

4,50  
euro



zientziaren  
**ELHUYAR**  
komunikazioa

# ELHUYAR

2010eko urtarria

260

zientzia eta teknologia

Elkarrizketa:

**Kate Millar**

Bioetikako ikertzailea

**Garun-hemisferioak**

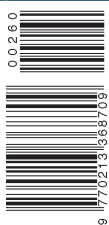
alde batetik eta bestetik

**Galileotarrak gorenean**

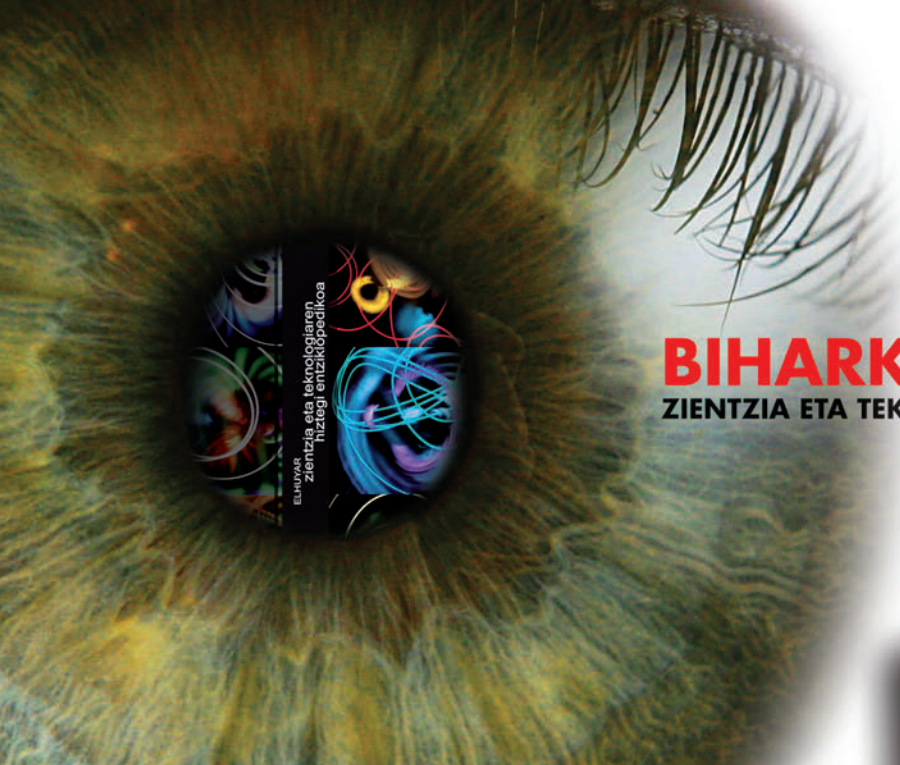
laurehun urte pasatuta ere

---

## **Uhin Elektromagnetikoak** irudipenen eta frogen artean







# BIHARKO JAKINTZA GAUR

ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN HIZTEGI ENTZIKLOPEDIKOA

## ELHUYAR ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN HIZTEGI ENTZIKLOPEDIKOA KALEAN

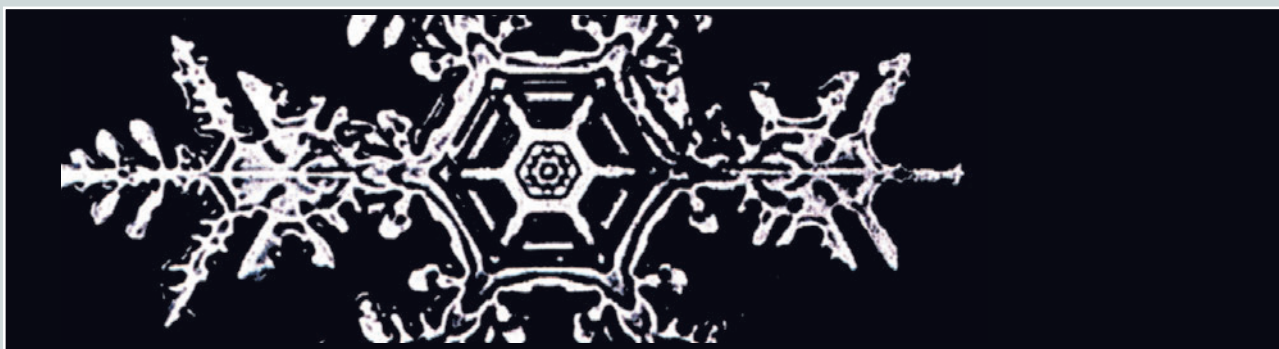


- ▶ Zientziaren eta teknologiaren arlo guztietako informazioa biltzen duen lehen hiztegi entziklopedikoa
- ▶ 200 aditu baino gehiagoren artean egina
- ▶ Ingelesa-euskara, gaztelania-euskara eta frantsesa-euskara terminoen zerrendak
- ▶ Artikulu entziklopedikoak eta irudiak



“Zuhurtziaz mozorrotuta, gezurtzia saltzen dute” 2

“Sumendietatik ateratzen den magma ez da hemengoa bezalakoa, baizik eta izotzezkoa” 30



“P reserbatibo-kopurua eta minbizi-kasuak erlazionatuz gero ere, erlazio zuzena aterako litzateke” 43

“E z ezazu sekula ahaztu ostiralak ilargia aldatzen duela” 53

“I tsaso zabalean ere ekoitzi ahal izango genuke” 55

“E gunetik egunera hedatzen ari naiz fisikoki; baita mentalki ere” 59



**Zuhurtzia eta gezurtzia**

Telefonia mugikorrek antenak eta WiFi sistemak kendu nahi dituzte batzuek, gizakion osasunerako kaltegarriak direlakoan. Egin diren ikerketek eta ikerketen meta-analisi fidagarriek ez dute ebidentziarik aurkitu, ordea, esateko sistema horiek kaltea eragiten digutela; baina batzuek ez dira ikerketa horietaz fidatzen. Neurri bateko edo besteko kaltea aurkitu dutenez, aldiz, bai, haietaz fidatzen dira. Eta baita mugikorretara iristen zaizkigun uhinak neutralizatzen dituzten partxeek ere. Donostiako Udalak gonbidatuta hitzaldia eman zuen jakintsu batek esana da errusiarrak direla onenak. Berdin dio partxeen funtzionamenduari buruzko azalpenek ez izatea ez hanka, ez buru. Partxeak janzteko erabilitako jargoi sasizientifikoak balio du; sinesgarriagoa da, nonbait, zientzia-aldizkarietako jargoi zientifikoak baino.

Nik ez dakit telefonia mugikorrek antenak eta WiFi sistemak guztiz seguruak ote diren. Inork ez daki % 100eko ziurtasunez. Baina, orain arte bildutako datuen baitan, askoz ere sendagoak dira ez kezkatzeko arrazoiak kezkatzekoak baino. Askoz ere. Ezinegona, eta handia, beste zerbaitek sortzen dit: ikusteak zein erraz errotzen diren gizartean halako mamuak, eta zein aise egiten diogun uko jarrera zuhur zentzudunaren benetako esanahiari.

Izan ere, teknologia laborategitik merkatura hain azkar igarotzen den gizartean, ezinbestekoa da arriskuaren arrazoizko kudeaketa egitea; eta horretarako daukagu, besteak beste, zuhurtasun-printzipioa. Tresna baliotsua eta indartsua. Uhin elektromagnetikoen aurkako mugimendu hau, ordea, ezin da inolaz ere justifikatu zuhurtasun-printzipioaz baliatuz. Sasizientziak blai eginda dagoelako, eta, esaten dena esaten dela ere, asko kaltearekin sinetsita daudelako. Batzuek ez dute jakin nahi telefonia mugikorrek antenak eta WiFi sistemak kalterik eragiten ote duten. Badakite. Eta zuhurtziaz mozorrotutako gezurtzia saltzen dute. Izan gaitezen zuhurrak.

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia  
eta Teknologia*  
aldizkariaren  
zuzendaria

**Kate Millar**

Kate Millar, Nottingham  
Unibertsitateko Bioetika Aplikatuko  
Zentroaren zuzendaria, gizartean  
kezka etikoa sortzen duten hainbat  
gairekin dabil lanean: animaliekin  
egiten diren ikerketak, zelula amekin  
egiten direnak, azterketa genetikoak  
eta haien aplikazioak...

24

**UHN ELEKTROMAGNETIKOAK  
ETA OSASUNA**

Batzuen ustez, telefono  
mugikorrek, telekomunikazio-  
antenek eta egunero erabiltzen  
ditugun beste hainbat aplikaziok  
igortzen dituzten uhin  
elektromagnetikoak kaltegarriak  
dira osasunerako. Badago  
kezkatzeko arrazoirik? Nahikoak  
dira hartzen diren babes-neurriak?  
Zer ondorio atera dira egindako  
ikerketetan, eta zer diote adituek?

33





# 50

## Cloud computing datuak eta aplikazioak *lainoan*

On line posta-zerbitzuetan, mezuak ez dira gure ordenagailuaren disko gogorrean gordetzen, *lainoan* baizik. Eta, gaur egun, ia edozein aplikazioaren bertsioak ditugu *laino* horretan. Badaude ordenagailu oso baten ordezkia on line edukitzeko aukera ematen duten zerbitzuak ere.



## Garun-hemisferioak alde batetik eta bestetik

Gizakiak ez ezik, animaliek ere espezializatuta dituzte garuneko hemisferioak. Horrek abantaila nabarmenak ekartzen dizkie, baina adituek ikusi dute lateralitateak desabantailak ere badituela kasu batzuetan.

# 46



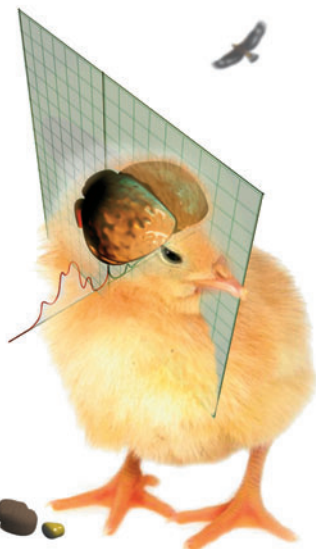
## 56 Sinetsi beharreko zerba

“Zergatik” galderari jarraituz, zientziaren axiometara iritsi gaitzake, frogatu ezin diren eta ontzat hartu behar diren ideietara. Zientzialariek ederki ezagutzen dituzte erabiltzen dituzten axiomak, ideia okerrak baldin badira haien lanaren oinarria kolokan geratzen baita.



## 28 Galileotarrak gorenean laurehun urte pasatuta ere

Orain dela laurehun urte, urtarrilaren 7an, Galileok lehenengo aldiz ikusi zituen Io, Europa, Ganimeses eta Kalisto. Alabaina, hori baino gehiago dira lau satelite horiek, eta gaur egun ere aztergai dira punta-puntako hainbat ikerketatan.



## aurkibidea ]

4 **FLASHA**  
**Elur-maluten argazkilaria**

6 **ALBISTEAK**

20 **MUNDU IKUSGARRIA**  
**Suitzako mendiak**

24 **ELKARRIZKETA**  
**Kate Millar**

28 **Galileotarrak gorenean,  
laurehun urte pasatuta ere**

33 **UHN**  
**ELEKTROMAGNETIKOAK**  
irudipenen eta frogen artean

34 **Beldurra airean**

37 **Azkeneko emaitzen zain**

41 **Eztabaidak teilatuetan  
jarraitzen du**

46 **Garun-hemisferioak,  
alde batetik eta bestetik**

**MUNDU DIGITALA**  
50 **Cloud computing: datuak  
eta aplikazioak *lainoan***

ANALISIA

52 **Skinner-en usoak.** ARTURO ELOSEGI.

54 **Akuikultura, hazten ari den  
sektorea.** IDOIA MENDIZABAL.

56 **GOGOETAN**  
**Sinetsi beharreko zerba**

58 **ISTORIOAK**  
**Rutherforden ondarea**

60 **LIBURUTEGIA**  
**Gizakia ere animalia da**

61 **UMORE GRAFIKOA**  
**Satorrak Ilargian**

62 **ASTRONOMIA**

64 **HURRENGO ZENBAKIAN**

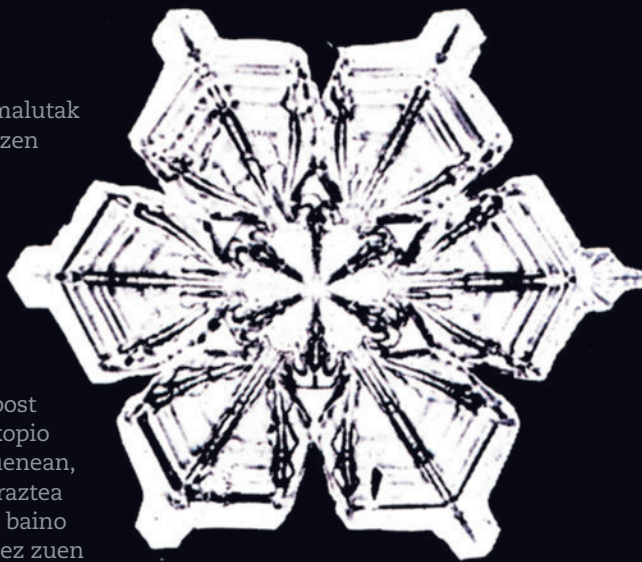
## Elur-maluten argazkilaria

“Mikroskopia azpian, ikusi nuen elur-malutak edertasun-mirariak zirela; eta lastima zen edertasun hori besteek ere ez ikustea. Kristal bakoitza diseinu-maisulan bat zen, eta diseinu bat bera ere ez zen errepikatzen. Elur-maluta bat urtzean, diseinua betiko galtzen zen. Halako edertasuna joana, atzean inolako arrastorik utzi gabe.”

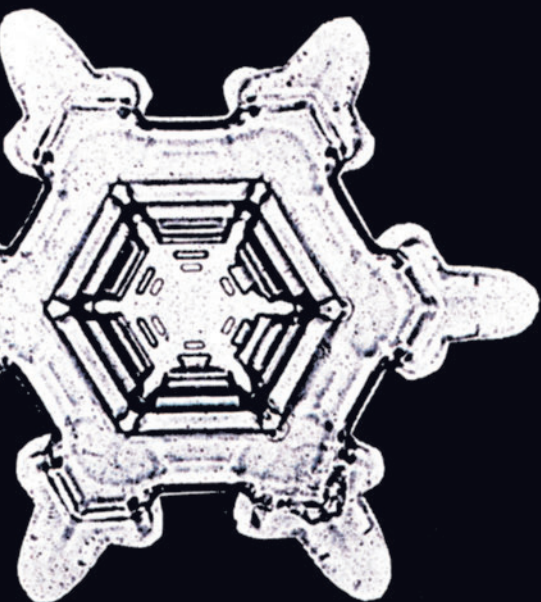
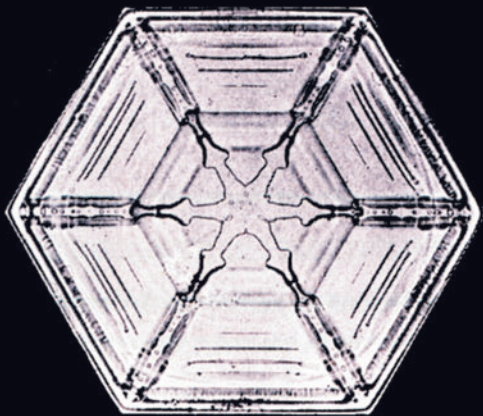
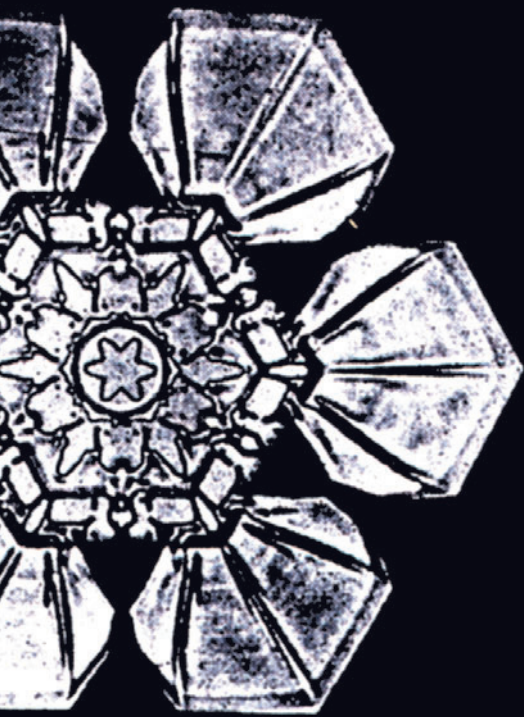
Wilson Bentley-ren hitzak dira. Hamabost urte zituela amak oparitutako mikroskopia zahar batean elur-malutak behatu zituenean, txunditurik gelditu zen, eta haiek marraztea izan zen Bentleyren desioa. Baina urtu baino lehen marraztea oso lan zaila zen, eta ez zuen lortzen maluten forma konplexuak fidelki islatzerik. Hala, mikroskopiaari argazki-kamera bat gehitzea pentsatu zuen. Ez zen erraza izan, baina probatuz eta probatuz doitu zuen teknika. 1885eko urtarrilaren 15ean, oraintxe 125 urte, elur-maluta bati historiako lehenengo argazkia atera zion.

Harrezkero hura izan zen Bentleyren bizitzako pasioa. Bost mila malutatik gora jaso zituen argazkitan. Bost mila “izotzezko lore”, haren hitzetan.

ARG.: NOAA'S NATIONAL WEATHER SERVICE COLLECTION.







## Artoaren genoma, zabala eta konplexua

Existitzen den genoma konplexuenetako bat deskodetu du nazioarteko ikertzaile-kontsortzio batek

Genetikoki, artoa ez da landare bakar bat; barietate batetik bestera dauden aldeak oso handiak dira, eta, horregatik, ez dago artoaren genoma bakar bat. Gainera, barietate bakoitzaren genomak lekuz erraz aldatzen diren DNA-sekuentziak daude. Hala eta guztiz ere, ikertzaileek lortu dute artoaren genomaren puzzlea osatzea, eta ikerketaren emaitzak *Science* aldizkarian argitaratu dituzte, bost artikuluko sorta batean.

Nazioarteko ikertzaileen kontsortzio batek koordinatu ditu ikerketa guztiak Estatu Batuetatik. 31 milioi dolar inbertitu dituzte, eta lau urteko lana izan da; horren ondorioz, artoaren genomaren mapa bat osatu ahal izan dute.

Artoak 10 kromosoma ditu, 2.300 milioi base-pare eta, ikertzaileen emaitzen arabera, 32.000 gene. Ez da landare-genomarik handiena (tipularen landareak, adibidez, genoma handiagoa du), baina ikertzaileek ikusi dute konplexuenetako bat dela.

Besteak beste, tokiz aldatzen diren sekuentzia asko ditu; sekuentzia horiek genomaren % 85 osatzen dute, gutxi gorabehera. Eta sekuentzia horien mugimenduek asko zaildu dute ikertzaileen lana.

Nolanahi ere, artoaren barietate askoren genomak deskodetu eta konparatu ahal izan dituzte. Handiena B73 barietatearena da. Barietate hori M017 barietatearekin konparatu dute, eta ehunka gene



SCIENCE/AAAS

aurkitu dituzte batean edo bestean daudenak, baina ez bietan. Konparaketa horrek argi azaltzen du bi barietate horiek konbinatu litezkeela artoaren barietate hobeak sortzeko.

Bestalde, B73 barietatea Mexikoko Palomero barietatearekin eta jatorrizko teosinte-artoarekin konparatuta, artoaren aldaeren historia ere aztertu dute, genetikaren ikuspuntutik.

Historia horretan gizakiaren eragina aztertu dute, artoa etxekotu izanaren arrastoak azaltzen baitira barietate berrien genomak.

