senarrak gerra kimikoan zuen dedikazio kartsu hura, eta bere jakintza zientifikoa helburu hartarako erabiltzea. “Zientziaren idealen perbertsio” gisa kondemnatu zuen senarraren lana. Erabat nahigabetuta eta ikaratuta, hainbat aldiz erregutu ere egin zion lan hura uzteko. Baina senarrak aberriarekiko traiziozko adierazpenak egitea leporatuz erantzun zion.

Lehen gas-erasoa 1915eko apirilaren 22an izan zen, Ypres-en (Belgika). Fritzek berak zuzendu zuen erasoak. 5.000 soldadu hil ziren. Kapitain egin zuten Fritz, eta heroi gisa bueltatu zen Berlinera. Egunkariak heroi berriarekiko laudorioz beterik zeuden. Etxean, berriz, ez zuen harrera beroirik izan. Eztabaida sutua izan zuen emaztearekin. Huraxe izan zen azkena.

Semeak baino ez zuen entzun tiroa, eta hark ohartarazi zuen aita. Goiz hartan bertan ekialdeko frontera joatekoa zen Fritz, errusiarren kontrako gas-erasoak zuzentzera. Halaxe egin zuen. ●



SAREAN+

idatzi zion bere tesi-zuzendari izandakoari, 1909an: “Fritzek zortzi urte hauetan irabazi duena, hori —eta askoz gehiago— galdu dut nik, eta nigan gelditzen den guztiak erabateko atsekabez betetzen nau... arrazoi nagusia da Fritzek bere burua lehenengo jartzeko duen modu zapaltzailea, ezen bera bezain gupidagapeki menderatzailea ez den edonor suntsitzen baitu. Fritz gainerako giza

balioak, lanerako borondatea izan ezik, ahitzeko puntuan daude, eta, nolabait esatearren, zahar goiztiar bat da”.

1911n, Kaiser Wilhelm Kimika Fisiko eta Elektrokimikako Institutua sortu eta haren buru izendatu zuten Fritz (gaur egun haren izena darama). Eta Berlingo Unibertsitatean katedra bat ere eman zioten. Lorpen handiak ziren, eta are gehiago ga-

GUILLERMO ROA ZUBIA

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

NONDIK GATÓZ?

i

The Origin of our species

Christopher Stringer
Allen Lane argitaletxea
236 x 160 mm
ISBN: 978-1846141409

Nondik gatóz? Galdera garrantzitsua da. Urteetan, honako hau izan da paleoantropologoen erantzun gogokoena: Afrikatik. Gure espeziea, *Homo sapiens*, Afrikan sortu zen, eta handik barreiatu zen munduan zehar. Alabaina, mundua ez zegoen hutsik; beste hominido batzuek lehenago kolonizatu zituzten kontinenteak, eta, urteen poderioz, *Homo sapiens* espezieak —guk, alegia— ordezkatu genituen hominido haiek.

Gaur egun ere adituek ontzat ematen dute *Homo sapiens*aren jatorriaren hipotesi hori, *Out of Africa* izenekoa (Afrikatik kanpora). Baina fosilen azterketa genetikoak zehaztasunez egin ahal izan dute, eta, haren argitan, teoria egokitu egin behar da. *Homo sapiens* espeziea neandertalekin gurutzatu zen hasieran, eta Denisova gizakiarekin gerrogo. Azken horren fosilak aurkitu zituzten Siberiako Denisova kobazuloetan 2010ean, eta gurutzaketaren aztarna genetikoak Asiako hegoaldeko DNAn aurkitu dituzte.

Bi gurutzaketa horien aztarnak geratu dira *Homo sapiens*aren geneetan, eta, horregatik, Christopher Stringer antropologo britainiarrak dio: “Ez dugu jatorri afrikar purua”. Hark uste du *Out of Africa* hipotesia bera berraztertu eta puntu batzuetan birformulatu egin behar dela. Hain zuzen, hipotesiaren sortzaileetako bat izan zen, eta horri buruz hitz egiten du bere azken liburuan, *The Origin of our Species* liburuan.



Liburuaren izenburuak Charles Darwinen *On the Origin of Species* (Espezieen jatorriaz) liburu ospetsuari egiten dio erreferentzia. Duela 150 urte, gutxi gorabehera, argitaratu zen liburu hura, eta handik abiatzen da kontatzeko nola dagoen gizakiaren sorrerari buruzko teoriaren panorama.

Liburuan, oso modu zabalean aurkezten du gaia; besteak beste, paleoantropologiaren ikerketa-teknikez ere hitz egiten du, eta horrela erantzuten dio beste galdera bati: nola iritsi den gizakia jakitera bere buruaren jatorriari buruz dakiena.