Oso ikerketa zabala izan da; ikertzaileek espero dute baliagarria izatea, ez bakarrik artoak elikagaien munduan duen garrantziarengatik, baita genoma konplexuak ikertzeko baliabide berriak garatu dituztelako ere. ●



MARIAH POWER

## Diseinu berri bat energia eolikoa jasotzeko

Energia eolikoa aprobetxatzeko, helizeak dituzte aerosorgailuek. Baina hori alda liteke, Caltech institutuko ingeniariak aurkeztu berri duten diseinu berri bati esker. Diseinu berriak, helizeak erabili ordez, egitura zilindriko baten bidez jasotzen du haizearen bultzada.

Aerosorgailuaren itxuran ez ezik, jarreraren ere bada alderik: helize bidezko ohiko sorgailuek jarrera horizontalean izaten dute ardatza, eta Caltecheko diseinukoek, aldiz, ardatz bertikala dute. Sistema berri horrek duen abantaila da aerosorgailu bat beste batetik hurbil instalatu daitekeela. Hain zuzen ere, ohiko sorgailuek sortzen duten aire-zurrunbiloak traba egiten die inguruko sorgailuei; diseinu berriaren kasuan, aldiz, sorgailu batek eragindako aire-zurrunbiloak indartu egiten ditu gertu dauden sorgailuen mugimenduak. ●

## Silizioa erabilgarri spintronikan

Silizioa spintronikan erabilgarria izateko modua aurkitu dute Herbehereetako Twente Unibertsitateko zenbait fisikariek. Orain arte, silizioaren elektroien spina tenperatura baxuetan soilik kontrola zezaketen ikertzaileek, eta tenperatura hori baxuegia da spintronikaren teknologia eguneroko aplikazioetan erabiltzeko. Orain, lortu dute ingurune-tenperaturan spin bereko elektroiak silizioan txertatzea. ●



ELHUYAR  
FUNDAZIOAREN  
ESKUTIK:

# TEKNOPOLIS

ZIENTZIA  
ETA TEKNIKAREN  
DIBULGAZIO-MAGAZINA

astero-astero  
**etbn**



TEKNOPOLIS

ASTEAZKENETAN

**etb** 3 21:30ean

IGANDEETAN

**etb** 1 20:00etan

**etb** 2 12:00etan



ELHUYAR  
fundazioa



©ISTOCKPHOTO.COM/STEPHAN KERKHOF

## Koralak, izpi ultramoreen kontrako ezkutak arrezifeetan

Australiako Queensland Unibertsitateko biologo batzuek ikusi dute koral-arrezifeetako koralek eguzkitako kremen funtzio bera dutela; alegia, Eguzkiaren izpi ultramoreak xurgatzen dituzte, eta, hala, beren burua eta ekosistema horietako bizidunak babesten dituzte.

Bazekiten koralek exoeskeletoak argi fluoreszentea igortzen duela argi ultramorearen eraginpean jarritz gero. Hortik abiatuta, pentsatu zuten litekeena zela exoeskeleto horiek gaitasuna izatea izpi ultramoreen eragin kaltegarritik babesteko.

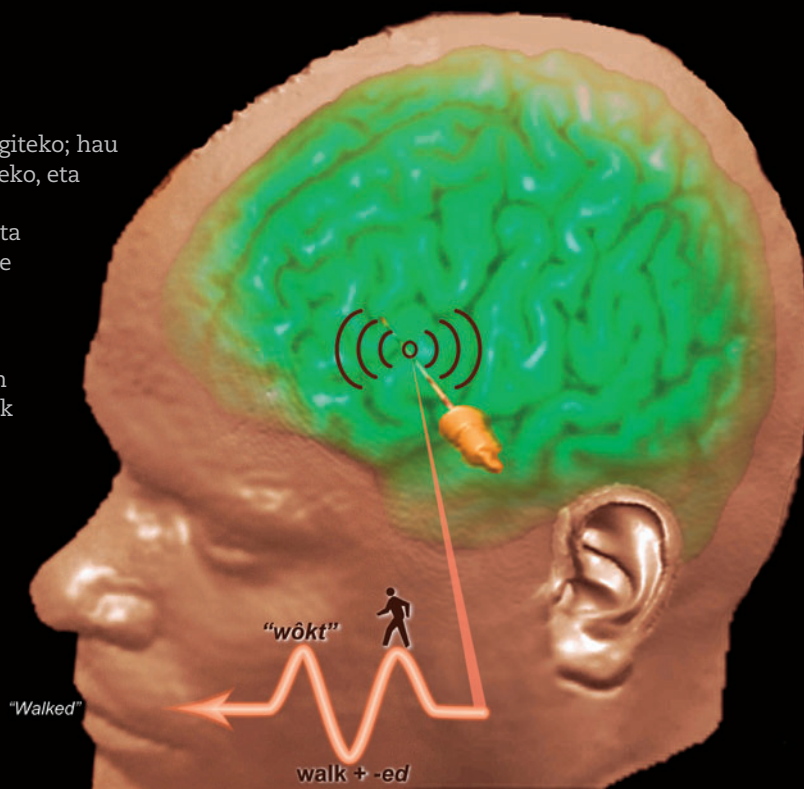
Esperimentu batean, koralekin sinbiosian aritzen diren anemona batzuk jarri zituzten, bai koralek gainean, eta bai koralek islatzen duten adina argi islatzen zuen gainazal zuri batean. Bada, ikusi zuten koralek gainean jarritakoek lau aldiz izpi ultramore gutxiago jaso zutela, eta zazpi aldiz kalte gutxiago jasan zuela haien DNAk, gainazal islatzailean egon zirenenak baino. Azaldu dutenez, exoeskeletoak kaltzio karbonatoa da babes horren eragilea: izpi ultramoreak xurgatzen ditu, eta, ondoren, askoz uhin-luzera handiagoko izpiak igortzen ditu; argi fluoreszentea, alegia. ●

## Burutik ahora 600 milisegundoan

600 milisegundo inguru behar ditu garunak hitz egiteko; hau da, hitzak pentsatzeko, gramatika-arauak erabiltzeko, eta hitzak behar bezala esateko. Hori ikusi dute Herbehereetako Garunaren Donders Institutuko eta Psikolinguistikako Max Plank Institutuko ikertzaile batzuek. Gainera, prozesu horretan garuneko zer alde aktibatzen diren aztertu dute.

Neurologoek ez dute askotan izaten horrelako azterketak egiteko aukera, eta animalia-ereduetan ere ezin dute horrelakorik aztertu, ez baitute hitzik egiten. Hain zuzen, garunaren jarduera neurtzeko aukera izan zuten epilepsia jotako hiru paziente ebakuntza egiteko prestatu zituztenean: elektrodoak sartu zizkieten garunean, mintzamenarekin lotuta dagoen Broca arean, besteak beste.

Bada, aukera paregabe horri probetxua ateratzearren, pazienteei eskatu zieten hitz bat pentsatzeko, aditz bat bazen aditz-denbora aldatzeko, eta gauza bat bazen plural edo singular bihurtzeko, eta esateko. Hiru ekintza horiek, hain zuzen, hizkuntzaren hiru osagai nagusien adibide dira: hitzena, gramatikarena eta fonologiarena. ●

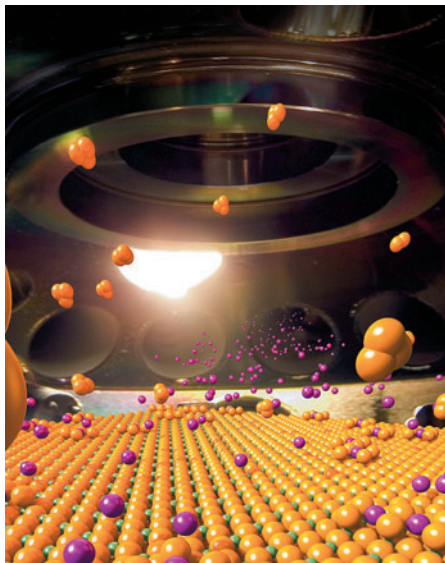


Ingeleseztiko "walk" aditza (ibili) pentsatu, lehenaldian jarri, eta ahoskatzeko prozesua. ARG.: NED T. SAHIN.



## Tenperatura altuko supereroale meheena garatu dute

Film bakar batean tenperatura altuko supereroale meheena garatu dute New Yorkeko Brookhaven laborategiko zenbait fisikariek. Kobre oxido konplexuez eginiko filma da. Eta filma egiteaz gain, ikusi dute haren barruan supereroankortasuna atomo bakarreko planoetan gertatzen dela.



Geruzaz geruza sortzen dituzte kobre oxido konplexuzko film supereroaleak. ARG.: BNL.

Horren funtzionamendua ulertzeko, geruza isolatzaile bat elkartu diote filmari. Sistema horretan, supereroankortasunaren fenomenoak bi geruzak elkar ukitzen duten interfasean gertatzen da.

Bestalde, ikusi dute eroankortasuna galdu egiten dela film osoan zinka gehitzean. Izan ere, zinkak supereroankortasuna eteten du. Baina zinka isolatzailean bakarrik sartuta ere supereroankortasunari eragiten diola ikusi dute. Nahiz eta interfasetik urruti dagoen plano batean sartu, supereroankortasunaren tenperatura 32 K-etik 18 K-era jaisten da. Beraz, supereroankortasuna plano bakar batean gertatzen da, baina inguruak ere eragiten dio. ●

# NORTEKO FERROKARRILLA

Elhuyar Fundazioaren eskutik  
Zientzia  
gertuago



Euskadi Irratian:  
**Astearteetan 21:00etan**

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



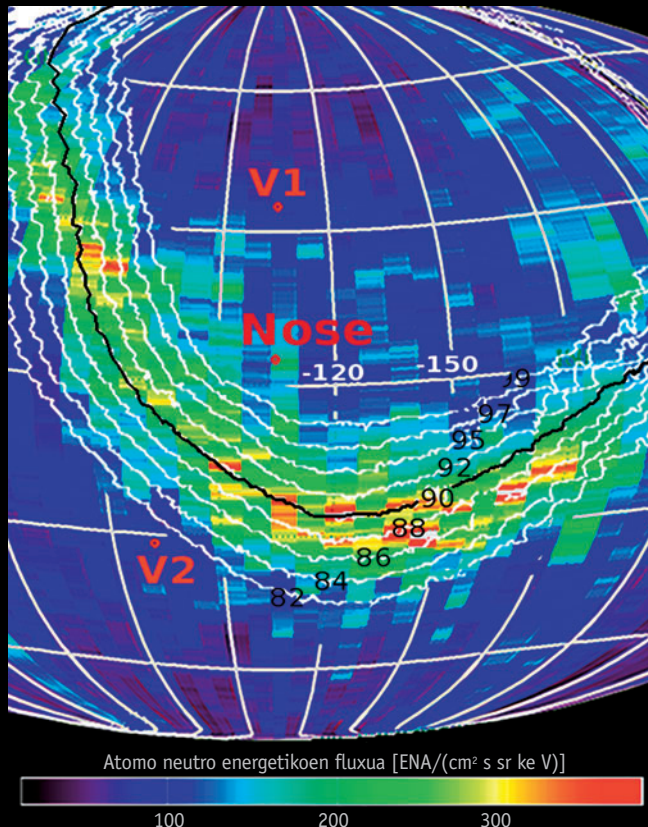
Gamesa



zientziaren  
ELHUYAR  
komunikazioa

## Eguzki-sistemaren ertzean, ezusteko jarduera

IBEX zundak bidalitako datuek heliosfera ezagutzen lagunduko dute



Eguzki-sistemaren ertzean behatutako atomo neutro energetikoen isurketak. Erdiko xingolan gainerako eremuan baino isurketa handiagoak daude. ARG.: SCIENCE-AAAS.

NASAREN IBEX zundak (*Interstellar Boundary Explorer*) heliosferaren inguruko lehenengo datuak bidali ditu, eta dagoeneko ekarri ditu ezustekoak. Adituek gehien nabarmendu duten aurkikuntza izan da heliosferaren ertzean atomo neutro energetikoen isurketa bortitzak detektatu dituela IBEXek, xingola-itxurako eremu batean.

IBEX zundaren ikertzaile nagusiak, David McComas-ek, adierazi duenez, orain arte egindako teorietan eta ereduatan batek ere ez zuen horrelako isurketarik aurreikusi. Azaldu dutenez, badirudi izar arteko espazioko eremu magnetiko batek eragiten duela xingola hori eratzea.

IBEX zundarekin hobeki ezagutu nahi dute heliosfera, hau da, eguzki-sistema izarrarteko izpi kosmikoetatik babesten duen "burbuila" (eguzki-haizearen eraginpean dagoen espazio-eremua). McComasek adierazi du aurkikuntza horrek agerian utzi duela zer gutxi dakigun hari buruz. Izan ere, zer forma duen ere ez dute argi adituek. IBEXen datuak jaso aurretik, uste zuten kometa-itxura zuela, baina datuek iradokitzen dute burbuila oboide baten antz handiagoa duela. ●

## Kepa Altonagak jaso du 2009ko Juan Zelaia saria

Pamiela argitaletxeak urtero ematen duen Juan Zelaia saiakera-saria Kepa Altonaga zoologoak irabazi du. Testu sarituak, "Darwin gurean" saiakerak, Darwinen teoriak Euskal Herrian izan zuen eragina aztertzen du. Oro har, medikuek ondo hartu zuten teoria berria. Elizak, aldiz, kontrako jarrera izan zuen. Hala eta guztiz ere, Altonagaren analisia hori baino askoz zabalagoa da. Besteak beste, Leon Uthurbururen istorioa kontatzen digu, Galapagoetako Floreana uhartea erosi zuen iparraldeko indiano bat. Udaberrian argitaratuko du Pamiela argitaletxeak saritutako saiakera. ●

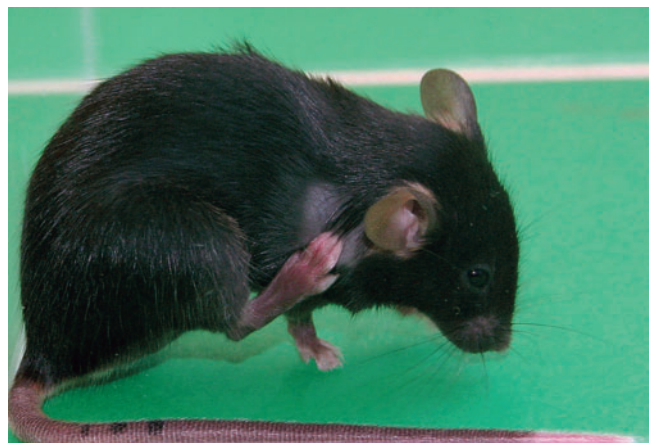
## Azkurak bere neuronak ditu

Azkura sentitzeko ezinbestekoak diren neuronak deskubritu dituzte Washington Unibertsitateko neurozientzialariek. Gainera, minaren neuronekin zerikusirik ez dutela egiaztatu dute.

Berez, erraz bereizten ditugu azkura eta mina, baina zientzialariek ez zekiten nola bereizten dituen nerbio-sistemak. Duela bi urte, azkurarekin lotutako errezeptore batzuk aurkitu zituen ikertzaile-talde berak saguetan (GRPR errezeptoreak, *gastrin-releasing peptide receptor*), baina emaitza ez zen guztiz erabakigarria izan, errezeptore horiek

zituzten neuronek mina ere transmititzen zutela ikusi baitzuten.

Oraingoan, GRPR errezeptoreak dituzten neuronak suntsitzeko bidea topatu dute ikertzaileek. Horri esker, ikusi ahal izan dute neurona horiek gabeko saguek mina besteek bezalaxe sentitzen zutela; ez, ordea, azkura. Beraz, orain dela bi urte susmatutakoa frogatzea lortu dute, eta *Science* aldizkarian eman dute ikerketaren berri. Zientzialari batzuen ustez, baliagarria izan daiteke azkura arintzeaz gain mina sentitzeko gaitasuna kentzen ez duten sendagai berriak egiteko. ●



SCIENCE/AAAS



# Zoo zorro

3-5 urte - PCrako jokoa

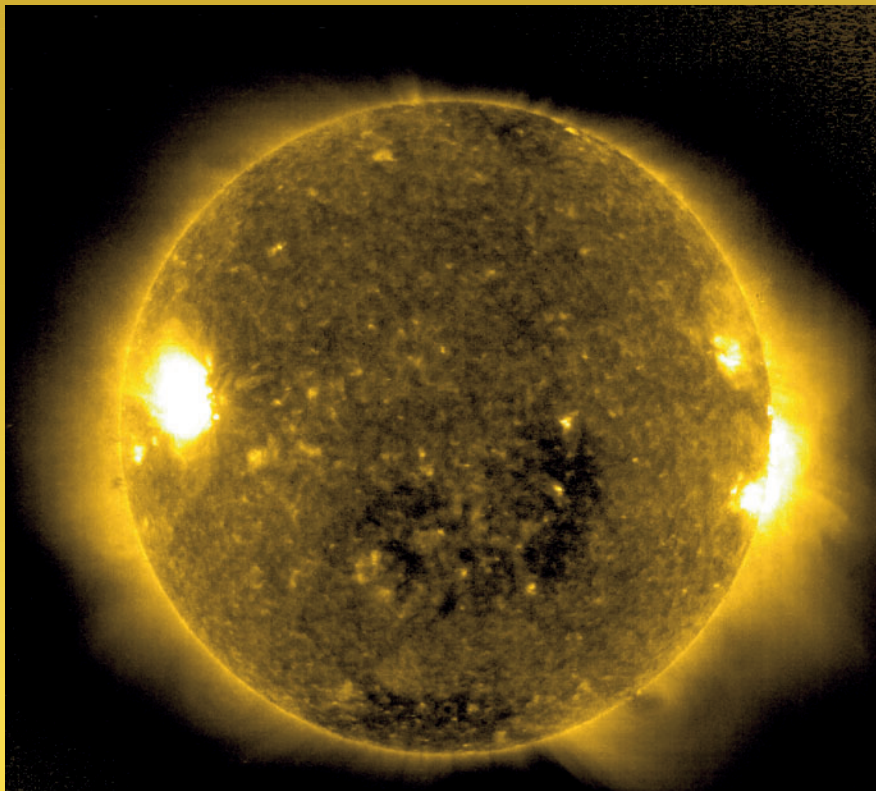
% 5eko  
deskontua  
[www.elhuyar.org/](http://www.elhuyar.org/)  
edizioak



**ELHUYAR**  
edizioak

[www.elhuyar.org/zoozoroa](http://www.elhuyar.org/zoozoroa)  
[www.elhuyar.org/edizioak](http://www.elhuyar.org/edizioak)

## Eguzkia barealdi luze baterantz doa



SOHO

Estatu Batuetako Atmosfera Ikertzeko Zentro Nazionalean (NCAR) egindako ikerketa batean ikusi dute litekeena dela Eguzkia jarduera txikiko epe luze baterantz joatea, azkenekoz XVII. mendean behatu zena bezalako barealdi baterantz.

Ondorio horretara iristeko, Lurreko Van Allen erradiazio-gerrikoari begiratu diote. Izan ere, Van Allen gerrikoa Lurreko eremu magnetikoaren kanpoaldean dago, eta horrek jasotzen ditu Eguzkitik datozen partikula eta energia gehienak. Eguzkiaren jarduera maila altuenean dagoenean, hau da, eguzki-orbanak ugarien diren garaietan, partikula askok jotzen dute Lurraren erradiazio-gerrikoa. Hortaz, Eguzkiak jarduera txikia duenean, espero izatekoa da eragin txikiagoa nabaritzea Van Allen gerrikoan.

Orain, azkeneko 75 urtetako jarduera txikieneko garaian dago eguzki-orbanei dagokienez, eta, hala

ere, jarduera-maila txikiko beste epe batzuetan baino hiru aldiz erradiazio gehiago jasotzen ari da Van Allen. Ikertzaileek ikusi dute ez direla eguzki-orbanak erradiazioa igortzen ari direnak, Eguzkitik aldian-aldian ateratzen diren plasma-zorrotadak baizik. 2008an bereziki handia izan zen Lurrera iritsi zen plasma-kantitatea.