Bi arrazoi handik egiten dute interesgarri liburua: batetik, ikerketaren protagonistetako batek idatzitako liburua izateak eta, bestetik, gaur egun *Homo sapiens*aren jatorriari buruz dakiguna laburbiltzeak. Abiapuntu ederra da gure espeziearen sustraiei buruzko gogoeta egiteko. ●



SATORRAK

dani fano ILARGIAN



TXIMISTAK EHIZATZEN EUSKADIN

JAVIER LÓPEZ HERRERA
Euskalmet, Euskal Meteorologia Agentzia
Tecnalia, Meteo Unitatea

Tximistak naturaren indarririk kontzentratuenetarikoa bat dira. Fenomeno horrek gizakiak harritu eta beldurtu egin ditu historian zehar. Benjamin Franklinen garaitik hona, ikerkuntza izugarri zabaldu da tximisten arloan. Gaur egungo tximistak detektatzeko eta kokatzeko sentsore-sareei esker, ekaitzetan gertatzen diren tximistak askoz hobeto ulertzen ditugu. Gainera, teknologia horien ziurgabetasuna gero eta txikiagoa da. Gaur egun, tximistak sailkatzeko gai gara, haien parametro fisikoak kontuan hartuta, eta horrek eragin handia dauka gizakiak eta ondasunak hobeto babesteko.

Beldurgarriak, ikusgarriak, tximistek beti sortu dute gizakien mirespena. Kultura guztien erlijioetan, tximistekin lotutako jainkoak ageri dira: Zeus, Thor, eta hemen, Euskadin, Maju eta Mari. Tximisten azalpenak mitoaren eta errealitatearen artean egon dira beti. Hala ere, garai batetik aurrera zientzia nagusitzen hasi zen.

Guztiok entzun dugu zerbait Franklinen esperimentuei buruz. Baina hura ez zen izan XVIII. mendean arlo horretan aritu zen bakarra. Egia esan, garai berean eta leku ezberdinetan tximistei buruz garatutako lehenengo teoriak ez zuten elkarren inolako antzik. Dena den, XVIII. mendean erditik aurrera ikerkuntza-arlo hori

izugarri zabaldu zen, eta, XIX. mendeko teoria fisiko berriei esker, tximisten egia argitzen hasi zen; alegia, fenomeno elektromagnetiko bat zirela.

XIX. mendean hainbat aurrerapen egin ziren fisikaren arloan. Elektromagnetismoari buruzko ikerkuntzak oso garrantzitsuak izan ziren mende horretan, eta arlo



Hodeien arteko tximista. ARG.: JON MAGUREGI.



horretako zientzialari ezagunen izenak gogora ditzakegu, Faraday eta Maxwell, esate baterako.

Mende horren amaieran, tximisten ikerkuntzak indarra hartu zuen zerbitzu meteorologikoetan, batetik, meteorologiaren aldetik oso interesgarriak zirelako eta, beste alde batetik, ondasunak tximistetatik babesteko sistemen negozioa probetxugarria zelako. Behatoki meteorologikoen sareak zeuden, eta lehenengo neurketak egiten hasi ziren, oinarritzko instrumentuak erabiliz, kometak adibidez.

XX. mendean, tximistak detektatzeko sistemak agertzen hasi ziren, eta, horren ondorioz, fenomeno horren ezaugarriak gero eta hobeto ezagutu ziren. Gaur egun, sentso-re-sareak mundu osoan zehar zabal-duta daude. Teknika ezberdinak erabiltzen dira tximistak detektatzeko, kokatzeko eta haien ezaugarri fisikoak neurtzeko. Ekaitzei

buruzko ezagutza asko hobetu da, eta pertsonen eta ondasunen babesak gaurkotasuneko gaia izaten jarraitzen du.

NOLA SORTZEN DIRA TXIMISTAK?

Tximistak korrante elektrikoak dira, eta elektroien mugimenduagatik sortzen dira. Ekaitz-hodei bat sortzen denean, barruan dauden partikulek bata besteari kontra talka egiten dute. Hala, kargak banatu egiten dira. Hau da, partikula batzuk karga positiboarekin geratzen dira (ioi positiboak), eta beste partikula batzuek karga negatiboa hartzen dute (ioi negatiboak). Oro har, esan dezakegu karga negatiboa hartzen duten partikulak hodeiaren beheko aldean geratzen direla, eta ioi positiboak goiko aldean.

Fisikan ikasten den bezala, kontrako kargako partikulek elkar erakartzen dute. Hala, hodeiaren beheko aldean metatutako karga negatiboaren eta lurreko karga positi-

boaren artean erakarpen-indar bat sortzen da. Sistema horri (karga negatiboa goian, karga positiboa behean, eta aire neutroa erdiko tartean) dipolo deritzo. Horrelako sistema bat agertzen denean, potentzial-diferentzia bat edo tentsioa sortzen da (pila batean gertatzen den bezala).