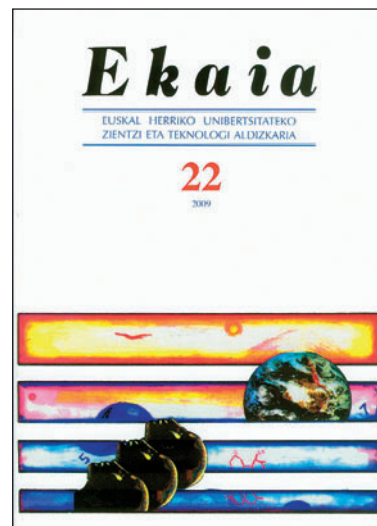
Hortaz, ondorioztatu dute zenbat eta jarduera-maila txikiagoa izan orduan eta zorrotada gehiago igortzen dituela Eguzkiak. Azaldu dutenez, gorenko jarduera-mailan dagoenean, Eguzkiaren eremu magnetikoa indartsu dago, eta eutsi egiten die plasma-zorrotadei. Jarduera txikitzen denean, berriz, eremu magnetikoa ahuldu egiten da, eta errazago ateratzen dira zorrotadak. 2008an plasma asko iritsi izanak adierazten du, ikertzaileen ustez, Eguzkia jarduera bereziki txikiko garai batean dagoela. ●

## Ekaia aldizkariak hogeitau urte bete ditu

EHUk argitaratzen duen *Ekaia* aldizkariak hogeitau urte bete ditu. Urteurrena ospatzeko ekitaldian Jazinto Iturbe jauna omendu zuten, EHUKo lehen euskara-errektoreordea, eta *Ekaia* aldizkariaren sorrera sustatu zuen lehen pertsona. Ekitaldian, horrez gain, *Ekaia* aldizkariaren 22. zenbakia aurkeztu zuten, argitaratu berri duten azken zenbakia.

Dibulgazio-maila jasoa duen euskarazko aldizkaria da, eta, horregatik, ahalegin handia eskatzen du zenbaki bakoitza argitaratzeko. Gaur egun, urtean zenbaki bat argitaratzen dute, gutxi gorabehera, baina ez da beti horrela izan: lehen urteetan bina zenbaki argitaratu bazituzten ere, urte batzuetan ez zen zenbakirik argitaratu.

Azken bi urteetan, Josu Jugo izan da aldizkariaren zuzendaria. Eta, lanpostu horretan egonda, gogoz ikusten du etorkizuna. "Gure aldizkariaren erronka nagusia beti izan da aldizkaria bera sendotzea" dio. "Asko promozionatu behar da, ezaguna izan dadin. Nire ustez, gaur egun ezinbestekoa da Internet erabiltzea jendeak aldizkaria erraz lortu ahal izateko. Horregatik ari da unibertsitateak aldizkari elektronikoak bultzatzen; *Ekaia* ere bide horretatik joango da". ●





# Herri Irratia

## ASKEA PLURALA ELEBIDUNA



|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| <b>Herri Irratia Donostia</b> | <b>1224 am/94.8 fm</b> |
| <b>Herri Irratia Loiola</b>   | <b>99.8 fm</b>         |
| <b>Herri Irratia Eibar</b>    | <b>90.7 fm</b>         |
| <b>Herri Irratia Tolosa</b>   | <b>87.9 fm</b>         |
| <b>Herri Irratia Txingudi</b> | <b>99.9 fm</b>         |
| <b>Herri Irratia Goierri</b>  | <b>105.4 fm</b>        |
| <b>Radio Álava</b>            | <b>98.0 fm</b>         |
| <b>Loyola Media Bilbao</b>    | <b>93.5 fm</b>         |
| <b>Loyola Media Durango</b>   | <b>98.0 fm</b>         |

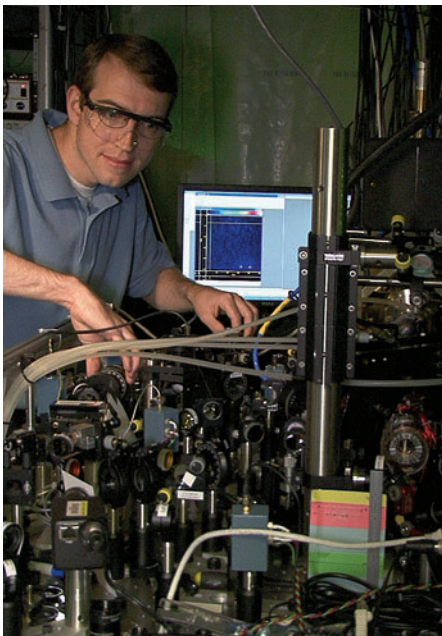
Loyola Media  com

[www.loyolamedia.com](http://www.loyolamedia.com)

 **mag**  
loyola media web magazine

Doako Harpidetza Web Orrian





NIST institutuko David Hanneke ikertzailea, ordenagailu kuantikoarekin. ARG.: J.BURRUS/NIST.

## Lehen ordenagailu kuantikoa

160 eragiketa egin ditzakeen ordenagailu kuantiko programagarri bat osatu dute NIST institutuko ikertzaile batzuek. Duela hilabete batzuk, ordenagailuaren prozesagailua prestatu zuen talde berak, berilio-atomozko bi qubitetan oinarrituta, eta, orain, prozesagailu hori programatzeko behar duten teknologia garatu, eta biak elkartu dituzte, lehen ordenagailu kuantikoa osatzeko.

Ikuspuntu informatikotik, oso oinarritzko tresna egin dute: prozesagailuak oinarritzko 15 eragiketa egin ditzake, eta, haiek konbinatuta, 160 eragiketa konplexu besterik ez du egiten. Baina lehen aldiz egin da hori ordenagailu kuantiko batean. Qubitek bit normalek baino ahalmen handiagoa dute, ez baitute 0 eta 1 balioak hartzeko ahalmena bakarrik; horiez gain, aldi

berean hartu ditzakete 0 eta 1 balioak, eta horrek asko zabaltzen ditu kalkulu-aukerak.

Qubitak egiteko zailtasun handiena horien kontrola izan da. Alde batetik, beriliozko ioi ultrahotzak laser-pultsuen bitartez kontrolatu dituzte fisikariek, eta, bestetik, eremu elektrikoak gehitu behar izan dituzte ioien arteko elkarrekintza eragiteko, hau da, informazioa trukatzeko modu bat izan dezaten.

Teknologia horren bitartez, lehen ordenagailu kuantiko sinplea egin dute, baina oraindik muga handiak ditu funtzionamenduan. Adibidez, NIST institutuko adituek esan dute ordenagailuak ondo funtzionatzen duela denboraren % 79an. Portzentaje hori hobetzea dute hurrengo helburuetako bat. ●

## Sator-arratoi biluziak ez daki zer den minbizia

### Zelulen bikoizketan eragiten duen gene batek minbiziarekiko immune egiten ditu

Sekula ez da tumorerik ikusi sator-arratoi biluzietan (*Heterocephalus glaber*). Rochester Unibertsitateko biologo-talde batek ikusi du *p16* deritzon geneak egiten dituela arratoiok minbiziarekiko immune. Nolabait esateagatik, gene horrek “klastrofobiko” bilakatzen ditu zelulak. Hortaz, zelulak kantitate batetik gora pilatzen hasten direnean, zelulen bikoizketa eten egiten da. Hala, ez dago modurik tumorerik sortzeko. Hain zuzen, etengabe bikoizten diren zelula-multzoak dira tumoreak.

Rochester Unibertsitateko ikertzaileek hiru urte eman dituzte aztertzen askotariko karraskariak eta



ROCHESTER UNIBERTSITATEA

minbizia. Azkenean, atera duten ondorioa da bizi-itxaropen luzea duten karraskari txikiek dutela babes-mekanismo hori. Sator-arratoi biluziak txikiak dira, eta hogeita hamar urte inguruko bizi-itxaropena dute.

Aurkikuntza horrek aukera eman lezake minbiziaren kontra egiteko.

Izan ere, lortuko balitz *p16* genearen jarduera gizakietan imitatzea, sortu aurretik hartu ahal izango litzaioke aurea tumoreari. Baina ikertzaileek adierazi dute goiz dela oraindik horrelako erabileretan pentsatzen hasteko. ●





Bi batera,  
sarea eta papera



.info

aukera ezazu bizi euskaraz





EMMANUEL KELLER

## Mintzatzeko gaitasunaren oinarri genetikoa argitzen

**Gero eta lotura estuagoa aurkitzen ari dira FOXP2 genearen eta mintzatzeko gaitasunaren artean**

FOXP2 geneak desberdin eragiten du gizakietan eta txinpantzeetan, eta litekeena da desberdintasun horietako batzuen eraginez izatea gu mintzatzeko gai eta txinpantzeak ez. Ondorio horretara iritsi dira Kaliforniako Unibertsitateko neurogenetikari batzuk, FOXP2 geneak gizakietan eta txinpantzeetan erregulatzen dituen geneen mapak aztertuta.

2001. urtean ikusi zuten zientzialariek FOXP2 geneak nolabaiteko lotura duela hitz egiteko gaitasunarekin. Gene horretan mutazio jakin batzuk dituzten banakoek ez dute hitz egiteko gaitasunik. Alabaina, ezin da esan mintzamenaren genea denik. FOXP2 geneak transkripzio-faktore bat kodetzen du, eta transkripzio-faktore horrek beste gene batzuen espresioa aktibatzen edo gelditzen du.

Gizakietan eta txinpantzeetan FOXP2 geneak ematen dituen proteinak berdinak dira, bi aminoazidotan izan ezik. Hori oinarri hartuta, adituek ikusi nahi izan dute zer gene aktibatzen eta isiltzen diren kasu batean eta bestean. Horretarako, gizakien garun-zeluletan txertatu zituzten FOXP2 genearen bi bertsioak.

Hala, ikusi dute 116 generi desberdin eragiten dietela txinpantzeen eta gizakien FOXP2 geneek. Adierazi dutenez, gene horietako batzuek lotura nabarmena dute mintzatzeko gaitasunarekin. Adibidez, nabarmendu dute garunaren eta aurpegiaren eraketan parte hartzen duten gene batzuk eta nerbio-sistema zentralaren garapenarekin lotuta dauden batzuk daudela FOXP2 genearen eraginpean. ●

# lanabesa

enpresa informazioa, euskaraz

Hilabetero, gure enpresen,  
erakundeen, industrien eta  
saltokien informazioa,  
gure hizkuntzan

[info@lanabesa.com](mailto:info@lanabesa.com)



## Euskarazko itzulpen automatiko librea hobetzeko bidean

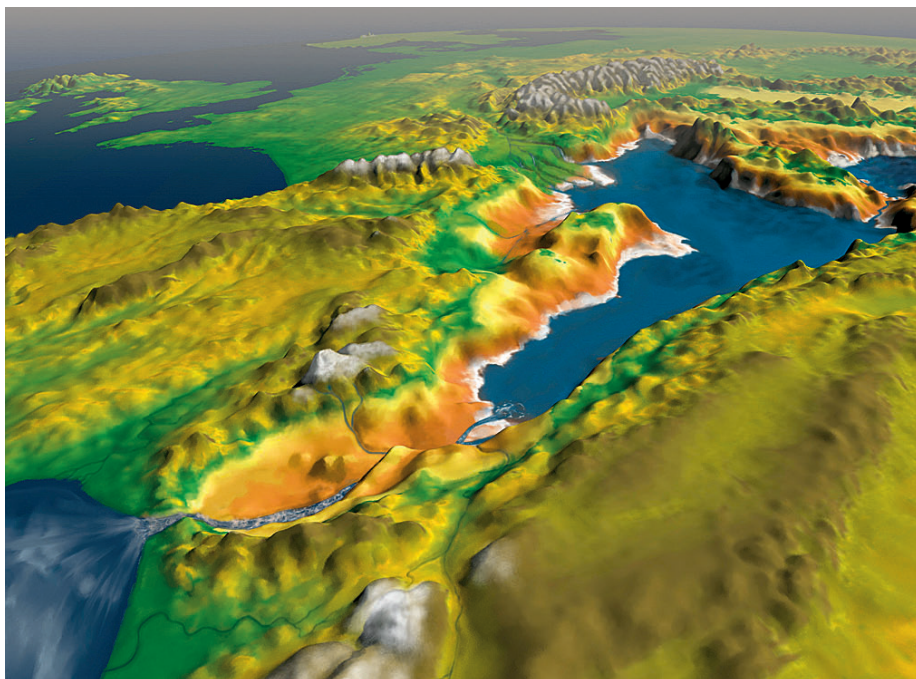
### Matxin itzultzailearen bertsio berria aurkeztu dute

Eleka enpresak, EHUko IXA taldeak eta Elhuyar Fundazioaren I +G taldeak aurkeztu dute Matxin itzultzailearen bertsio berria. Software hori OpenTrad webgunean itzulpen automatikoa egiten duen motor informatikoa da. Bertsio berriak hobekuntza kualitatiboa dakar. "Orain arteko bertsioa gramatika-arauetan oinarritzen zen; bertsio berri honetan, berriz, sistema hori hobetzeaz gain, metodo estatistikoak sartu ditugu" dio Ibon Aizpurua Eleka enpresako informatikariak. ●

## Mediterraneoa bi urte eskasean bete zen urez

Duela 5,6 milioi urte, Mediterraneoa ozeanoetatik isolatu zen, eta ia guztiz lehortu zen, lurruntzearen ondorioz. Hiru mila urte geroago, ordea, Atlantikoak Mediterraneoa urez betetzeko bidea topatu zuen. Uholde izugarri bat izan zen; orain frogatu dutenez, espero baino askoz ere izugarriagoa, bi urte eskasean bihurtu baitzen berriro itsaso Mediterraneoa.

Orain arte zientzialariek uste zuten Gibraltarko itsasartetik ura pixkanaka sartu zela, baina, CSICeko ikertzaileek egin duten ereduaren arabera, une batzuetan Mediterraneoeko itsas maila egunean 10 metro baino gehiago igo zen. Datu sismikoetan eta Gibraltarko itsasartean dauden egitura geologikoetan oinarrituta egin dute eredu hori, eta emaitzak *Nature* aldizkarian argitaratu dituzte. ●



Gibraltarko itsasartearen itxura, duela 5,3 milioi urte. ARG.: ROGER PIBERNAT.

## Aldizkariaren urteko aleen bilduma egiteko azalak



### Eskaerak:

[eskaerak@elhuyar.com](mailto:eskaerak@elhuyar.com)

tel.: +34 943 36 30 40



# Entsegu kliniko bat martxan garuneko tumore bat txerto bidez tratatzeko

Nafarroako Unibertsitate Klinikak entsegu kliniko bat jarri du martxan baloratzeko zer neurritaraino den eraginkorra immunoterapia-tratamendu jakin bat glioblastomak tratatzeko —garuneko tumore erasotzaileenetako eta arruntenetako bat—. Adierazi dutenez, Espainian, gaur egun, haiek bakarrik ari dira horrelako ikerketa bat egiten.

Entseguaren oinarrian dagoen hipotesia da norberaren immunitate-sistema gai dela tumore-zelulak ezagutzeko eta suntsitzeko. Gaitasun hori dauka, hain zuzen, ez direlako berdinak tumore-zelulek kanpoaldean dituzten markatzaileak eta zelula osasuntsuek dituztenak.

Entseguan, neurrira egindako txertoak jarriko dizkiete pazienteei. Hain zuzen, pazienteen euren zelula osasuntsuen eta tumore-zelulen bidez egiten dituzte txertoak. Pazientei tumorea erazuta, eta tumore hori prozesatuta, tumore-zelulen gainazaleko proteinak eskuratzen dituzte espezialistek. Ondoren, proteina horien eraginpean

jartzen dituzte immunitate-sistemako zelula dendritikoak. Hala, zelula dendritikoek tumorearen proteinak antigeno gisa bereganatzen dituzte.

Hori da, oinarrian, txertoa. Pazientei sartzean, odoleko linfzitoek antzeman egingo diete zelula dendritikoek mintzean dituzten tumore-partikulei, eta haien kontrako immunitate-erantzuna sortuko dute antigorputzen bidez.

Hala ere, immunitate-sistemak gaitasun mugatua du tumore-zelulen kontra egiteko, eta, tumorea handia baldin bada, immunitate-sistema ez da gai kontrolatzeko. Beraz, ohiko tratamenduarekin konbinatuko dute terapia berria: lehenik, tumorea kirurgia bidez erazutuko diete, erradioterapia-saioak eta kimioterapia-saioak egingo dituzte, eta ondoren emango diete txertoa. Hala, lortuko dute ahalik eta tumore-kantitate txikiena uztea, immunitate-sistema horren kontra egiteko gai izan dadin. ●



Nafarroako Unibertsitate Klinikako espezialista bat paziente bati glioblastoma erazuten.

ARG.: NAFARROAKO UNIBERTSITATE KLINIKA.

## Bakterioak inurrien nitrogeno-iturri

Hostoetako azukreak ez ezik, proteinak eta gainerako nitrogenodun osagaiak sintetizatzen beharrezko nitrogenoa ere lortzen dute inurri hosto-ebakitzaleek beren gordelekuetan izaten dituzten “mikroorganismo-baratzeetan”. Wisconsin Unibertsitateko biologo-talde batek ikusi du atmosferako nitrogenoa finkatzen duten bi bakterio-genero daudela hostoak inurrientzat jangarri egiten dituzten bakterio- eta onddo-haztegi horietan.



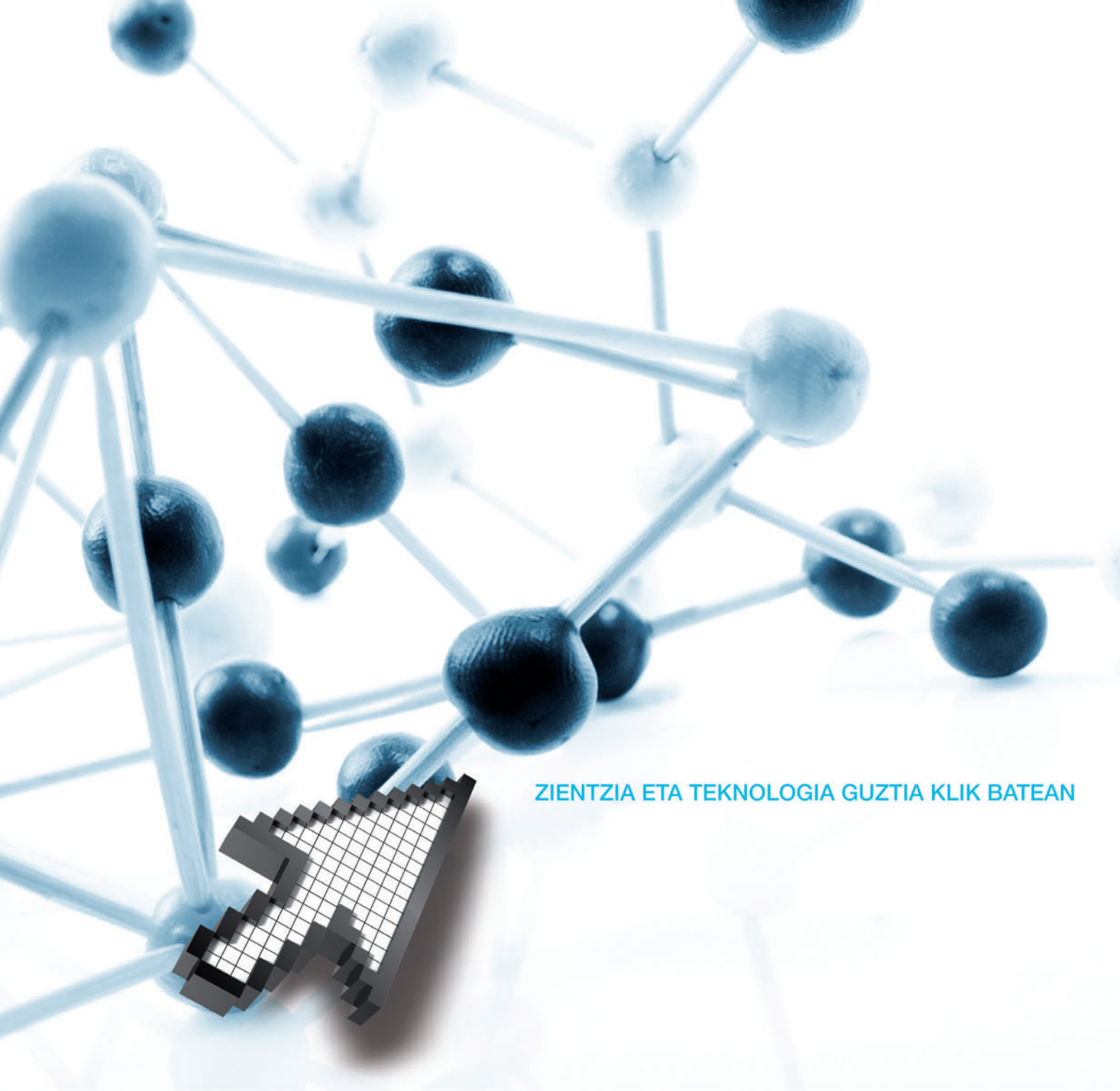
Inurri hosto-ebakitzale honek antibiotikoak ekoizten dituzten bakterio zuriez estalita du gorputza.

ARG.: MICHAEL POULSEN/SCIENCE.

Inurri hosto-ebakitzaleek ez lukete modurik izango ebakitzen dituzten hostoetatik elikatzen, gordelekuetan baratze berezi horiek izango ez balituzte. Hain zuzen, baratze horietako mikroorganismoek, onddoek bereziki, prozesatu egiten dituzte inurriek eramaten dituzten hostoak, eta inurriek digeritzeko moduan uzten dituzte, ore zuri baten itxura emanaz. Bakterioak ere badaude kolonia horietan, eta onddoak eta inurriak babesteko antibiotikoak ekoizten dituzte elikagaien truke.

Hostoak, baina, oso pobreak dira nitrogenotan. Wisconsingo ikertzaileek ikusi dute bakterio nitrogeno-finkatzaileak ere badaudela baratze emankor horietan, eta horiei esker lortzen dutela inurriek ezinbesteko osagai hori. Ikerketan parte hartu duen ikertzaile batek *Science* aldizkariari esan bezala, “benetako digestio-sistemak dira inurritegietako baratze horiek”. ●





## ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIA GUZTIA KLIK BATEAN

Orain, *Elhuyar* aldizkaria bertsio digitalean ere bai.

Urteko harpidetzarekin, doan izango duzu ale digitale-tarako sarbidea. Bestela, eskuratu ale solteak, bakoitza 2,5 euro ordainduta.

Gainera, 2010eko otsaila baino lehen harpidetuz gero, ordenagailu eramangarriarentzako motxila bat jasoko duzu opari.



Hots egin 943 363 040 zenbakira edo sartu <http://www.zientzia.net/elhuyar/orrian>.



zientziaren  
**ELHUYAR**  
komunikazioa





# SUITZAKO MENDIAK

## Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn

ELUR IRAUNKORRAK ETA INORK ZAPALDU GABEAK, 4.000 metrotik gorako tontorrak, glaziarrak eta haranak. Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn eskualdea da Suitzako Alpeetako paisaia txundigarrienetako bat. Berna eta Valais-eko kantoietan kokatua dago.

54.000 hektareako azalera du, eta UNESCOren gizateriaren

ondare naturalen zerrendan dago 2001. urteaz geroztik. Haren edertasuna, fauna eta flora alpinoaren dibertsitatea eta aberastasun geologikoa: arrazoi horiek eraman dute guneko hau zerrenda horretara. Han dago Europako glaziar handiena. Aletsch mendigunean jaiotzen da, eta tontor elurtuen azpitik egiten du bere bidea 23 km-an zehar. 900 metro sakoneko izotz-geruza du.







PATRICK STÄHLER



©ISTOCKPHOTO.COM/TIGRA JR



JO SIMON



Eskualde honen % 95 birjina da; % 5 besterik ez du eraldatu gizakiak. Zatitxo horretan, oinezkoentzako bidexkak, eski-pistak eta teleaulkiak jarri dira. Baita orain dela hamar urte inauguratu zuten zientzia-estazio ikusgarri bat ere: Sphinx behatokia. Eraikin txiki horretan, 3.500 metroko altueran, zientzialariek glaziarren progresioa, klima-aldaketaren ondorioak eta ingurumenaren fisika ikertzen dituzte. Europan ez dago hain altuera handian eraiki den eraikuntzarik.

Neguan, elurak zuriz janzten ditu bailarak, eta, udaberrian, kolore berde distiratsua erakusten dute. Jungfraubhan trena, ordea, lau urtarotetan da paisaiaren parte. Elur-ekaitzik bortitzenak ere ez luke XIX. mendeko ingeniari-tza-obra hori geraraziko.

Eraiki zuten garaiko espirituaren isla da trenbidea. 1896an eraiki zuten, erromantizismoaren eta naturaren gorespenaren gorenaldian. Urte haietan

hasi zen jendea lehenengo aldiz entzuten bidaiariek naturaren mirariei, ur-jauziei eta glaziarrei buruz kontatzen zituzten istorioak. Mendira zihoazen lehenengo turistak agertu ziren Suitzan, eta horrek eskualdearen garapena sustatu zuen. Horrela jaio zen trenbidearen proiektua. Trenak 2.000 metroko altueran hasten du bere ibilbidea, eta 3.500eraino igotzen da, Jungfrauchoch-eko geltokiraino. Europako tren-geltoki garaiena da. ●





- Fundazioa bultzatu nahi baduzu
- Iritziak eta ideiak eman nahi badituzu
- Gure proiektuetan lan egin nahi baduzu
- Elhuyarren ekintza eta ekitaldietara etorri nahi baduzu



Izan  
Elhuyar  
Fundazioko

**BAZKIDE**

[www.elhuyar.org/bazkidetza](http://www.elhuyar.org/bazkidetza)

Elhuyar Fundazioa  
Zelai Haundi kalea, 3  
Osinalde industrialdea  
20170 Usurbil  
Tel (+0034) 943363040  
[maier@elhuyar.com](mailto:maier@elhuyar.com)





**KATE MILLAR:**

Bioetikako ikertzailea

ARGAZKIAK: LUIS JAUREGIALTZO/ARGAZKI PRESS

ANA GALARRAGA Aiestaran  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

“**N**iretzat izugarri  
garrantzitsua da ikerketetan hasieratik  
hartzea aintzat alderdi etikoa”



Animaliekin egiten diren ikerketak,  
zelula amekin egiten direnak,  
azterketa genetikoak eta haiek  
nekazaritzan, abeltzaintzan edo giza  
osasunean dituzten aplikazioak...  
Halako gaien alderdi etikoek eztabaida  
bizia eragin dute azken urteotan; hain  
juxtu, kezka horiei erantzuten  
saiatzzen da Kate Millar ikertzailea.  
Grinatsu baina gozo, eta irribarrea  
galdu gabe, hitz egiten du bere lanaz.

#### **Bioetika Aplikatuaren Zentroko (CAB) zuzendaria zara, Nottingham Unibertsitatean. Zertaz arduratzen da zentroa?**

Axola ez bazaizu, lehenik aurrekariak aipatu nahi nituzke, garrantzitsuak direla uste baitut. Zentroa 1993an hasi zen lanean, eta Britainia Handia lehenengoetakoa izan zen arduratzen nekazaritzako elikagaiez eta halako gaiez. Oso desberdina zen etikaz arduratzen diren beste zentroetatik, haiek giza gaietan jartzen baitzuten arreta.

Nik duela hiru urte hartu nuen zentroaren zuzendaritza, eta gehien bat animalien erabilerarekin lotutako gaietan jarduten dugu: animaliekin egindako esperimentuak, giza kontsumorako abereen hazkuntza, xenotransplanteak... Zientzialariei eta politikariei gai horien alderdi etikoa esploratzen laguntzeko tresnak sortzen ari gara. Hain zuzen, interes berezia dugu gizarte-eragileetan eta politikarietan; gure helburua da marko batzuk ezartzea, arauak egiten dituztenei erabakiak hartzen laguntzeko.

#### **Arlo asko aipatu dituzu. Adibideren bat emango zeniguke?**

Jakina. Adibidez, bioerregaiak aztertzen ditugu, National Biofuel Centre-rekin batera (Britainia Handiko Bioerregaien Zentroa). Lan hori BBSRCk babesten du (The Biotechnology and Biological Sciences Research Council, Bioteknologiako eta Zientzia Biologikoko Ikerketen Batzordea), bost urtez. Ikerketa horiek garrantzi handia dute gaur egun; orain, bigarren belaunaldiko bioerregaiekin ari dira —biomasa erabiliz lortzen direnak—, eta beharrezkoa da ikerketen kalitatea bermatzea. Horretaz arduratzen gara gu. Gainera, Europako hain-

bat talderekin harremana dugu, eta gure zentroan egiten den lana baliagarria da haientzat ere.

Beste adibide bat: txakurrak gaixotasun konplexuen eredu gisa erabiltzen dituzten ikerketa batzuk babesten ditu Europako Batasunak, eta hor ere parte hartzen dugu.

#### **Giza gaixotasunen eredu?**

Hori da. Ikerketa batzuetan, txakurrak hazten dituzte, gizakion gaitzen eredu gisa erabiltzeko: epilepsia, bihotzeko gaixotasunak... Esate baterako, badugu lankide-tza bat Bartzelonan, eta, han, gaixotasun horien ezau-garri genetikoak ikertzen ari dira txakurretan; haietan identifikatzen badituzte gaitz horiekin lotutako ezau-garri genetikoak, gizakietan ere hobeto ulertuko dira gaixotasun konplexu horiek.

Gure lana halako ikerketen alde etikoa aztertzea eta zaintzea da; hau da, txakur horien hazkuntzan erabakiak hartzen laguntzea, ez dezaten jasan ezinbestekoa ez den inolako kalterik.

#### **Laborategiko txakurren ongizateak ez ezik, etxeko txakurrenak ere kezkatzen zaituzte, ezta?**

Bai, gai horrek garrantzi handia baitu Britainia Handian. Izan ere, albaitariak oso kezkatuta daude txakur askok dituztelako bizi-ohitura okerrarekin lotutako gaixotasun larriak. Esate baterako, txakurren % 25 obesoa da. Eta giza populazioan ere datua antzekoa da, % 27 inguru, eta hazten ari da.

Bada, txakurretan ere obesitatea hazten ari dela ikusi dute, eta, hala, albaitaritza-fakultateekin eta soziologoekin elkarlanean, obesitatearekin erlazionatutako faktoreen eragina aztertu genuen, hala nola elikadura, ariketa fisikoa edo espazio irekietan ibiltzeko aukera. Halaber, txakur obesoen eta ez-obesoen jabeak elkarriketatu genituen.

#### **Erlazionatuta dago pertsonen eta txakurren obesitatea?**

Oraindik ez dakigu, baina txakur-jabeen eta txakurren arteko harremana aztertzen ari gara, erlazorik ba ote dagoen jakiteko. Azterketa soziologikoa da, baina arazo etikoa ere badu: jabeak nola ulertzen duen ardura, hala jokatzeko du. Sentitzen duen arduraren arabera elikatzen du, laguntzen dio ariketa fisikoa egiten, edo era bateko edo besteko harremana du albaitariarekin. Eta horrek guztiak txakurraren ongizatean eragiten du. Ikerketaren emaitzak izandakoan, bidaliko dizkizut.

**Eskerrik asko. Bide batez, zuk baduzu txakurrik?**

Ez, ez (barrez). Ezin dut, lanagatik eta... Baina izugarri maite ditut, eta izan nuen bat txikitán, Biffy. Ile luzeko collie baten eta labrador baten arteko mestizo bat zen.

**“Lagungarria da zientzialariek ikerketen hasieran har ditzaten kontuan alderdi etikoak, eta ez ikerketa amaitu ondoren.”**

Dena dela, ikerketara itzulita, niretzat bereziki aipagarria da gure zentroa Bizitza Zientzien Fakultatean egotea, eta ez Gizarte Zientzien. Horrek erraztu egingen du zientzialariek gizarte-gaien arazoen berri izan dezaten, eta soziologoek gertu dituzte zientzialariak eta haien metodologia. Horrez gain, lagungarria da zientzialariek ikerketen hasieran har ditzaten kontuan alderdi etikoak, eta ez ikerketa amaitu ondoren. Eta, nire ustez, hori izugarri garrantzitsua da.

**Atentzio berezia eman dit proiektu batek: The Ethical Matrix, Matrise Etikoa.**

Bikain, gogoko dut horretaz hitz egitea. Guk garatutako marko etiko bat da, politikariei eta zientzialariei erabakiak hartzen laguntzeko. Adibidez, pentsa ikertzaile bat zarela eta animalia transgeniko bat sortzeko asmoa duzula, animalia horren esnean proteina sendagarri bat ekoizteko. Bada, Ethical Matrix diseinatuta dago ikerketa horren auzi etikoak esploratzen laguntzeko (animaliaren ongizatea, justiziarekin zerikusia duten alderdiak...), ikerketaren ondorioak jasaten dituzten talde guztiak kontuan hartzeko, eta, azkenean, erabakiak hartzen laguntzeko.

Nolabait esateko, matrizea auzi etiko guztien mapa bat da. Berez, gure zentroan sortu zuten, bertako ikertzaileentzat. Baina historia luzea du, eta hobetzen eta garatzen joan da; eta orain baliagarria da, ikertzaileentzat ez ezik, baita beste arlo askotako pertsonentzat ere.

Maila sinpleenean, egiaztapen-zerrenda baten antzekoa da. Baina maila sofistikatuago batean ere erabil daiteke, arrisku zehatzak bilatzeko, edo araudiak sortzeko. Esaterako, Britainia Handiko Ikerketa Batzordeak erabiltzen ari dira, eta nazioarteko erakundeek ere erabiltzen dute: FAOk akuikulturarekin lotutako arazo etikoak es-

## **“Eursafaren kongresuan, eztabaida pizten duten gaiez jardungo dugu”**

Kate Millar Eursafe elkartearen zuzendaritza-taldeko kide da. Elkaratearen aurtengo kongresua Bilbon izango da, irailean, eta antolatzaileekin biltzeko etorri da Bilbora (Zuzenbidea eta Giza Genoma katedrako Leire Escajedo eta Aitziber Emaldi, hain zuzen).

### **Eursafaren IX. kongresua dela eta etorri zara Bilbora. Zer da Eursafe?**

Berez, nekazaritzaren eta elikagaien etikari buruzko Europako elkartea da Eursafe. Ikertzaileak ez ezik, elikagai-ekoizpenaren eta nekazaritzaren alde etikoarekin zerikusia izan dezaketen banakoak eta taldeak biltzeko sortu zen, hala nola ekoizleak, politikariak, gobernu kanpoko erakundeak... Hortaz, oso elkarre plurala da, ikuspuntu erabat desberdinak dituzten pertsonak biltzen baititu.

Elkaratearen asmoa da haien guztien elkargunea izatea, eta, gainera, hezkuntzari ere garrantzi handia ematen diogu, zehazki, biozientzietan etika lantzeari.

### **Helburu horrekin, kongresuak antolatzen dituzue. Ekimen gehiago badituzue?**

Bai, aldezkarri bat argitaratzen dugu, eta Interneten jartzen dugu ([www.eursafe.org](http://www.eursafe.org)), nahi duenak eskuratu dezan.



Eursafaren aurtengo kongresuaren antolatzaileak, iazkoarekin batera. Ezkerretik eskuinera, Aitziber Emaldi, Leire Escajedo, Matthias Kaiser, Franck Meijboom eta Kate Millar.

Nolanahi ere, kongresuek pisu handia dute. Elkarreak hamar urte ditu, eta hurrengo hamar urteetako lehen kongresua izango da Bilbokoa. Gizartearen interesa eta eztabaida pizten dituzten gaiez jardungo dugu: transgenikoak, nekazaritza ekologikoa, elikagaien segurtasuna, jasangarritasuna, bioerregaiak, animalien ongizatea, aniztasun biologikoa, herrialde inportatzaile eta esportatzaileak...

... [www.eursafe2010.es](http://www.eursafe2010.es) webgunean dago informazio guztia.

Gai horiek eztabaidatzeko une aproposa dela iruditzen zait; dena aldatzen ari da —jarduerak, ingurumena, legeak—, eta, beraz, garai ezin hobea da aurrera begira jarduteko. Halaber, Bilboko taldearen ekarpena benetan garrantzitsua delakoan nago.



ploratzeko erabili du, baita Norvegiako Komite Etikoak ere, Norvegiako arrantza-industriarekin batera.

Edozeinek erabil dezake. Demagun politikari batek eztabaida bat antolatu behar duela nanoteknologiaren aplikazioek izan ditzaketan onura eta arriskuei buruz. Matrisea oso baliagarria izango zaio eztabaida egitura-tzeko, interes desberdina duten taldeek (ikertzaileak, industria, osasunean adituak, legegileak, kontsumitzaileak) topo egin dezaten, eta kontu horietaz modu interaktiboan eztabaidatzeko aukera izan dezaten.

**“The Ethical Matrix maila sofistikatuago batean ere erabil daiteke, arrisku zehatzak bilatzeko, edo araudiak sortzeko.”**

**Eztabaidaz ari garela, Britainia Handian, animaliekin esperimentuak egiten dituzten ikertzaileek arazoak dituzte animalien eskubideen aldeko muturreko taldeekin. Zer iritzi duzu horri buruz?**

Auzi hori aspalditik dator, eta oraindik puri-purian dago Britainia Handian. Hain zuzen, duela bost urte, Tony Blairren gobernuak dokumentu bat argitaratu zuen, legearen barruan animaliak erabiltzen dituzten ikertzaileak estremistetatik babesteko, “Animal welfare-Human Rights: protecting people from animal rights extremists”.

Kontu gordina da, ekintzaile batzuek legea hausten dutelako. Nire ustez, beharrezkoa da zientzialariak babestea legez kanpoko ekintzak egiten dituzten pertsonetatik. Eta ez bakarrik zientzialariak, baizik hiritar guztiak. Egia esan, ezin dizut daturik eman, baina iruditzen zait pertsonak babesteko lege hori atera zenetik eraso gutxiago egon direla.

Etikaren aldetik ikuspuntu oso desberdina duten taldeak elkartzea da gure egitekoa, eta, hain juxtu, nire lankide batek, Pru Hobson-West doktoreak, lan soziologiko oso interesgarri bat egin du honi buruz. Animaliekin ikertzen duten zientzialariak elkarriketatu ditu, eta baita muturreko ekintzaileak ere. Horri esker, hobeto uler dezakegu zein diren gaiaren auzi etikoak eta zergatik sortzen diren muturreko jarrerak.

Edozein modutara, gaia zabalean hartuta (laborategiko animaliak, konpainiakoak, giza kontsumorako abereak...), animalien ongizateari buruzko debateak bide luzea egin du Britainia Handian, eta gaur egun ere, araudi hobeak ditugun arren, gai hori lantzen jarraitzen dugu. ●



# GALILEOTARRAK

OIHANE LAKAR IRAIZOZ  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

## laurehun urte pasatuta ere

Prismatiko arrunt batzuk hartuta ikus daitezke Jupiter eta haren inguruan dabilzan lau satellite handienak. Izan ere, ez zen prismatiko arrunt bat baino askoz gehiago Galileok erabili zuen tramankulua 1610ean deskubritu zitue-nean. Lehen une hartatik hasita izan dira oso baliagarriak gizakiarentzat: unibertsoaren egitura eta funtzionamendua ulertzen lagundu dute, eta argiaren abiadura zehazten, besteak beste.