Diferentzia hori oso handia denean, goian dauden elektroiak beherantz mugitzen hasten dira. Lurretik hurbil daudenean, karga positiboak igotzen hasten dira, eta, kontaktua sortzen denean, tximista moduan ezagutzen duguna gertatzen da.

Hemen ezberdintasun bat azpimarratu behar da, trumoiaren, tximistargiaren eta tximistaren artekoa. Ikusten dugun argia tximistargia da; trumoi, entzuten den soinua; eta tximista, deskarga elektriko osoa.

Hodeietatik lurrerako tximista da arruntena; hala ere, sailkapen ezberdinak egin daitezke. Adibidez, gertatzen diren lekua-



Hodeietatik lurrerako tximista. ARG.: JON MAGUREGI.

ren arabera, tximistak hodeien artekoak edo hodeietatik lurrerakoak izan daitezke. Lehenengoak hodei batetik bestera mugitzen dira (edo hodei baten barruan), beti karga positiboan eta negatiboan nukleoen artean. Bigarren motakoak lurtean bukatzen dutenez, kaltegarriak izan daitezke, sistema elektronikoak matxuratzen dituztelako eta eraikinetan kalteak edo gizakientzako istripu larriak eragin ditzaketelako.

Polaritatearen araberako sailkapena ere egin daiteke, hau da, tximistak positiboak edo negatiboak direla kontuan hartuta. Sailkapen hori egiteko, karga negatiboan mugimenduari erreparatu zaio. Karga negatiboa hodeitik lurrera badoa, tximista negatiboa da. Lurretik hodeira mugitzen bada, positiboa da. Hori gutxitan gertatzen da, baina gerta daiteke, baldin eta hodeiaren polaritatea alderantziz badago.

Hodeitik lurrerako tximistak beste sailkapen batean sar ditzakegu: baldin lehenengo karga-mugimendua goitik behera gertatzen bada, tximista behehantzkoa da; eta behetik gorakoa baldin bada, gorantzkoa da.

Hori guztia kontuan hartuta, hodeitik lurrerako tximistak lau motatakoak izan daitezke: behehantzko negatiboa (ohikoena) [Rakov eta Uman], behehantzko positiboa, gorantzko negatiboa eta gorantzko positiboa.

Aipatu behar da gorantzko tximistak ohikoak direla dorreetan eta eraikin altuetan, eta hemen, Euskadin, horrelakoak gertatzen direla, batez ere mendietan dauden dorreetan.

NOLA NEURTZEN ETA KOKATZEN DITUGU TXIMISTAK?

Nola detektatzen da hain azkar gertatzen den fenomeno bat? Batzuetan ezin ditugu ikusi ere egin, eta horien ondorioz gertatzen diren trumoiak baino ez ditugu entzuten; baina XX. mendearen hasieran konturatu ziren ekaitza zenean irratietan zarata bat entzuten zela tximista bat gertatzean.

Tximistaren deskarga elektrikoa gertatzen denean, irradi-frekuentziako igorpen bat sortzen da. Hala, antena bat erabiltzen da irradi-frekuentziako seinale hori detektatzeko. Behin seinalea jasota, haren intentsitatea neurtzen da, iraupenarekin batera. Sentsore batek, beraz, tximista bat detekta-

tu eta neurtuko du; baina, ondo kokatzeko, sentsore bat baino gehiago behar da.

Sentsore-sare batean, tximista baten seinalea ia une berean heltzen da sentsore guztietara, argiaren abiaduran (ia 300.000 km/s) bidaiatzen duelako. Horregatik, sentsore horiek GPS batekin sinkronizatu behar dira, neurketak segundo-milioiren zehaztasunarekin egin behar direlako. Sentsoreek datuak jasotzen eta prozesatzen dituztenean, informazio osoa ordenagailu batera bidaltzen dute prozesatzeko, eta han triangulaketa kalkulatzen da, tximista bakoitza kokatzeko.