“Gizakiak ezagutu zuen lehenengo sistema independentea izan zen”, nabarmendu du Santiago Pérez-Hoyos EHUko astrofisikariak. Hau da, lehenengo aldiz ikusi zen badaudela Lurrarekiko independente mugitzen diren gorputzak. Eta erabilerara asko eman zizkioten sistema horri, baita astronomiatik kanpo ere. Adibidez, XVII. mendeko itsasgizonek satellite horiei begiratuta jakiten zuten Lurreko zein longitudetan zeuden. “Galileok berak asmatutako sistema bat erabili zuten horretarako”, gaineratu du Pérez-Hoyosek.

Handi samarrak direnez, Lurretik bertatik azterketa asko egin dituzte satellite horiei buruz, eta oraindik ere egiten dituzte. Baina satellite galileotarrek egindako ekarpenak izugarri handitu ziren espazio-agentziek haraino zundak bidali zituztenean. “Lehenengo zundek, *Pioneer 10* eta *11k*, eta, bereziki, *Voyager 1* eta *2k*, eragin zuten eguzki-sistemari buruz genuen ezagutza goitik behera aldatzea”, dio Pérez-Hoyosek.

Adibidez, *Voyager* zundek agerian utzi zuten Ion sumendiak daudela, eta izugarrizko jarduera geologikoa duela. Oso sumendi bortitzak daude Ion, eta Everest baino altuagoak diren mendiak ere bai. Hori guztia Lurraren laurden bat den satellitean.

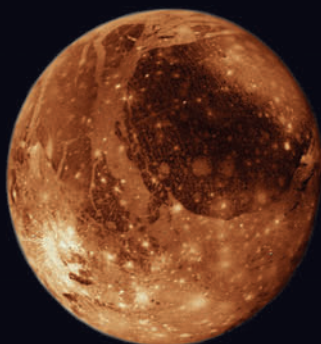
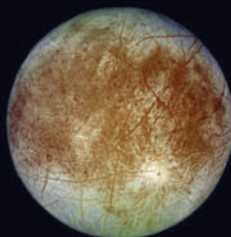
Horrelako satellite txikiek hain jarduera geologiko handia izateak ez zuen bat egiten aurrez zeuden usteekin. “Betidanik pentsatu dugu espazioko edozein gorputzek ezin zuela jarduera geologikoa izan. Uste genuen masa eta tamaina jakin bat izan behar zutela beren barneko energia nahikoa handia izan zedin jarduera eragiteko” dio Jesús Martínez-Fríasek, CSIC-INTAren Astrobiologia Zentroko planeta-geologoak. Alabaina, satellite galileotarrek erakutsi diete ez duela zertan horrela izan, eta io bezalako gorputz txikiek jarduera bolkanikoa izan dezaketela baldin eta beharrezko energia kanpotik jasotzen badute.

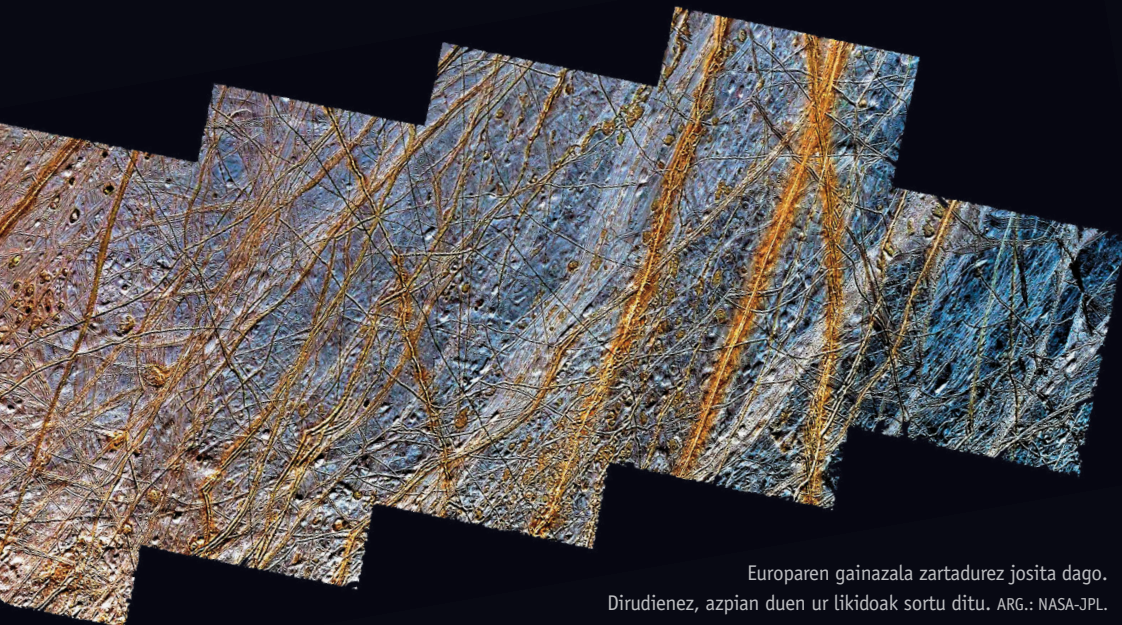
Ioko jarduera geologiko handiaren adierazle dira han ateratako argazki hauek; erupzioan ari den sumendi bat ikus daiteke. ARG.: NASA-JPL.



# GORENEAN

Efemeride gisa gogora ekartzea  
nahikoa arrazoi izan liteke  
satelite galileotarrei buruz  
idazteko. Izan ere, orain dela  
laurehun urte, urtarrilaren 7an,  
Galileok lehenengo aldiz ikusi  
zituen Io, Europa, Ganimedes  
eta Kalisto. Alabaina, hori baino  
gehiago dira lau satellite horiek,  
eta gaur egun ere aztergai dira  
punta-puntako hainbat  
ikerketatan.





Europaren gainazala zartadurez josita dago. Dirudienez, azpian duen ur likidoak sortu ditu. ARG.: NASA-JPL.

Kasu horretan, kanpoko energia-iturria Jupiter bera da, hein handi batean. Duen masa handiak izugarriko marea-indarra eragiten du Ion. Horren eraginez, Io pixka bat deformatzen da Jupiterren inguruan biraka joan ahala. Deformatzean, Ioren osagaiak, arroak eta izotz-zatiak, elkarren kontra igurtzen dira; igurtzaldietan beroa sortzen da, eta bero horrek eragiten ditu sumendiak.

**Europan sumendiak egon badaude, baina sumendietatik ateratzen den magma ez da hemengoa bezalakoa, silikatozkoa, baizik eta izotzezkoa.**

Jupiterrez gainera, dena den, badaude beste faktore batzuk marea-indarra handitzen dutenak. Horietako bat da Io, Europak eta Ganimedesek eratzen duten grabitate-sistema berezia. Ez dira edonola biratzen, eta denek denei eragiten diete. Esaten da erresonantzian daudela, 1:2:4 deritzon erresonantzian, alegia. Horrek esan nahi du Ganimedesek, hiru horien artean Jupiterretik urrunen dagoenak, bira bat emateko behar duen denbora-tartean Europak bi bira ematen dituela eta Io, hurbilen dagoen sateliteak, lau bira ematen dituela.

## EUROPA, BIZI-ZANTZUAK IZATEKO HAUTAGAIA

Marea-indar handiak ez dio Iori bakarrik eragiten; Europan ere somatzen da haien eragina. Europaren gainazala distiratsua eta oso laua da; horrek iradokitzen du, eta egindako neurketek ere adierazten dute, ia izotza besterik ez duela gainazalean. “Dena den, litekeena da hango izotzak inongo zerikusirik ez izatea Lurrean dugunarekin”, adierazi du Martínez-Frías. Europan, tenperatura  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$  da ekuatorean, eta  $-210\text{ }^{\circ}\text{C}$  poloetan. Kondizio horietan, granitoa bezain gogorra da izotza, eta izotzarekin lotuta geologia konplexua dago Europan: “Azken batean, izotza beste mineral bat da, eta, kondizio horietan, kriomagmatismo deritzon jarduera bolkanikoa eragiten du: sumendiak egon badaude, baina sumendietatik ateratzen den magma ez da hemengoa bezalakoa, silikatozkoa, baizik eta izotzezkoa”, dio.

Izotzezko gainazal horren azpian ere izotzarekin lotutako osagaiak daudela iradokitzen dute Europan egindako behaketek. Ion gertatzen den bezala Europa ere marea-indarraren eraginpean dagoenez, adituek uste dute oso litekeena dela ur likidozko ozeano handi bat egotea Europan, elkarren kontra igurtztean urtu direlako, nonbait. Ideia hori indartzen dute Europaren gainazalean ikus daitezkeen zartadurek: “Oso interesgarriak dira, adierazten baitute sateliteak jarduera geodinamikoa duela” argitu du Martínez-Frías. Gainera, haraino hurbildutako zundek espektrometro bidez detektatu dute Europan gatzak ere badaudela. “Leku jakin batean ura,



**Santiago Pérez-Hoyos (Bilbo, 1977)**

Planeten meteorologian espezializatutako astrofisikari hau 2001. urtetik da EHUKO Zientzia Planetarioen Taldeko kidea. Hogeitabat artikulu argitaratu ditu hainbat aldizkari espezializatutan, eta, besteak beste, bi azal eskaini zizkion taldeari *Nature* aldizkariak 2003an eta 2008an Jupiterko eta Saturnoko atmosferen buruz idatzitako lanengatik. Hain zuzen, Artizarrekin batera, Jupiter eta Saturno dira Zientzia Planetarioen Taldearen ikerketagai nagusiak, atmosfera masiboak aztertzen baititu. NASA, ESA eta JAXA prestatzen ari diren EJSM/Laplace misioan parte hartuko du Zientzia Planetarioen Taldeak, Jupiter behatzeko helburua ere bai baitauka misioak.

ARG.: OIHANE LAKAR.





**Jesús Martínez-Frías**  
(Madril, 1960)

CSIC-INTAren Astrobiologia Zentroko planeta-geologoa. Egileen artean bera duten sei liburu eta 170 zientzia-artikulu daude argitaratuta, hasi eragin handiko zientzia-aldezkarieratik eta zientzia-dibulgazioko aldezkarieraraino. Espainian meteoritoak eta planeten geologia aztertzen dituzten zientzialari gutxietako bat da. Bere ikerketa-taldeak, besteak beste, Lurretik kanpoko planetetara egiten diren misioetan parte hartzen du. Hain zuzen, NASA, ESA eta JAXA prestatzen ari diren EJSM/Laplace misioan sartuta dago. Misio horretan aukera izango du Europa ikertzeko.

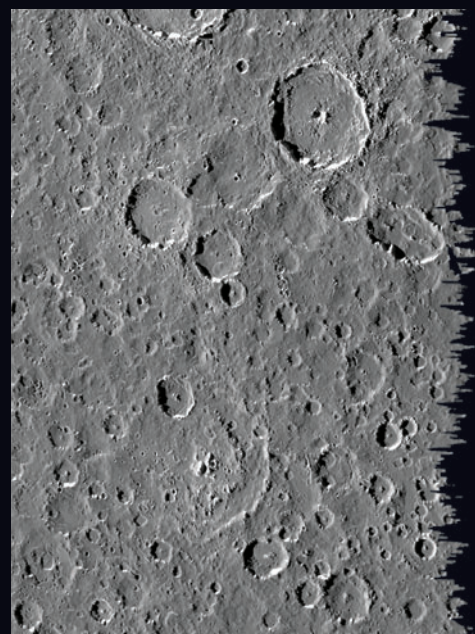
ARG.: JESÚS MARTÍNEZ

gatzak eta jarduera geodinamikoa egoteak pentsarazten digu litekeena dela nolabaiteko bizia egotea Europan” zehaztu du.

*Leku jakin batean ura, gatzak eta jarduera geodinamikoa egoteak pentsarazten digu litekeena dela nolabaiteko bizia egotea.*

### **GANIMEDES ETA KALISTO, BESTEEN ITZALEAN**

Batak oso jarduera handia duelako, ikusgarria delako, eta bestea bizidunak izateko hautagai sendoa delako, azkenean Iok eta Europak bereganatzen dute adituaren arreta osoa. Hala, bada, Ganimedes eta Kalisto alde batera gelditu dira, nahiz eta haiek izan satelite galileotar handienak. “Lau senideko familia horretan, bik izugarrizko protagonismoa dute; horrek ez du esan nahi besteak interesgarriak ez direnik, baina ez da arreta nahikorik jartzen haietan”, arrazoitu du Martínez-Fríasek.



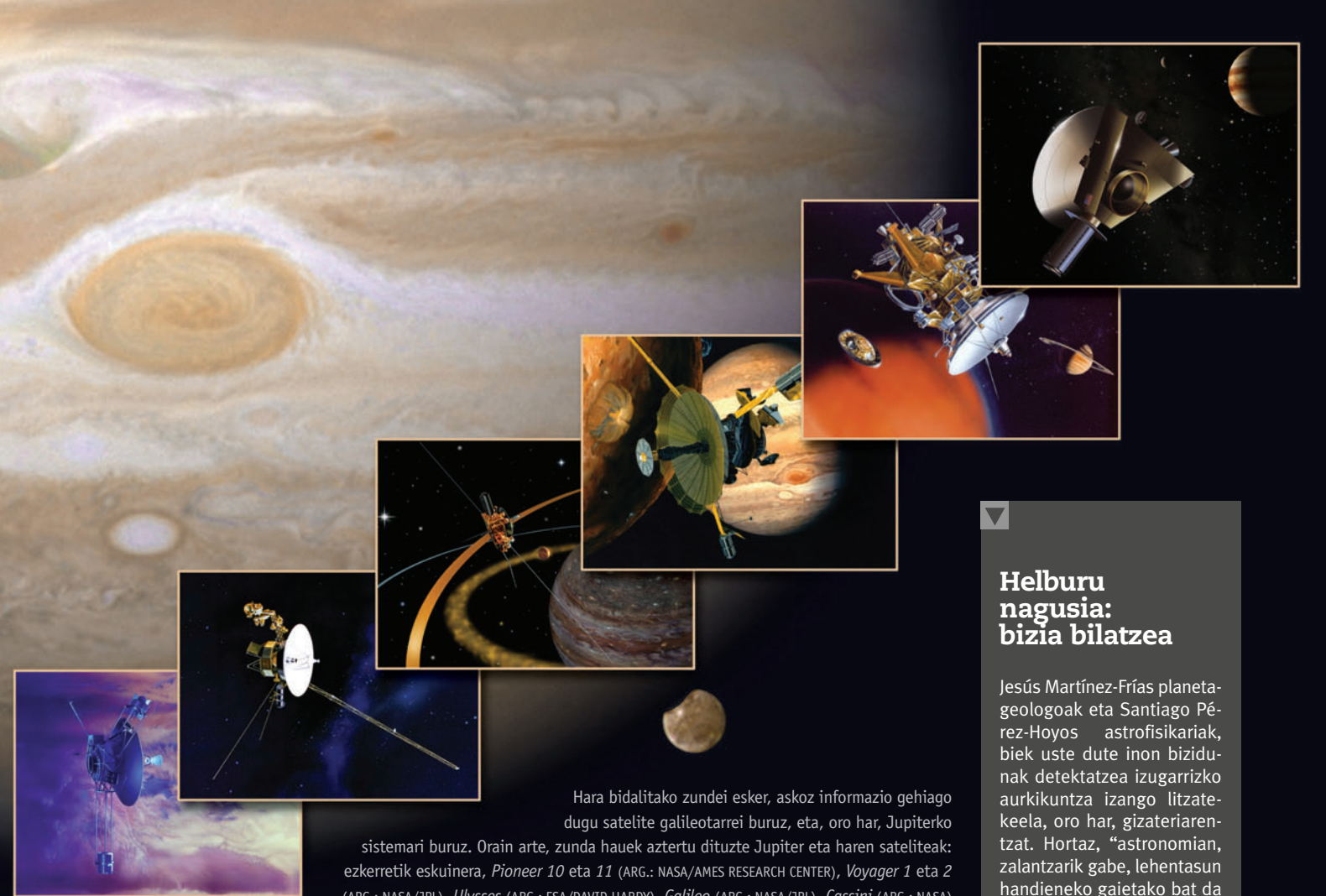
Kalisto kraterrez betea dago. Horrek adierazten du haren jarduera geologikoa oso txikia dela, halakorik izango balu. ARG.: NASA-JPL-CALTECH.

“Eta litekeena da Ganimedesek ezustekoren bat ematea”, gaineratu du. Izan ere, litekeena da Ganimedesek ere ur likidozko itsaso bat izatea azalaren azpian. Baina ez dago hain argi, Ganimedesko ereduak ez baitaude Europakoak bezain landuta. Dirudienez, dena den, Europan baino sakonera handiagoan egongo litzateke. Horretaz gainera, bere eremu magnetikoa duen satelite bakarra da galileotarren artean, ehundura edo egitura desberdineko materialak ageri ditu gainazalean, beste biekin batera erresonantzian orbitatzen du eta abar. Hau da, lehentasunak ezartzeko orduan galtzaile atera bada ere, Ganimedesen egon badago zer aztertu, zailantzarik gabe.

Berezitasunak izanda ere Ganimedesek ez baditu bereganantz erakarri ikertzaileak, pentsa non dagoen Kalisto lehentasun-zerrenda horretan. Kalisto kraterrez josia dago; oso gainazal zaharra duela adierazten du horrek. Beraz, jarduera geologikoa izango balu ere, jarduera hori ez litzateke nahikoa handia izango gainazala birmoldatzeko. Gainera, ez dago besteekin erresonantzian, eta, ur likidua izatekotan, Ganimedeskoa baino barrurago egongo litzateke.



Ganimedesen bi ehunduratako materialak ikus daitezke. Adituek, ordea, ez dakite zerk eragin duen hori, Ganimedes aztertzea ez baita lehentasuna. ARG.: NASA-JPL.



## Helburu nagusia: bizia bilatzea

Jesús Martínez-Frías planeta-geologoak eta Santiago Pérez-Hoyos astrofisikariak, biek uste dute inon bizidunak detektatzea izugarrizko aurkikuntza izango litzatekeela, oro har, gizateriarentzat. Hortaz, “astronomian, zalantzarik gabe, lehentasun handieneko gaitako bat da bizidunak bilatzea, eta gobernuetan ere bada” dio Pérez-Hoyosek. “Astronomian ikerketa-alor asko daude, eta aditu bakoitzak bereari ematen dio garrantzia, jakina. Nire ez da exobiologia, baina, hala ere, ikusten dut oso-oso garrantzitsua dela espazio-agentzia guztientzat inon egon daitezkeen bizidunak detektatzea, karakterizatzea eta ikertzea”.

Martínez-Fríasen astrobiologia-zentroan egiten du lan, eta garrantzia bizidunak bilatzea baino harago doala dio: “Astrobiologoentzat oso garrantzitsua izango litzateke bizidunak aurkitzea, baina ez aurkitze hutsagatik. Guk, geologok, alderatu ditzakegu Ilargiko basaltoak Martekoekin edo Lurrekoekin; fisikariek ere alderatu ditzakete leku batzuetako eta besteetako prozesu fisikoak. Baina biologoek ezin dute horrelakorik egin, ez baitute zerekin alderatu ezagutzen duten bizi-eredu bakarra.”

Hara bidalitako zundei esker, askoz informazio gehiago dugu satelite galileotarrei buruz, eta, oro har, Jupiterko sistemari buruz. Orain arte, zunda hauek aztertu dituzte Jupiter eta haren sateliteak: ezkerretik eskuinera, *Pioneer 10* eta *11* (ARG.: NASA/AMES RESEARCH CENTER), *Voyager 1* eta *2* (ARG.: NASA/JPL), *Ulysses* (ARG.: ESA/DAVID HARDY), *Galileo* (ARG.: NASA/JPL), *Cassini* (ARG.: NASA) eta *New Horizons* (ARG.: DAN DURDA/KEN MASCATI); ATZEKO ARGAZKIA: Jupiter eta Ganimeses (ARG.: NASA, ESA, ETA E. KARKOSCHKA, ARIZONAKO UNIBERTSITATEA).

## ETORKIZUNEAN, EUROPARA BURU-BELARRI

Io eta Europa artean, bigarrena da, zalantzarik gabe, zientzialarien kuttuna. Eta datozen urteetan ere badirudi hala izaten jarraituko duela. Izan ere, ez dirudi zientzialariek aukera galdu nahi dutenik jakiteko Europan bizidunik dagoen, egon den, edo inoiz egoteko kondizioak ote dituen.

Horrenbestez, Estatu Batuetako NASA, Europako ESA eta Japoniako JAXA elkarlanean ari dira, bereziki Europa eta Jupiter aztertuko dituen EJSM/Laplace misioa aurrera aterakin. “Misioa onartzeko azkeneko faseetan daude, eta indar handia egiten ari dira horren alde agentziak” azaldu du Pérez-Hoyos astrofisikariak.

Misio horretan, Europaren askoz xehetasun gehiago ezagutuko dituzte. Oraindik izango dute, hala ere, gainditu beharreko erronka bat:

Europak ustez duen ozeano horretara iristea; alegia, Europaren barrura sartzea. Baina helburu hori oso urruti dago oraindik.

**Azkeneko laurhun urteetan ez dute gaurkotasuna galdu satelite galileotarrak, eta badirudi dezente urtean izango ditugula hizpide.**

Ikus daitekeenez, dezente urtean izango ditugu hizpide satelite galileotarrak. Azkeneko laurhun urteetan ez dute gaurkotasuna galdu, gauza bategatik izan ez bada, bestearengatik. Eta etorkizun handia izango dutela ere aurreikus daiteke, adituei erreparatuz gero. Ea noraino eramaten gaituzten datozen laurhun urteetan...! ●



# Uhin ELEKTROMAGNETIKOAK

## irudipenen eta frogen artean

ANA GALARRAGA Aiestaran  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Beldurrak airean



34

Azkeneko  
emaitzen zain



37

Eztabaidak teilatuetan  
jarraitzen du



41





©ISTOCKPHOTO.COM/ÄRNI TORFASON

# BELDURRAK AIREAN

HARIRIK GABEKO KOMUNIKAZIO-TEKNOLOGIEK OSASUNEAN  
IZAN DITZAKETEN ONDORIOEK KEZKA SORTZEN DIETE HAINBATI

**I**kasturte honen hasieran, haurren osasuna aintzat hartuta, eskoletan WiFia edo kable-rik gabeko Internet sarea kentzeko eskatu zuen plataforma batek. Hainbat herritako antenen aurkako taldeek, Bilbo inguruko auzo-elkarte batzuek, bi talde ekologistak eta ACACEM eremu elektromagnetikoen kaltetuen elkarteak osatzen dute plataforma, eta zuhurtzia-printzipioan oinarritzen dira eskaera egiteko.

WiFiak ez ezik, telefono mugikorrei estaldura ematen dieten antenek ere kezka sortzen diete talde horiei, eta baita beste hainbat herritarri ere. Kasuren batean, kezka epaitegiataraino ere iritsi da; adibidez, 2001ean, Bilboko 1. instantziako 2. bulegoak antena bat kentzeko agindu zuen, hiperaktibitate-sindromea zuen zazpi urteko neska bati kalte egin ziezaiokeelakoan.



Adibide horiek agerian jartzen dute komunikazioaren gizartea omen den honetan pertsona batzuk kezkatuta —eta beldurtuta— daudela komunikazioa errazten duten teknologia batzuekin. Bereziki, telefono mugikorrek eta haien antenek igortzen dituzten uhin elektromagnetikoek osasunean izan dezaketen eraginak kezkatzen ditu; hala, gero eta pertsona eta elkarte gehiagok eskatzen dute antenarik ez jartzeko bizi diren inguruan.

Edonola ere, mugikorraren antenak izugarri ugartu dira azken urteetan; esaterako, Espainiako Industria Ministerioaren arabera, Donostian 106 antena zeuden 2007an; iaz, berriz, 271. WiFia ere asko hedatu da, etxeetan ez ezik, baita leku publikoetan ere; Bilbon, adibidez, Internetera WiFi bidez sartzeko aukera jarri du udalak auzo guztietan (39 puntutan, zehazki).

*Haurren osasuna aintzat hartuta, eskoletan WiFia kentzeko eskatu zuen plataforma batek*

## JAKIN-MINA ETA JAKITUNAK

Orain, Donostian mugikorraren antenak non eta nola jarri arautuko duen ordenantza prestatzen ari dira. Hiritarrei informazioa emateko eta haien zalantzak argitzeko asmoz, bi hitzaldi antolatu zituen udalak, Cristina Enea Fundazioarekin batera. “Kutsadura elektromagnetikoak” (sic) osasunean duen eraginari buruzkoa zen lehena, eta, bestea, legediaren gainekoa.

Gaiak pizten duen interesaren adierazle izan zen lehenengo hitzaldira joan zen entzule-kopurua, udaleko udalbatza-aretoa bete egin baitzen. Hitzaldia hasi aurretik jendeak egiten zituen komentarioen arabera, batez ere hizlarietako bati entzutera joan ziren, Bardasano doktoreari.

José Luis Bardasano Alcalá de Henares Unibertsitateko katedraduna da, eta Europako Bioelektromagnetismoaren eta Osasun Zientzien Federazioaren lehendakaria. Europako omen den federazio horren web gunean ikus daitekeenez, hiru elkarte osatzen dute federazioa, hirurak espainiarrak, eta bat bera ere ez oso ezaguna edo izen handikoa.

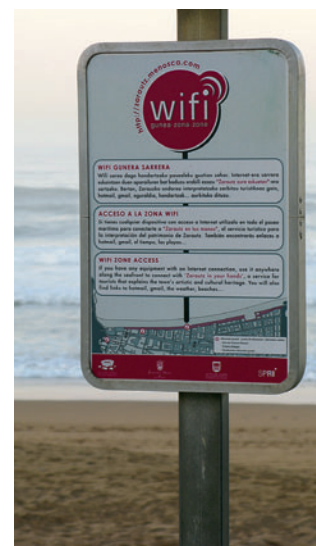
Bada, Bardasanoren esanean, uhin elektromagnetikoek eragin nabarmena dute organismoan; izan ere, “erritmikoak gara, eta inguruan ditu-

gun erritmo kosmikoekin sinkronizatzen gara. Erritmo horiek hausten badira, kalteak egon daitezke”. Dioenez, gaueko argiek erritmoak haustea eragiten dute, eta berdina gertatzen omen da ikusten ez ditugun uhinekin, mugikorrak eta telefonía mugikorraren antenek igortzen dituztenekin, adibidez.

Donostiako hitzaldian, telefono mugikorrak osasunerako kaltegarriak direla ondorioztatzen duten hainbat ikerketa aipatu zituen, horien artean Suediako Lund Unibertsitateko Salford neurologoaren taldearena: “Nerve Cell Damage in Mammalian Brain after Exposure to Microwaves from GSM Mobile Phones” (*Environmental Health Perspective* aldizkarian, 2003an). Ikertzaileek ikusi zuten, bi orduz mugikorraren eraginean egon ondoren, arratoiek kalteak zituzten kortexean, hipotalamoan eta garuneko beste egitura batzuetan.

Bardasanoren iritziz, “argi dago eremu elektromagnetikoek, baita telefonía mugikorrarenak ere, hipotalamoko zelulak eta guruin pineala suntsitzen dituztela”. Alabaina, munduko hainbat laborategitan egindako beste ehunka ikerketatan ez dute halakorik baieztatzeko ebidentziarik aurkitu, eta gauza bera ondorioztatu dute Munduko Osasun Erakundeak eta Europako Batasuneko zientzia-batzordeak, ikerketa horiek berraztertuta. Bardasanok aipatutako gainerako ikerketak ez daude ohiko zientzia-aldizkarietan.

Bardasanoren ondoren, EHUko Elektronika eta Telekomunikazio saileko Juan Antonio Romok hitz egin zuen, gehienbat telefonía mugikorrak antenen ezarpena arautzen duen legediaz, eta azken hizlaria Ecologistas en acción taldeko Pedro Belmonte izan zen.



Batzuk aurka badaude ere, WiFi bidez Internetera sartzeko aukera hedatzen ari da, baita eremu publikoan ere.  
ARG.: ANA GALARRAGA.

Donostiako Udalak antolatutako hitzaldian, ezkerretik eskuinera, Pedro Belmonte, Juan Antonio Romo, José Luis Bardasano eta antolatzaileetako bat. Mahai gainean, potentzia-neurgailu bat.  
ARG.: CRISTINA ENEA FUNDAZIOA.

Belmontek salatu zuen Espainiako Industria Ministerioak ez dakiela telefonia mugikorreko zenbat oinarritzko estazio dauden —Ecologistas en acción erakundearen arabera 60.000 inguru daude—. Gainera, beste leku batzuetan araudiak Espainian baino zorrotzagoak direla azaldu zuen. Horrek guztiak zalantzak sorrarazten dituen, informazio argia emateko eskaera egin zien erakundeei.

## KEZKAREN NEURRIA

Saioa jendearen galderekin amaitu zen, eta, orduan, berriro garbi geratu zen batez ere Bardasanori entzutera joan zirela, galdera gehienak harentzat baitziren. Ez zuen denei erantzuteko denborarik izan, baina azaldu zuen, adibidez, zer neutralizatzailek funtzionatzen duen ondoen, entzule batek baino gehiagok baitzuen kezka hori.

Neutralizatzaileak telefono mugikorrean itsasten diren pegatina batzuk dira. Interneteko Google bilatzailean *neutralizatzaile* eta *telefono mugikor* hitzak gaztelaniaz edo ingelesez idatziz gero, milaka sarrera agertzen dira. Era eta prezio askotakoak daude, eta nola funtzionatzen duten azaltzean ere fenomeno ugari aipatzen dituzte; bakoitzak berea, eta, gehienetan, zein baino zein bitxiagoa eta kriptikoagoa. Batek baino gehiagok dio eraginkortasuna frogatuta duen bakarra bera dela.

Osasunerako arriskutsuak izan daitezkeen faktoreen artean, mugikorrak eta antenak ez dira lehenengoetakoak europarrentzat.

Donostiako hitzaldian, onenak zein diren galdetu zioten Bardasanori, neutralizatzaile alemaniarrek edo errusiarrak. Hark errusiarren alde egin zuen, eta bere mugikorrean zuen pegatina erakustearekin bat, esan zuen “teknologia zaharkitua” darabiltela, baina probatu dituzten artean onenak haiek direla. Hori bai, ez zuen azaldu nola funtzionatzen duten; izan ere, inork ez zion horri buruzko galderarik egin. Dirudenez, entzuleek ez zuten zalantzan jartzen funtzionatu egiten dutela.

Handik astebetera izan zen bigarren hitzaldia, legediari buruzko monografikoa, eta, entzulekopuruari begiratuta, ez zuen osasunari buruzkoak bezainbesteko arrakasta izan, inondik ino-



ARG.: DANIEL SOLABARRIETA

ra ere. Bistan denez, jendea gehiago kezkatzen da osasunagatik legeen eta arauen kontuengatik baino.

Hala eta guztiz ere, Eurobarometro erakundearen inkesta batek erakusten duenez, osasunerako arriskutsuak izan daitezkeen faktoreak zein diren galdetuta, mugikorrak eta antenak ez dira lehenengoetakoak agertzen.

Inkesta 2007ko ekainean argitaratu zen. Europarrek eremu elektromagnetikoei buruz zer iritzi duten jakiteko egin zuten; zehazki, osasunerako arriskutsuak zirela uste ote zuten jakiteko. Hala, lehenengo galderan, 15 faktoreen zerrenda batetik, haietako bakoitzak haien ustez osasunean zenbateko eragina zuen erantzun behar zuten: eragin handia, neurri batean bakarrik, edo batere ez.

Erantzun zutenenentzat, osasunerako arriskutsuenak gai kimikoak dira (% 64k uste du eragin handia dutela osasunean). Haien ondotik datoz elikagaiak (% 59), airearen eta uraren kalitatea (% 51 eta % 50), eta hortik behera geratzen dira beste gai batzuk: zabortegiak, eguzkia, zarata... Zerrendaren azken bost lekuetan azaltzen dira telefonia mugikorreko antenak (% 36arentzat dira oso arriskutsuak), mugikorrak (% 28), eta ordenagailuak (% 18).

Eremu elektromagnetikoei osasunean izan dezaketen eraginak kezkatzen ote dituen galdetuta, berriz, erdiek baietz erantzun zuten, eta beste erdiek, ezetz. ●



Interneten mugikorre igortzen dituzten uhinen “neutralizatzaileak” saltzen dira. Hau “zientifikoki frogatuta” dago.





Dagoeneko egin ez badute, laster emango dituzte jakitera INTERPHONE azterketaren emaitzak eta ondorioak. Telefono mugikorren erabileraren eta minbiziaren artean erlaziorik badagoen ikusteko orain arteko azterketarik handiena da INTERPHONE; hain zuzen, hamahiru herrialdek parte hartzen dute, eta batzuek jada plazaratu dituzte beren emaitzak. Azken ondorioen zain, osasun-erakunde nagusiek egindako azterketen emaitzak dira erreferentzia nagusi.

# AZKENEKO EMAITZEN ZAIN

MOEk 1996an sortu zuen Eremu Elektromagnetikoen Nazioarteko Proiektua, eremu elektromagnetikoak igortzen dituzten teknologiek osasunean sor ditzaketen arriskuak ikertzeko. Proiektuaren baitan, nazioarteko ikerketa ugari koordinatu dituzte, eta, aldian behin, egindako ikerketak berraztertzen dituzte. Orain arteko emaitzetan oinarrituta, hauxe da MOEren ondorio nagusia: pertsonen oro har jasotzen duten erradiazio-maila “ez da arriskutsua osasunerako”, eta ez dago arrazoirik legedian dauden segurtasun-mugak aldatzeko.

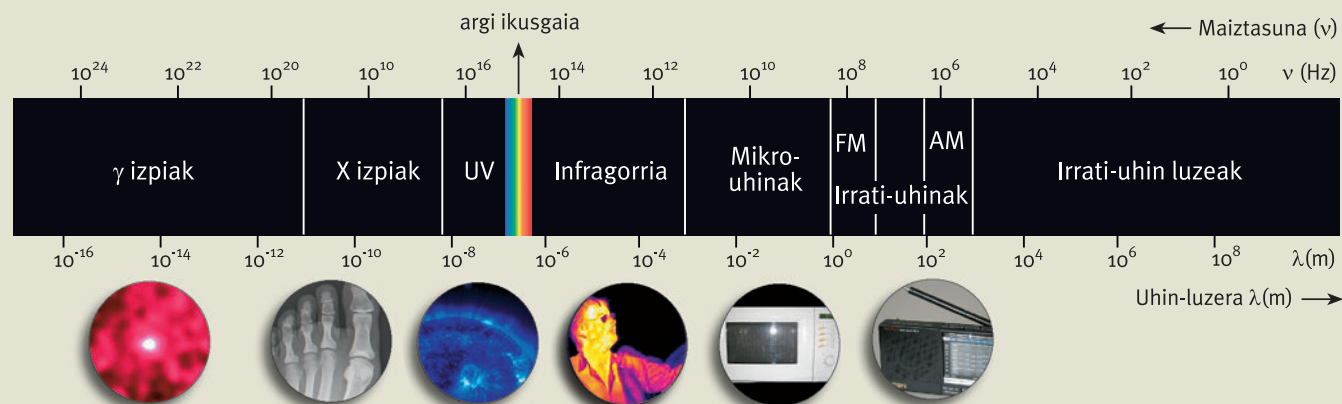
Hala ere, MOEk uste du oraindik alderdi asko daudela argitzeko. Besteak beste, aitortzen du

ez direla nahikoa ezagutzen erradiazio elektromagnetikoek hainbat maiztasun-bandatan zehar eragiten dituzten mekanismo biofisikoak. Mugikorrek haurrengan izan dezaketen eraginak ere kezkatzen du MOE, baita ikerketa batzuen arabera mugikorren eta tumoreen sorreraren artean dagoen erlazioak ere. Hala, ikerketa-agenda batean, lehenetasunen arabera sailkatu ditu egin beharreko ikerketak, eta horietako batzuk martxan dira dagoeneko.

Mundu mailan erreferentzia nagusia MOE den arren, European, SCENIHR ere arduratzen da gaiaz. Sortzen ari diren eta berriki identifikatu diren osasun-arriskuen Europako Batasunaren

## ESPEKTRO ELEKTROMAGNETIKOA

Uhin elektromagnetikoak fotoien bidez hedatzen dira. Maiztasun handiko (uhin-luzera txikiko) uhinen fotoiek energia handiagoa dute maiztasun txikiko (uhin-luzera handiko) uhinenek baino. Energia gehien duten fotoiak materia ionizatzen gai dira; hau da, atomoen elektroiak askatzen dituzte, eta molekulen arteko loturak hausten dituzte. Hala, erradiazio ultramorea baino handiagoko maiztasuna duten uhinak ionizatzaileak dira. Ultramorea baino maiztasun txikiagokoak, berriz, ez-ionizatzaileak dira, ez dira gai lotura kimikoak hausteko.



## EREMU ELEKTROMAGNETIKOEN OHIKO ITURRIAK

| Maiztasun-banda      | Maiztasunak     | Adibideak                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estatikoa            | 0 Hz            | Pantailak; erresonantzia magnetiko bidezko irudigintza eta diagnostikatzeko eta laborategiko beste tresna batzuk; elektrolisi industrialak; soldatzeko tresnak                                |
| Oso maiztasun txikia | 0-300 Hz        | Linea elektrikoak; etxe barruko banaketa-lineak eta etxetresna elektrikoak; autoen, trenen eta tranbienen motor elektrikoak; soldatzeko tresnak                                               |
| Bitarteko maiztasuna | 300 Hz-100 kHz  | Pantailak; dendetako lapurreten aurkako sistemak; urruneko kontrol-sistemak, txartel-irakurgailuak eta metal-detektargailuak; erresonantzia magnetiko bidezko irudigintza; soldatzeko tresnak |
| Irrati-maiztasuna    | 100 kHz-300 GHz | Telefonia mugikorra; irratiak eta telebista; mikrouhin-labea; radarra; transduttore mugikorrak eta estatikoak; erresonantzia magnetiko bidezko irudigintza                                    |

ITURRIA: SCENIHR

**MOEren**  
arabera, erradiazio  
elektromagnetikoa  
igortzen duten  
teknologiek kalte  
egiten duten  
ebidentziarik ez  
dago.

zientzia-batzordea da SCENIHR, eta, 2007an, azterketa zabal bat argitaratu zuen.

Hain juxtu, espektro elektromagnetikoaren lau maiztasun-banda aztertu zituen: besteak beste, telefono mugikorrek eta mikrouhin-labeek igortzen duten irrati-maiztasuna (100 kHz-300 GHz); ordenagailu-pantailek igortzen duten bitarteko maiztasuna (300 Hz-100 kHz); linea elektrikoak eta beste elektrizitate-sareen oso maiztasun txikia (0-300 Hz); eta, azkenik, erradiazio elektromagnetiko estatikoa (0 Hz). Hori, adibidez, erresonantzia magnetikoko aparatuek sortzen dute.

Izan ere, SCENIHRen arabera, jakina da eremu elektromagnetikoa "nahikoa handia bada" mekanismo biofisikoak gertatzen direla, eta, haien ondorioz, eragina sumatu daitekeela osasunean. Adibideak ere ematen ditu: 100 kHz baino handiagoko maiztasunetan (irrati-uhinak, adibidez),

korronte induzituak "nerbioak eta muskuluak kitzikatzea" eragiten du; maiztasun are handiagoetan, berriz, "ehunak berotu" egiten dira. Kasu batean nola bestean, ondorio akutuek azaltzen dira, eta horietatik babesteko daude ezarrita esposizioa mugatzen duten arauak.