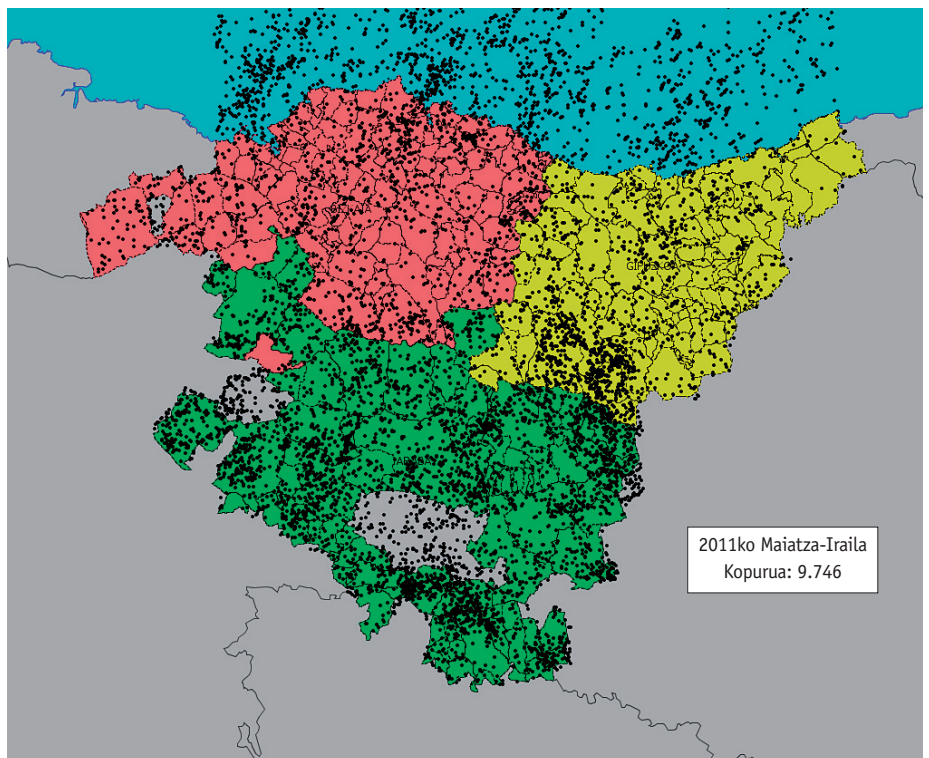
TXIMISTAK EUSKADIN

Euskalmetek hiru sentsore-sare erabiltzen ditu tximistak neurtzeko eta kokatzeko. Tximistak detektatzeko erabiltzen duten frekuentziaren araberako teknologia baliatzen dira. VHF (*very high frequency* edo oso frekuentzia altua) bandan, hodeien arteko tximisten erradiazio-iturriak neurtzen dira batez ere; LF (*low frequency* edo frekuentzia baxua) bandan, hodeietatik lurrerako deskargak neurtzen dira; eta VLF (*very low fre-*

quency edo oso frekuentzia baxua) bandan, bi motetako tximistak neurtzen eta kokatzen dira. Sare horien datuei esker, ekaitzen faseak denbora errealean ikus daitezke. Euskalmeten, tximisten datuak gehienez 15 segundoko atzerapenarekin jasotzen dira, eta berehala irudikatzen dira meteorologiako begiraleek erabil ditzaten.

Gainera, tximisten datuak gorde egiten dira, gero ekaitz-aldiak ikertzeko. Azken hiru urteetako bero-sasoietan (maiatzetik irailera) detektatutako kopuruari erreparatuta, antzekoak izan dira 2009a eta 2011, baina 2010eko aldia bitxia izan zen, oso ekaitz eta tximista gutxi gertatu baitziren. Euskalmeten sareak 8.500 tximista inguru neurtu zituen maiatzetik irailera 2009an, eta 9.750 inguru 2011n. 2010ean, ordea, 3.700 inguru neurtu zituen.

Urte hauetan ikusitakoaren arabera, esan dezakegu batez ere mendi-lerroetan eta kostaldeetan gertatzen direla. Bestalde, bizi garen eskualdean (latitude hauetan), gure orografia eta klima aintzat hartuta, iaz izan genuen tximista-kopurua normala da.



2011ko bero-sasoian EAEn detektatutako tximistak. ARG.: EUSKALMET.



Dena den, tximistak ez dira bero-sasoian bakarrik gertatzen, nahiz eta gehienak garai horretan kontzentratu. Udazkenean eta neguan ere gertatzen dira. Gainera, neguko ekaitzek ezaugarri bereziak dituzte. Tximista positibo gehiago gerta daitezke, eta ekaitz-hodeiak askoz beherago egoten dira. Horren ondorioz, dorreetatik sortzen diren goranzko tximistak maizago gerta daitezke, Euskalmeten Kapilduiko radarraren dorrean gertatu bezala [López et al.].

Hala ere, tximistak ez dira ikusgarriak bakarrik; arriskutsuak ere badira. Iaz, abuztuaren 31n, Oma basoan istripu bat gertatu zen. Ekaitz batean, tximista batek bi bisitari zauritu zituen. Bustita zeudenez, korrante elektrikoa azaletik pasatu zitzairen, eta azalean erredurak izan zituzten. Gainera, batek konortea galdu zuen eta memoria falta izan zuen. Lehor egon izan baziren, orde, korrante elektrikoa barrutik pasatuko zen, eta zauriak askoz larriagoak izango ziren.

Euskalmetek kasua aztertu zuen, eta ikusi zuen basoan bi zuhaitzi eragin ziela tximistak. Bisitariak zuhaitz lehor baten azpian zeuden, tximistak zuhaitz-puntan jo zuen, eta korrantea enbor lehorretik jaitsi zen haien gorputz bustiak aurkitu arte. Orduan, korranteak salto egin zuen, eta zaurituen azaletik jaitsi zen lurrera.

Istripu horiek ez dira oso ohikoak, baina gerta daitezke, eta segurtasun-aholkuei kasu egin behar zaie: zerbitzu meteorologikoei ekaitz-probabilitatea adierazten dutenean, saihestu egin behar dira basoak eta landa irekiak, ez da babestu behar bakartutako zuhaitz baten azpian, eta, ahal bada, auto batean sartu behar da, leihatilak itxita. Landa isolatu batean gaudenean (eta tximistak oso hurbil daudenean) eta babesteko lekuri ez badago, aukerarik onena kubilko jartzea da.

Ekaitz bat hurbiltzen edo urruntzen ari den jakiteko, tximistaren eta trumoiaren arteko segundoak zenbatu behar ditugu. Zenbat eta segundo gehiago izan, orduan eta urrunago egongo da ekaitza. Soinuaren abiadura kontuan hartuta (340 m/s), tximistaren eta trumoiaren artean 10 segundo pasatzen badira, esan dezakegu ekaitza 3 km baino gehiagora dagoela, eta distantzia hori nahikoa da seguru egoteko.

Euskalmetek jarraituko du tximistak dektatzeko sareak zaintzen eta hobetzen,



Oma basoan tximista batek zauritutako zuhaitz bat. ARG.: EUSKALMET.

eta hasi da sistema berriak erabiltzen fenomeno fisiko hori hobeto ulertzeko: eremu elektriko neurtzaileak eta tximistak direla- eta dorreetatik pasatzen diren korranteak neurtzeko sentsoreak.

Lan horrekin, gero eta hobeto ezagutuko ditugu Euskadin gertatzen diren tximistak eta ekaitzen ezaugarriak. ●



SAREAN+

BIBLIOGRAFIA

RAKOV, V.A.; UMAN, M.A.: *Lightning Physics and Effects*, Cambridge University Press, 2003.

LÓPEZ, J.; MONTANYÀ, J.; MARURI, M.; DE LA VEGA, D.; ARANDA, J. A.; GAZTELUMENDI, S.: *Lightning initiation from a tall structure in the Basque Country*, *Atmospheric Research*, July 2011, doi:10.1016/j.atmosres.2011.07.006 Key: citeulike:9627247.



Ilargiaren efemerideak

- 1) 01:22an, Ilgora.
- 5) Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -6,89^\circ$). Krisien itsasoa eta Condorcet kratera ikus daitezke.
- 7) 23:28an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin $9,1^\circ$ -ra.
- 8) Gehienezko librazioa latitudean ($b = 6,55^\circ$). Iparraldeko eskualde polarra ikus daiteke. 09:40an, Ilbetea.
- 10) 10:05ean, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 362.409 km.
- 11) 03:09an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin $5,9^\circ$ -ra.
- 13) 20:43an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 15) 01:26an, Ilbehera.

Beste efemeride batzuk

- 1) Osteguna. Eguerdian, 2.455.988. egun juliotarra hasiko da; Kristo aurreko 4713ko urtarilaren 1eko eguerditik igaro diren egunak dira horiek. Kalkulu astronomikoak errazago egiteko erabiltzen da datu hori. XVII. mendeko eruditut frantses batek, Joseph Justus Scaliger-ek, zehaztu zuen data hori, garai hartako hiru ziklorik garrantzitsuenek bat egiten zutelako: 28 urteko eguzki-zikloa, 19 urteko ilargi-zikloa eta erromatar zergen 15 urteko zikloa, "erromatar indikzio" deiturikoa. Egunak 11 ordu eta 11 minutuko iraupena du hilaren 1ean, eta 12 ordu eta 45 minutukoa hilaren 31n. Hileko azken egunean, lehenean baino 55 minutu lehenago aterako da Eguzkia, eta 39 minutu geroago ezkutatuko da.
- 11) Eguzkia, itxuraz, Piscis konstelazioan sartuko da ($351,47^\circ$).
- 20) 05:14an, martxoko ekinozioa. Udaberriaren hasiera Ipar hemisferioan. Astrologiaren arabera, Eguzkia Ariesen sartuko da (0°).
- 24) Urtarrilaren 25etik apirilaren 15era, Bijinida izar iheskorren maximoa.
- 25) Ordu-aldaketa Europako Batasuneko herrialdeetan.