Arauek ezarritako balioetan eta haiek baino txikiagoetan ere arriskutsuak ez direla bermatzeko, eta mekanismo biofisikoak gertatzen ote diren eta zer ondorio duten aztertzeko, maiztasun-banda bakoitzean egindako azterketak berrikusi zituen. Berez, ingelesez idatziko zientzia-aldizkarietan argitaratutakoak hartu zituen aintzat, eta hiru motatakoak: azterketa epidemiologikoak, *in vivo* ikerketak eta *in vitro* egindakoak.

Oro har, azken ondorioa bat dator MOEk adierazitakoarekin; alegia, ohiko esposizio-mailetan eta maiztasun-banda horietan, erradiazio elek-



tromagnetikoa igortzen duten teknologiek kalte egiten duten ebidentziarik ez dago.

Dena den, MOEk bezala, ikerketetan sakondu behar dela uste du SCENIHRek, eta iaz zehaztu zituen lehentasunak, hiru ildotan banatuta. Batetik, irratia-maiztasunen bandan, helburua da jakitea zer eragin duten osasunean kablerik gabeko komunikazio-sistemek, eta zer mekanismoren bidez eragiten duten. Bestetik, bitarteko maiztasuneko bandan, haien osasun-eraginak ikertu nahi dituzte. Azkenik, oso maiztasun txikiaren bandan, erradiazio-mota horren eta nerbio-endeikapenezko gaixotasunen arteko erlazioa argitzea bilatzen dute. Dagoeneko ari dira egiten ikerketa horiek.

### INTERPHONE, ONDORIOAK BAINO EZ DIRA FALTA

MOEren eta SCENIHRek ikerketak martxan diren artean, jada amaituta daude INTERPHONE proiektuak biltzen dituenak. Bereiziki telefono mugikorren epe luzeko erabileraren eta minbiziaren arteko erlazioa aztertzeke diseinatu zen, eta hamar urte iraun du.

Luzea ez ezik, proiektua zabala ere bada, hamahiru herrialdek parte hartu baitute: Australiak, Kanadak, Danimarkak, Finlandiak, Frantziak, Alemaniak, Israelek, Italiak, Japoniak, Zeelanda Berriak, Norvegiak, Suediak eta Britainia Handiak. Herrialde batzuek dagoeneko argitaratu dituzte beren emaitzak, eta Interneten daude ikusgai. Behin betiko emaitzak eta ondorioak laster argitaratuko dituztela jakinarazi

dute; hortaz, baliteke artikulua hau idatzi eta irakurlearen eskuetara iristen denerako argitaratuta egotea.

Edozein modutara, orain arte argitaratutako ikerketen ondorioek indartu egiten dute osasun-erakunde nagusiek esandakoa; izan ere, garuneko minbiziaren eta telefono mugikorren artean erlazioa ez dagoela baieztatu dute.

Zehazki, 23 ikerketa-taldek aztertu dute garuneko minbizian izan dezakeen eragina, eta talde bakarrak topatu du erlazio ahul bat. Hain juxtu, Suediako Hardellen taldearen arabera, badirudi buruko tumoreak izateko arriskua handitu egiten dela telefono mugikorra erabiltzen den aldean. Kasu guztietan tumore onberak ziren; ez zuten tumore gaiztorik topatu.

Alabaina, gauza batean badago aldea INTERPHONEk, batetik, eta MOEk eta SCENIHRek, bestetik, adierazitakoen artean. Hain juxtu, eremu elektromagnetikoen umeengan izan dezaketen eraginari buruz, MOEk eta SCENIHRek zuhurtasun handia azaltzen dute, kaltegarriak izan daitezkeela susmatzeko zantzuak badirela uste baitute. Gehiago ikertu behar dela adierazten dute, eta lehenbailehen, gainera. Bitartean, telefono mugikorren eta antzeko teknologien erabilera “murriztea” gomendatzen dute.

Aitzitik, INTERPHONEren iritziz, ez dago hori gomendatzeko inolako arrazoirik, oraingoz ikerketek ez baitute erakusten umeei helduei baino gehiago edo modu larriagoan eragiten dietenik.

➔ *Mugikorren eta minbiziaren arteko erlazioa aztertzeke egin den ikerketa zabalena da INTERPHONE.*



Europako SCENIHR batzordeak, azterketa epidemiologikoez gain, *in vivo* eta *in vitro* egindako ikerketak aztertu ditu.

ARG.: BILL BRANSON/NATIONAL CANCER INST.



Adituek iritzi kontrajarriak dituzte mugikorrek haurrengan eragin ditzaketen kalteei buruz. ARG.: ANA GALARRAGA.

## ADOSTASUNA ETA EZTABAIDA

Erakundeen artean bezala, adituen artean ere iritzi kontrajarriak daude umeengan izan dezaketen eraginen gainean. Josep Ferris i Tor-tajada pediatra onkologian espezializatuta dago, eta ingurumeneko faktoreek haurretan duten eragina ikertzen duen Murtziako PEH-SU unitatearen zuzendaria da (Pediatric Environmental Health Speciality Units). Hark ez du zalantzarik; irriti-maiztasuneko erradiazioa “arriskutsuagoa da” haurrentzat helduentzat baino.

Iritzi berekoa da Miguel Sancho, Madrilgo Unibertsitate Konplutentseko biofisikaria. Arrazoi-artearen, biek aipatzen dute haurren nerbio-sistema oraindik heldu gabe dagoela, eta, beraz, eragina handiagoa dela haiengan. Izan ere, haien garuna eroaleagoa da, uhinek erraza-go zeharkatzen dute garezurra... Horrez gain, orain helduak direnak baino lehenagotik jar-tzen dira erradiazio elektromagnetikoen eragin-pean, eta, beraz, denbora-tarte luzeagoan jaso-ko dituzte.

Madrilgo Nuestra Señora del Rosario ospitaleko erresonantzia magnetikoko buru den Juan Ma-nuel García biokimikariari, ordea, kezka gehie-gizkoa dela iruditzen zaio. Haren esanean, hau-rrin minbizian, beste faktore asko ere ikertu beharko lirakeke, eta, ironia apur batekin, galde-ra hau egiten du: “Ikertzen hasita, zergatik ez ikertu litxarrerria ultramodernoaren kontsumoa-ren eta hiperaktibitatearen eta aditasun falta-ren arteko erlazioa, adibidez?”. Umeekin zeri-kusia duten gaitetan, sarri gehiezigizko izua sor-tzen dela uste du.

## ▼ Eremu elektromagne-tikoen eragina ingurumenean

Oso azterketa gutxi egin dira ikusteko nola eragiten duten uhin elektromagnetikoen ingurumenean. Gainera, egin direnek, gehienetan, espezie bakarrari erreparatu diote, eta esposizio-denbora labur-rekin egin dira. Horrenbestez, ez dago nahikoa datu ezer ondorioztatzeko. Hori aitortzen du, esaterako, SCE-NIHRek, sortzen ari diren eta berriki identifikatu diren osa-sun-arriskuen Europako Ba-tasuneko zientzia-batzor-deak.

Hala ere, badirudi espezie batzuk bereziki sentikorrak direla eremu elektromagne-tikoen ingurumenean, hala nola eremu elektromagnetikoen oinarritzen direnak orientatzeko edo migratzeko (hegazti mi-gratzailak, arrain eta intsektu batzuk, saguzarrak...). Elektrizitate-kableen azpian dauden landareetan ere al-daketak sumatu dituzte iker-tzaile batzuek. Horrenbestez, adituek beharrezkotzat jo-tzen dute arlo horretan gehiago ikertzea.

Alarmismoaren eta lasaikeriaren artean, Ferri-sek tarteko jarrera du: “Aurrerapen teknologiko-industrialak onurak eta kalteak ekartzen ditu, jakina. Arazoa da industrializazioak ziztu bizian egiten duela aurrera, eta osasunean zer eragin duen jakiterako denbora asko igarotzen dela. Horregatik da hain beharrezkoa zuhurtzia-prin-tzipioari eustea”.

Bestalde, eremu elektromagnetikoetan oinarritutako teknologiek osasunean dituzten onurak aldarrikatzen dituzte Sanchok eta García. Hala, medikuntzan, biokimikan eta biologian hain-beste erabiltzen diren teknika espektroskopikoak erradiazio elektromagnetikoak materiarekin duen elkarrekintza oinarritzen direla azal-tzen du García.

Sanchok diagnosian eta terapian dituzten erabi-lerak nabarmentzen ditu. Hain zuzen, beste maiztasun batzuetan bada ere, X izpien bidez-ko erradiografietatik hasi eta tomografia axial konputerizatura edo erresonantzia elektromag-netikora arte, asko erabiltzen dira diagnosian. Terapian, berri, maiztasun txikikoak ere erabi-ltzen dira; adibidez, maiztasun txikiko pulsuak hezurak osatzeko baliatzen dira. Eta aplikazio berriak ikertzen ari dira.

Ikerketa horien emaitzak baino lehenago iritsi-ko dira, dena den, INTERPHONE azterketarenak. Horien zain dira, orain, adituak, erakundeak eta gaiak kezkatzen dituen banakoak ere. Ikusiko dugu zer erreakzio sortzen dituzten azterketa-ren ondorioek. ●



TELEFONIAKO ANTENEN SEGURTASUN-NEURRIAK BATZUENTZAT  
NAHIKOAK EZ DIREN ARREN, FISIKARIEN ARABERA EZ DAGO ARRISKURIK

# EZTABAIDAK

## teilatuetan jarraitzen du

**I**azko abuztuan, erradiazio ez-ionizatzaileetatik babesteko irizpideak egokiak direla berretsi zuen ICNIRP batzordeak. Hain juxtu, batzorde horren gomendioetan oinarritzen dira telefonia mugikorrek antenei eta halakoei buruzko araudiak Europan. Hala ere, badira neurri horiek nahikoa ez direla uste duten pertsonak. Fisikarien ustez, ordea, ez dago hori pentsatzeko arrazoirik.

ICNIRP erradiazio ez-ionizatzailetik babesteko nazioarteko batzordea da. Hainbat arlotako zientzialari independenteek osatzen dute: medikuak, dermatologoak, epidemiologoak, biologoak, fotobiologoak, fisiologoak, fisikariak, elektrizitate-ingeniariak eta dosimetrian adituak. Besteak beste, maiztasun txikiko erradiazio-iturrien segurtasun-mugak zehazteaz arduratzen dira.

Hain zuzen, 1998an erabaki zituen ICNIRPk gehienezko muga horiek. Adibidez, 900 MHz-eko maiztasunean (telefonia mugikorrean erabiltzen den ohiko maiztasuna), gehienezko potentzia-dentsitatea  $450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  izatea proposatu zuten. Muga horiek gomendioak dira, eta, horiek ezartzeko, ordura arte egindako ikerketa guztiak aztertu zituzten, ikusteko organismo bizidunek zer baliotatik gora erakusten zuten eraginen bat. Bada, gehienezko mugak balio haiek baino 50 aldiz txikiagokoak izatea erabaki zuen ICNIRPk.



EIDER CARTON

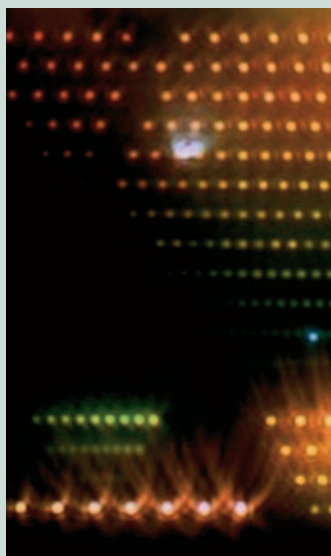
## Urrezko nanoantena- datuak argi ikusgai transmititzeko aukera

Datu gehiago denbora gutxiagoan transmititzeko, gero eta irati-maiztasun handiagoak erabiltzen ari dira ingeniariak. Duela urte batzuk, zientzialariek frogatu zuten litekeena zela datuak transmititzea irati-uhinak baino handiagoko maiztasunetan, argi ikusgaiarenetan, hain zuzen. Horretarako arazo nagusia, ordea, antenen neurria da.

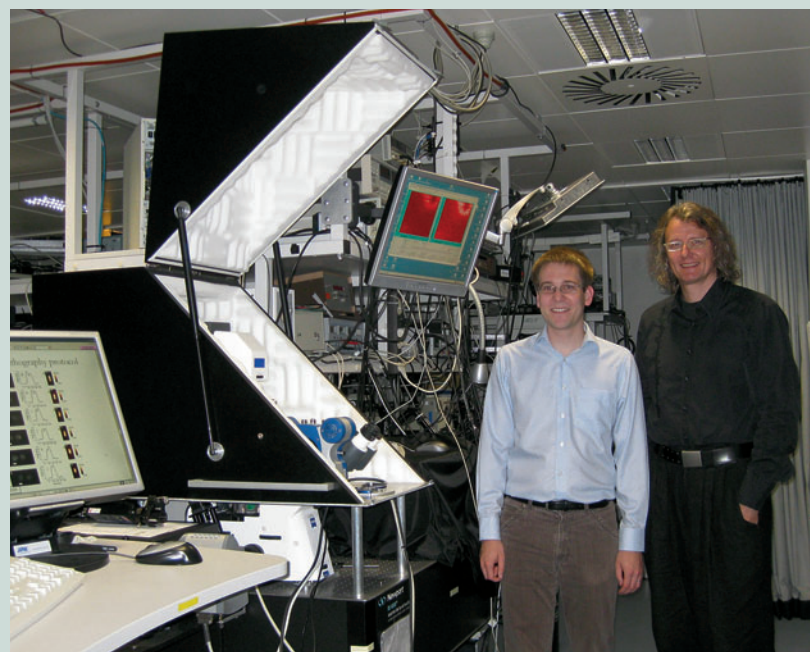
Antena dipoloak dira igorlearen eta hartzailearen arteko komunikazioaren gakoa. Eta komunikazioa eraginkorra izateko, antenaren neurria uhin-luzeraren erdia izatea da aproposa. Horrenbestez, argi ikusgaiaren maiztasunetan, nanoantena beharko lirateke. Esate baterako, argi horiaren maiztasuna 500.000 GHz da, eta 600 nm-ko uhin-luzera du. Hala, antena gehienez ere 350 nm neurtu beharko luke.

Neurri horretako antena egitea oso zaila da. Orain, Alemaniako Karlsruhe Teknologia Institutuan, elektro-sorta bidezko litografia erabilia, 100 nm baino txikiagoak diren urrezko antena egitea lortu dute. Urrezko nanoantena irati-antena bezala funtzionatzen dute, baina haiek baino 10 milioi aldiz txikiagoak dira (irati-antena metro bat inguru neurtzen dute), eta jasotzen duten maiztasuna irati-maiztasuna baino milioi bat aldiz handiagoa da (100.000 GHz, 100 MHz beharrean).

Maiztasun horrek seinalea oso azkar modulatzeko ahalbidetzen du, eta, horri esker, datu asko transmiti daitezke oso azkar. Ikertzaileen arabera, datuen transmisioa 10.000 aldiz azkarragoa izan daiteke, eta energia gutxiago kontsumituko luke. Gainera, inork ez du zalantzan jartzen argi ikusgaia ez dela arriskutsua, ez pertsonentzat, ezta animalia eta landareentzat ere.



Nanoantena bat mikroskopioz ikusita. Koloreek transmisio-maiztasun desberdinak erakusten dituzte. ARG.: LTI.



Karlsruhe Teknologia Institutuko Hans-jürgen Eisler eta Mathias Wissert, nanoantena egiteko metodoa garatu duten ikertzaileak. ARG.: LTI.

ICNIRPre gomendioek Munduko Osasun Erakundearen eta fisikaren zein ingeniariaren arloetako nazioarteko erakunde nagusien oniritzia dute, eta horietan oinarritu ziren Europako Batasuneko herrialdeetako arduradunak legeak egiteko. Herrialde batzuetan balio horiek berak erabiltzen dira araudietan, eta beste batzuetan are gehiago mugatzen dituzte, hala nola Italian, Suitzan eta Errusian. Herrialde batzuen barruan ere, zenbait erkidegotan, gehieneko balioak gobernuak ezarritakoak baino txikiagoak dira. Espainian, adibidez, Gaztela-Mantxako erkidegoan baimendutako potentzia-dentsitate maximoa  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  da.

Segurtasun-neurriak nahikoa ote diren auzitan jartzen dutenentzat, bateko eta besteko araudietan halako aldeak egoteak zalantza sortzen du, eta arauen oinarrian dauden gomendioak hain aspaldikoak izateak areagotu egiten du zalantza hori.

*Neurketek erakusten dute antenek igortzen duten potentzia-dentsitatea ezarritako gehienekoak baino askoz txikiagoa dela.*

Alabaina, ICNIRPk ordutik egin diren ikerketak berrikusi ditu, eta ez du arrazoirik topatu gomendioak aldatzeko; hala, gomendioak berresten dituela adierazi zuten iazko abuztuan.

Bestalde, telefonia mugikorrek antenen inguruan egiten diren neurketek erakusten dute igortzen duten potentzia-dentsitatea ezarritako gehienekoak baino askoz txikiagoa dela. Esate baterako, Espainiako Industria Ministerioaren datuetan, 2007an Madrilgo erkidegoan neurtu zen balio handiena, eta  $2,32 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  izan zen; hau da, ezarritako gehieneko muga ( $450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) baino askoz ere txikiagoa (193,9 aldiz txikiagoa).

Euskal Herrian ere, egin diren neurketa guztietan, jasotako balioak legeak ezarritako mugatik oso urruti geratu dira. Hala baieztatu digute Nerea Zabalak eta Joseba Zubiak, EHUKo Elektrizitate eta Elektronika Saileko irakasleak eta Elektronika eta Telekomunikazio Sailekoak, hurrenez hurren.

Gainera, Zabalak ez du uste antenek igortzen duten erradiazioa kaltegarria izan daitekeenik. Haren esanean, mugikorrek eta kablerik gabeko



sistemek erabiltzen dituzten erradiazioek energia txikia dute, eta, beraz, ez dute arriskurik. Eta gaineratzen du, “aitzitik, ultramoretik aurrera energia handia dute, ionizatzailerak dira, eta horiek badute kaltea eragiteko gaitasuna”. Horrela, bada, paradoxikoa iruditzen zaio jendea gehiago kezkatzea antenek igortzen duten erradiazioaz Eguzkiak igortzen duenaz baino.

Joseba Zubia bat dator Zabalaarekin, eta irmotasun handiz azaltzen du bere jarrera. “Ni mahai-inguruetan eta eztabaidetan aritu naiz iritzia ematen, nik dakidan arloaz eta ikusten dudana. Antenen aurkakoez frogararen bat erakutsiko balidate, ez nuke arazorik izango antenak kentzeko edo segurtasun-neurriak zorrozteko eskatzeko. Baina oraingoz frogar guztiek kontrakoa erakusten dute; alegia, ez direla arrisksuak osasunerako”.

Mahai-inguru horietan, jendeak okerreko us-teak dituela ohartu da. Adibidez, askok eskatzen dute antenak herritik kanpo jartzeko. “Galdera da: Mendian jar daitezke? Eta erantzuna da: Bai. Baina, jarri behar dira? Bada, erantzuna da ezetz.” Izan ere, urruti jarritz gero, potentzia handiagoa izan beharko lukete. Hortaz, pikoan-tenak, hau da, watt baten inguruko antena txi-

kiak jartzea proposatzen du Zubiak, estaldura eta seinalearen maila berdintsuak izan daitezen leku guztietan. Ildo horretatik ikertzen jarraitzearen aldekoa da.

Bestalde, harrigarria iruditzen zaio pertsona batzuk hainbesteko beldurra izatea antenei, eta, hala ere, mugikorra erabiltzea, “telefonoen bidez antenen bidez baino erradiazio gehiago jasotzen baitute. Eta adibide hau jartzen du: mugikor batek watt bateko potentzia igor dezake, eta hizketan ari denak belarrira itsatsita dauka; aitzitik, antena batek 20 watt izan ditzake, baina 10 metrora dagoen pertsona bati 0,2 watt baino ez zaizkio iritsiko.