- 17) Gehienezko librazioa longitudean ($l = 5,70^\circ$).
- 22) 14:38an, Ilberria.
- 25) 22:02an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin $3,1^\circ$ -ra.
- 26) 05:15ean, apogotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 405.774 km. 15:43an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrarekin $1,9^\circ$ -ra.
- 27) 10:50ean, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin $3,5^\circ$ -ra.
- 28) 00:15ean, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 30) 19:41ean, Ilgora.

martxoa 2012

A A A O O L I						
			1	2	3	4
5	6	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	

Planetak

Ikusgaiak

Goizez: Marte eta Saturno.
Arratsalde: Merkurio (hilaren 11 baino lehen), Artizarra, Marte eta Jupiter.
Gauetz: Marte eta Saturno.

Merkurio

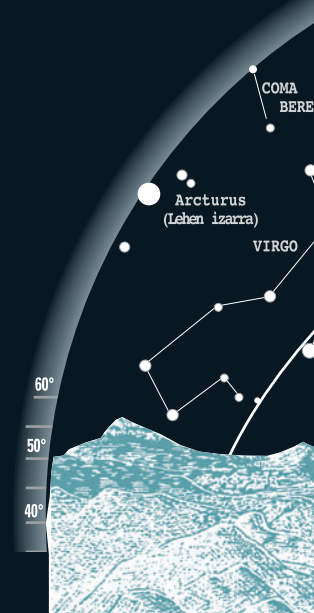
Hilaren 5ean, elongaziorik handienara iritsiko da, Eguzkitik 18° -ra baino ekialderago; beraz, arratsalde oso ondo ikusi ahal izango da hileko lehen egunetan, Eguzkia sartu eta ordu eta erdi gerora arte. Gero ezin izango zaio behatu, beheranzko konjuntzioan izango baita hilaren 21ean. 0 h-ko igoera zuzena. $+0,5^\circ$ eta 00° bitarteko deklinazioa. Hil osoan Piscisen izango da. $-0,8$ tik $+1,8$ a jaitsiko zaio magnitudea hilaren bukaeran.

Artizarra

Eguzkia baino lau bat ordu geroago sartuko da hil osoan. Udako ordutegirako aldaketa martxoaren 25ean, udaberriko lehen igandean, egiten bada, gauerdian ere ikusgai egongo da Artizarra, eta hori ez da batere ohikoa. Hilaren

Zerua

2012ko martxoaren 15eko 23:30ekoa



Ekialdea

27an izango da elongaziorik handienean, 46° -ra. Gero Eguzkirantz hurbilduko da azkar, ekainaren 6an behe-konjuntziara iritsi bitartean. Artizarra 13 bira egiten ditu Eguzkiaren inguruan, 8 lur-urtean behin. Babiloniarrek eta maiek bazuten ziklo horren berri. Gaueko lehen orduetako ikuskizuna da hil honetan ere, beraren distira ikusgarria dela eta. 01 h eta 03 h bitarteko igoera zuzena. $+11^\circ$ eta $+22^\circ$ bitarteko deklinazioa. Piscisen hasiko du hila, eta Ariesera igaroko da gero berehala. $-4,2$ tik $-4,4$ a handituko zaio magnitudea.

Hilaren erdialdera, egun batzuetan, Jupiterretik gertu ikusi ahal izango da.

Marte

Oposizioetik igaroko da hilaren 3an; beraz, ia Eguzkia sartzean irtengo da hilaren batean, eta ia hiru ordu eta erdi inguru lehenago hilaren 31n. Hango Ipar hemisferioan, martxoaren 29an da udako solstizioa. Eskuarki, zaleentzako teleskopio batekin bereiz daiteke

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 3an, 05:00etan, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa. Haren magnitudea 3,3ra hurbilduko da. Beste minimoak hilaren 6an, 8an, 11n, 14an, 17an, 20an, 23an, 26an, 28an eta 31n izango dira.

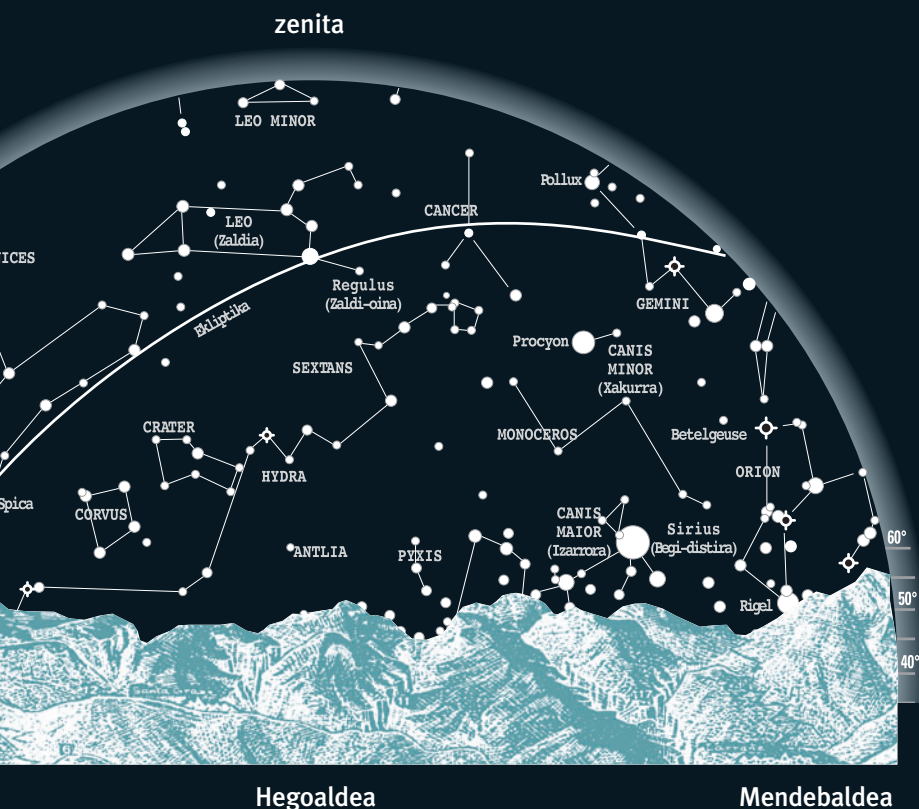
Hilaren 3an, 10:00etan, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 8an, 14an, 19an, 24an eta 31n izango dira beste maximoak.

Hilaren 6an, 10:00etan, Eta Aquilae zefeidamotako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,177 egunean behin. Hilaren 13an, 20an eta 27an izango dira beste maximoak.

Hilaren 10ean, Europan, Lurraren Eguzkiarekiko orientazioa egokia da gaueko lehen orduetan mendebaldean argi zodiakala ikusteko. Kasu honetan, Piscis, Aries —han daude Artizarra eta Jupiter— eta Taurus konstelazioak estaltzen ditu.

Teleskopioarekin:

Artizarraren fasea bereiz daiteke. Gainazalaren zati bat baino ez dauka argituta: % 61 hilaren 1ean, eta % 54 hilaren 31n.



haren Ipar poloa, kolore zuri biziko kaskoa. Udako hilabeteetan, ur izotzuaren erreserba kolosal honek galdu egiten du elur karbonikozko bere estalkia, eta ur-lurrun kantitate handiak baporatzen ditu bere atmosferan. Horrek hondar-ekaitz izugarriak eragiten ditu; batzuetan, planeta osoa estaltzerainokoak. 11 h eta 10:30 h bitarteko igoera zuzena. +10° eta +13° bitarteko deklinazioa. Hil osoan Leon izango da. Magnitudea -1,2tik -0,9ra aldatuko zaio.

Hilaren 7an, Ilargi ia betearen ondoan ikusi ahal izango da.

Jupiter

Hilaren 1ean, Eguzkia baino hiru ordu eskas geroago sartuko da, eta, hilaren 31n, bi ordu geroago. Behatzeko aukerak murrizten jarraitzen dute. 02 h-ko igoera zuzena. +13° eta +15° bitarteko deklinazioa. Ariesen izango da hil osoan. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, -2,2tik -2,1era.

Hilaren erdialdera, egun batzuetan, Jupiterretik gertu ikusi ahal izango da.

Saturno

Eguzkia sartu eta lau ordura aterako da hilaren 1ean, eta Eguzkia sartu eta ordu eta erdi baino gehixeagora hilaren 31n. Hilaren 15etik aurrera, ia gau osoan behatu ahal izango zaio; hilabete geratzen zaio oposizioarako. Teleskopio ahaltsu batekin, ikusi ahal izango da planetak eraztunen gainean egiten duen itzala gradualki nola desagertuko den. 14 h-ko igoera zuzena. -08°-ko deklinazioa. Virgon izango da hil osoan, Spica izarretik gertu. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, 0,4tik 0,3ra.

Hilaren 6an, 08:45ean, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldean.

Hilaren 14an, 10:10ean, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 22an, 06:26an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldean.

Hilaren 30ean, 07:46an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Uranu

Ezin izango diogu behatu hil honetan. Konjuntzioan izango da hilaren 24an. 00 h-ko igoera zuzena. +00° eta +01° bitarteko deklinazioa. Piscisen egongo da, eta 5,9ko magnitudea izango du.

Neptunu

Ezin izango zaio behatu maiatzera bitartean. 22 h-ko igoera zuzena. -11°-ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen. 8,0ko magnitudeari eutsiko dio.



SAREAN+

* Hilaren 25era arte, gehitu ordubete denbora ofiziala jakiteko. Gero, gehitu bi ordu.

Zelula amak transplanteetan



Transplanteak sekulako aurrerapena izan ziren medikuntzan, baina ez dira mirari perfektuak izatera iritsi; arazo handiak dituzte, eta gaur egungo ikerketa-lerro handi asko arazo horiek konpondu nahian ari dira. Azken urteetan, zelula amak iritsi dira ikerketa horietara. Zelula amek ere ez dute mirari perfektua ekarriko, baina agian inflexio-puntu bat izango dira transplanteen munduan. ARG.: © LEONID SHCHEGLON/123RF.



Errimak eskanerrean

Bertsolarien garun-ahalmenak aztertzeko lehen ikerketa egiten ari dira Basque Center on Cognition, Brain and Language (BCBL) zentroan. Izan ere, hizkuntzaren ekoizpenean parte hartzen duten mekanismo neurokognitiboak argitzea da ikerketa-zentro horren helburu nagusietako bat, eta, alde horretatik, jakin-min handia dute bertsolaritzarekiko. Ikerketaren erdialdean daude orain. ARG.: BERTSOLARI FILMA.

Gazteei galdezka

Zer nolako bizipen, iritzi, jarrera eta portaera dituzte Euskal Herriko gazteek, zientzia eta teknologiaren gainean? Galdera horri erantzun nahian, azterketa bat egin du Elhuyar Fundazioak, Eusko Jaurlaritzaren Hezkuntza Sailarekin eta EHUKo Kultura Zientifikoko Katedrarekin batera. Dagoeneko badituzte emaitzak, eta haiei buruzko gogoeta egin dute ikerketaren arduradunek. ARG.: ZIRRIMARRA estudio grafikoak.



ZIENTZIAREN
ELHUYAR
KOMUNITASIA

Argitaratzailea:

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

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

Erredakzio-burua: Egoitz Etxebeste, e.etxebeste@elhuyar.com

Zientzia-arduraduna: Guillermo Roa, g.roa@elhuyar.com

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

Hizkuntza-arduradunak: Sagrario Barandiaran, Saroi Jauregi, Alfontso Mujika.

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga, Irati Kortabitarte, Oihane Lakar, Amaia Portugal, Guillermo Roa.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Dani Fano, Juan Jose Iruin, Igor Leturia, Javier López, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Nagore Rementería.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: © Imagehit International LTD/123RF

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetzak: Izaskun Etxebeste, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 49,50 €* . Beste herrialdeak: 74 €* .
*Bigarren urtetik aurrera % 15eko beherapena egingo dizugu harpidetza-sarian.

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

CC BY-NC-ND Elhuyar Fundazioa
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 213-3687

Elhuyarren jabetzako edukia Creative Commons lizentziapean dago, "Antzitatespen – Ez Komertzial – Obra Eratorririk gabeko (by-nc-nd)" lizentzia.

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

KULTURA SAILA

DOILAN TEGIA Koop. Elk.; LAGUN-ARO SERVICIOS Koop. Elk.;
ORONA Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.; IKERLAN Koop. Elk.;
MAIER Koop. Elk.



Aldizkari bakarra, zuk nahi adina forma



Harpidetza Internet bidez egiteko,
sartu aldizkaria.elhuyar.org webgunean edo idatzi
mezu bat harpidetza@elhuyar.com helbidera.

Orain *Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkari
harpidedun eginez gero, aldizkaria hilerotxean
jasotzeaz gain, **Interneteko edizio digitalera
sarbidea izango duzu, prezio berean.**
Etxean nahiz kalean zurekin eraman gaitzazun.

Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren
urteko harpidetza-saria: 49,50 euro lehenengo
urtean, eta 42 euro bigarren urtetik aurrera.

Edizio digitalera soilik harpidetu nahi baduzu,
urteko harpidetza-saria 19 euro da.

Harpidetza telefonoz egiteko,
hots egin **+34 943 36 30 40** zenbakira.





aldizkaria.elhuyar.org



Ezagutu *Elhuyar* aldizkariaren webgune berria

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

Irakurri *Elhuyar* aldizkaria zure tabletan. Harpidetzu eta parte hartu zozketan

Martxoaren 15etik apirilaren 15era bitartean *Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkariko harpidedun egiten bazara, tableta baten zozketan sartuko zara.

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.