Antenetara itzulita, antena-kopurua minbizikasuekin erlazionatzen duten zenbait ikerketa epidemiologikori buruz ere iritzi sendoa du Zubiak. “Labezomorroaren ikerketa bezalakoak dira: hankak kendu ahala gorak bihurtzen dira labezomorroak, deitutakoan ez baitira ikertzailerengana joaten. Bada, halako ondorio okerrak ateratzen dituzte ikerketa horietan”. Eta jarraitzen du: “preserbatibo-kopurua eta minbizikasuek erlazionatuz gero ere, erlazio zuzena dutela aterako litzateke. Nik zapatekin egin dut proba, eta ateratzen da”. ●

Zenbaitek eskatzen dute antenak mendian jartzeko, herritik urrun. Baina zenbat eta urrunago jarri, orduan eta potentzia handiagoa izan behar dute. ARG.: VALENTÍN GÓMEZ.



# AUTOKONPOSTAJEA: URRATS TXIKI HANDI BAT

Etxean sortutako hondakin organiko guztiari irteera emateko modu bakarra eta bikaina

**Euskal Herriko baserrietan, oro har, betidanik tratatu izan dute etxeko hondakin organiko gehiena. Ez dute ikastarorik egin, ez da egin behar izan ingurumenari buruzko kontzientzia-kanpaina handirik baina, naturarekiko errespetuarekin batera doan bizimodua izan da baserritar eta nekazariena. Alde batetik, sukaldeko hondarrak txerri-jan preziatua izan dira, eta, bestetik, aziendak jaten ez zituen ardi, untxi, oilo eta gainerako etxeko animalien larru eta hondakinak eta baratzeke eta inausketetako hondakinak simaurrarekin batera nahastu, eta ongarri bihurtu dituzte. Autokonpostajearen aitzindariak dira.**

Herritar batek zabor-poltsan ateratzen duen zaborren % 40 materia organikoa da. Materia birziklagarria % 100. Hondakinen 10/98 legeak araututa, 2001. urtea geroztik, 5.000 biztanle baino gehiago dituzten herri eta hiriak behartuta daude legez materia organiko hori modu selektiboan biltzera. Gaur egun, Usurbilek izan ezik, inork ez du lege hori betetzen, eta administrazioek beste aldera begiratzen dute. Emaitza: birziklagarria den materiala erraustegietara edo zabortegietara botatzen da; ingurumena hain kaltetua dagoen eta krisi ekonomiko hain larria bizi dugun sasoiari, lehengaia zakarretara botatzen da.

## Onurak

Materia organikoaren zati bati irteera eman nahian, autokonpostaje-kanpainak bultzatzen ari dira. Kanpainen helburua da berdegune bat

edo lorategi txiki bat duten familia guztiek etxean sortzen duten materia organikoa hondakinen kudeaketa-zirkuitutik at gelditzea. Hau da, etxeko hondakinak ongarri bihurtzea, garraiatu eta erraustegira edo zabortegira bota beharrik gabe.

Autokonpostajea eginez, familia horrek onura besterik ez du izango. Alde batetik, eroso da etxean bertan egiten delako, lorategiko belarra eta adaxkak probestuko ditu, eta zabor-poltsa modu ikusgarrian murriztuko du. Azkenik, ez du ongarririk erosi beharko. Beste alde batetik, familia horren hondakin organikoa ez da eduki-ontzira botako, ez da jaso beharko, ez da garraiatuko eta ez da erraustegira edo zabortegira botako. Honela, erregaia aurreztuko da, udalak gutxiago ordaindu beharko du, eta metano gutxiago sortuko da —klima-aldaketan CO<sub>2</sub>ak baino eragin kaltegarriagoa du—. Osasunarentzat eta ingurumenarentzat mesede.

## Udalen ekarpena

Gipuzkoako Foru Aldundiak ematen dituen konpostgailuen kudeaketaz arduratzen da bere esparruan San Markosko Mankomunitatea. Usurbilgo atez ateko bilketa hasi aurretik, 1.235 autokonpostgailu banatu ziren San Mar-



USURBILGO UDALA



USURBILGO UDALA



## KONPOSTA EGITEKO, MATERIA ORGANIKO GUZTIA ERABIL DAITEKE

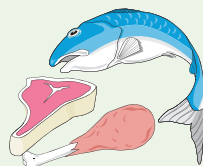
### Materia heze gisa



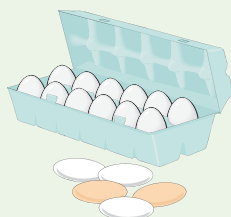
fruitu-hondarrak eta barazki-hondarrak



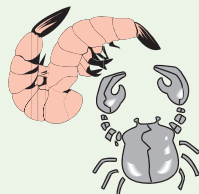
janari- eta ogi-hondarrak



haragi- eta arrain-hondarrak



arautza-oskolak



mariskoa



fruitu lehorrak



kafe- eta infusio-hondarrak



organikoz zikindutako papera



lorategiko landare-hondakinak

### Materia lehor gisa



inausitako adaxkak birrinduta



hosto lehorrak



zerrautsa eta txirbila



lastoa eta belar lehorra

## KONPOSTA EGITEKO OINARRIZKO LAU ARAUAK

Konpostajea denon eskura dagoen birziklatze-sistema da, erraza oso egiten. Oinarritzko lau arau bete behar dira.

### 1. Konpostgailua zuzenean lurzorua gainean jarri

Materia organikoa desagitean sortzen den zukua lurrera isurtzen da, eta inguruko landareak baliatu egiten du.

Konpostgailua ez dugu inoiz zementuaren edo adreiluen gainean jarriko.

### 2. Materia hezea eta lehorra bolumen berdinetan nahastu

Sukaldeko hondakinak, soropila eta landareen atal samurrak materia hezea dira, eta nitrogeno asko dute. Hostoak, belar lehorra, inausketa-hondarrak, lastoa, txirbilak eta zerrautsa atal lehorrak dira, eta karbono asko dute.

### 3. Metatutakoa nahastu

Nahasten dugunean, goiko geruza irauli behar dugu. Horrela, aireztatu egiten da, eta hondakin organikoen geruzak ez dira trinkotzen. Ez da konpostgailu barruko meta guztia irauli behar.

### 4. Hezetasuna kontrolatu

Metak ez du lehortu behar. Ureztatzen dugunean, hedatzailearekin egin behar dugu, ura ondo banatzen dela ziurtatzeko. Konpostgailua itzalean badago, ez dugu ia inoiz ureztatu beharko. Eguzkitan badago, uztailean eta abuztuan, behin edo bitan ureztatu beharko dugu.

San Markosko Mankomunitateak argitaratutako konpostaje-gidaren berri izan nahi duenak: [www.usurbil.net/atezate](http://www.usurbil.net/atezate).

kosen eremuan. Autokonpostgileen esfortzua eskerga izan arren, zifra eskasa da, kontuan hartuta autokonpostajea egiteko familia potentzialak milaka direla. San Markosko Mankomunitateko buru Ricardo Ortegak dioenez, "zifra eskasa dela diogu familiengana jotzen denean emaitza askoz hobeak lortzen direla ikusi dugulako".

Usurbil da arrakastaren lekuko: atez ateko bilketa hasi baino lehen, udalarekin batera autokonpostajea egiteko kanpaina egin zuen San Markosek, eta aurretik zeuden 67 familiari beste 400 gehitu zitzaizkien. Beste 89 familia inguru autokonpostgailuak banatu zain daude, orga-

***"zabor-poltsaren % 40 organikoa bada, herritarrak animatzeko, autokonpostajea egiten duen familia usurbildar bakoitzari % 40ko hobaria eman dio udalak zabor-tasan"***

nikoa birziklatzeko. Orotara, konposta egin dezaketen 600 familiatatik 550 ari dira konposta egiten, gutxi gorabehera.

Baina erantzukizun osoa ezin da herritarren esku utzi. Horregatik, zabor-poltsaren % 40 organikoa bada, herritarrak animatzeko, autokonpostajea egiten duen familia usurbildar bakoitzari % 40ko hobaria eman dio udalak zabor-tasan. Ortegaren iritziz, neurri zuzena da, udalak aurrezten duena ez diolako ordainarazten herritarrari. "Ingurumenean horrek duen eragina kontuan hartuta, gainerako udalek horrelako neurriak bultzatuko balituzte arrakasta dezente handiagoa izango lukete autokonpostgailuak banatzeko orduan" dio. Horrela, gu guztion esku dagoen keinu txiki hau hondakinen kudeaketaren konponbiderako urrats handia da.



### Lesley Rogers

Rogers doktorea erreferente bat da neuropsikologian. 2007. urtetik, Australiako New England Unibertsitateko irakasle emeritua da. Ordura arte, irakaslea izan da unibertsitate bereko Neurozientzien eta Animalien Portaeraren zentroan, Armindale hirian. Hala ere, mundu mailan ezaguna da hark aurkitu zuelako lehen aldiz gizakia ez dela garunean lateralitatea duen animalia bakarra. Oiloen garuneko hemisferioak ere espezializatuta daude mota jakin bateko lanak egiteko. Gerora aurkitu dute zientzialariek ornodun guztiek dutela garuna lateralizatuta, bai eta ornogabe batzuek ere. Hain zuzen ere, Rogersek berak ikertu du lateralitatea erleetan. Bere ikerketak errekonozimendu handia izan du. Adibidez, 2000. urtean, Australiako Zientzia Akademiako kide izendatu zuten. ARG.: ELISA FRASNELLIK UTZIA.

**O**ilo-txita bat jaten ari da. Lurrean, zereal-ale batzuk ditu, harri txikiz betetako inguru batean barreiatuta. Txitaren garunak ahalegin txiki bat egin behar du aleak harrietatik bereizteko, baina ez zaio oso zaila egiten. Hala ere, ez dago lasai; harrapari bat gertu sumatu du, eta beldur da. Aleak bilatzen dituen bitartean ere, ziztu bizian ihes egiteko prest dago.

Berez, ez luke harrapariaren beldur izan behar. Berez, ez luke harrapariaren beldur izan behar. Australiako New Englandeko Unibertsitateko laborategi batean baitago, Animalien Jokabidearen eta Neurozientzien ikerketa-zentroan. Baina txitak ez daki zer den ikerketa-zentro bat, eta ez daki arriskurik ez dagoenik. Beraz, aleak jatearekin batera, ustezko harrapariaren aurrean adi egon behar du. Bi gauza egin behar ditu, aldi berean.

Horrelako esperimenduei esker, zentro horretako Lesley Rogers neuropsikologoak aurkituntza harrigarri bat egin zuen: txitak askoz hobeto zelatatzen du ezkerraldean duen harrapari bat eskuinaldean duen harrapari bat baino. Ezker-begia zelatari ona da, eta eskuin-begiak erraz bereizten ditu lurrean dauden aleak; baina, alderantzizko jarreraren, arazo gehiago ditu txitak.

Alegia, Rogersek aurkitu zuen txitak ezberdin erabiltzen dituela garuneko bi hemisferioak. Txitek lateralitatea dute garunean. Eta ez txitek bakarrik. "Espezie askotan gertatzen da. Eskuin-hemisferioa erabiltzen dute berritasunari eran-

tzuteko, eta ezkerrekoa, berriz, estimuluak sailkatzeko eta aukeren artean hautatzeko".

Adituen ustez, lateralitate hori ezinbestekoa da bi gauzak aldi berean egin ahal izateko. Txitak garun simetrikoa izango balu, hau da, ezker-hemisferioarekin egiten duena eskuin-hemisferioarekin ere berdin-berdin egingo balu, ez luke ahalmen bera bi gauza aldi berean egiteko. Asimetria simetria baino konplexuagoa da, eta abantailak ekartzen dizkio txitari.

Dena dela, garunaren lateralitatea ez da animalia guztietan azaltzen; espezie batzuetan, ale batzuek lateralizatuta dute garuna, eta beste batzuek ez. Horregatik, neuropsikologoek uste dute garun asimetrikoa izateak, abantailak ez ezik, desabantailak ere ekartzen dituela.

### ARRAIN TXIKI BATZUK

Italian, Paduako Unibertsitateko Marco Dadda eta Angelo Bisazza saiatu dira lateralitatearen desabantailak identifikatzen *Girardinus falcatus* arrain tropikaletan. Arrain txikiak dira, zentimetro gutxi batzuk luze besterik ez, eta, beste arrain askok bezala, begi bat dute gorputzaren alde bakoitzean.

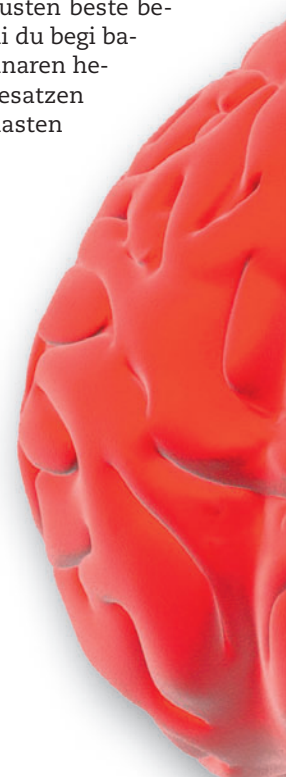
Ezaugarri hori garrantzitsua da, begi batekin ikusten dutena ez baitute ikusten beste begiarekin. Eta horrek esan nahi du begi batek jasotzen duen irudia garunaren hemisferio bakar batek prozesatzen duela. Garunak ez ditu nahasten irudiak.

GUILLERMO ROA ZUBIA

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

# ALDE BATETIK

GARUN-HEMISFERIO BAKOITZAK BEREZKO FUNTZIONAMENDUA  
IZATEAREN ABANTAILAK ETA DESABANTAILAK





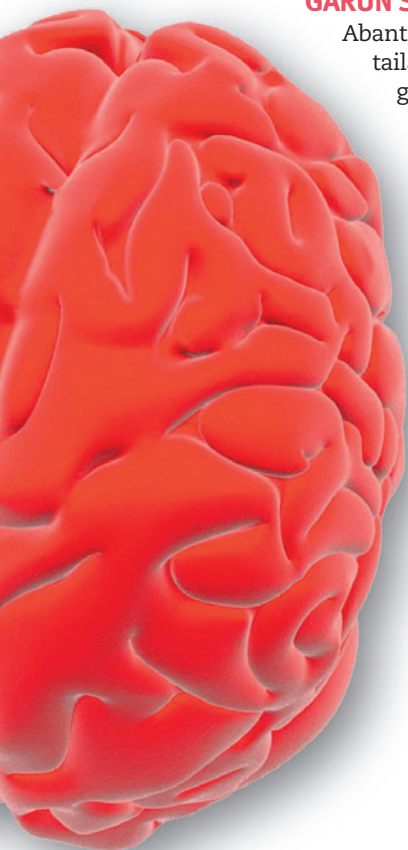
Paduako ikertzaileek aurkitu dute lateralitatea desabantaila bat dela bi begietako informazioa aldi berean erabili behar dutenean. Esate baterako, litekeena da harrapariaren irudia harrapariengandik ihes egiteko ahalmen txikiena duen hemisferiora iristea. Garun simetrikoa duten arrainei, aldiz, berdin zaie nondik datorkien harraparia; berdin-berdin erantzungo die garunak, eta lateralizatuta dutenei alde txarrenetik etorzen zaienean baino hobeto.

Kasu horretan, garun-komplexutasunak desabantaila dakar. Hain zuzen ere, "lateralizatu gabeko ale asko izaten dira [arrain horren] populazioetan" idatzi zuten Paduako ikertzaileek *Proceedings. Biological Sciences* aldizkari espezializatuan.

Begi bat alde batean eta bestea bestean izanda, arrainen kasua oso argia da. Txitekin antzera gertatzen da. Baina lateralitatearen desabantailak begiak aurrealdean dituzten animalietan ere topatu dituzte ikertzaileek. Apoek, adibidez, errazago egiten diote ihes ezkerretik datorkien harrapariari eskuinetik datorkienari baino. Hala ere, apoaren kasuan (eta beste hainbatetan) lateralitatearen abantailak orekatu egiten dituzte desabantailak.

### **GARUN SINPLEAK**

Abantaila eta desabantaila jakinak bilatu gabe ere, bada beste modu bat gai honi heltzeko: lateralitatea bilatzea.

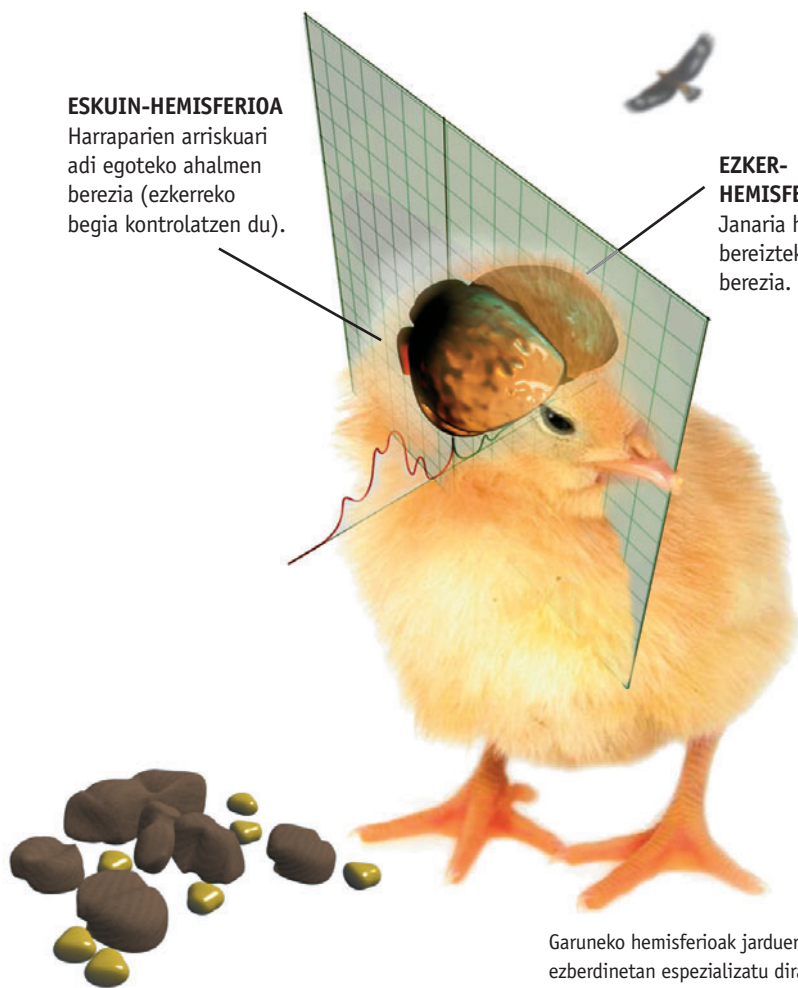


### **ESKUIN-HEMISFERIOA**

Harraparien arriskuari adi egiteko ahalmen berezia (ezkerreko begia kontrolatzen du).

### **EZKER-HEMISFERIOA**

Janaria harrietatik bereizteko ahalmen berezia.



Garuneko hemisferioak jarduera ezberdinetan espezializatu dira oilo-txitetan. Hain zuzen ere, espezializazio horien abantaila bat da bi gauza aldi berean egin ditzaketela txitek.

IRUDIA: GUILLERMO ROA.

eta **BESTETIK**

Azken urteetan, lan horretan ari dira neurobiologoak. Eboluzioan garun lateralizatuari esker arrakasta izan duten espezieak bilatzen dituzte. Garun asimetrikoa zenbat eta espezie txikiagoetan eta sinpleagoetan aurkitu, orduan eta arrakasta handiagoa izan du lateralitateak.

Baina espezie horien jokabide asimetrikoa bilatzea ez da hain erraza. Txitekin, arrainekin eta apoekin errazagoa da, garun konplexua dutelako, eta jokabide konplexuagoa ere bai. Baina ikertzaileek aztertu behar dute, esate baterako, armiarnek eta intsektuek jarduera bat errazago egiten ote duten ezkerraldean edo eskuinaldean.

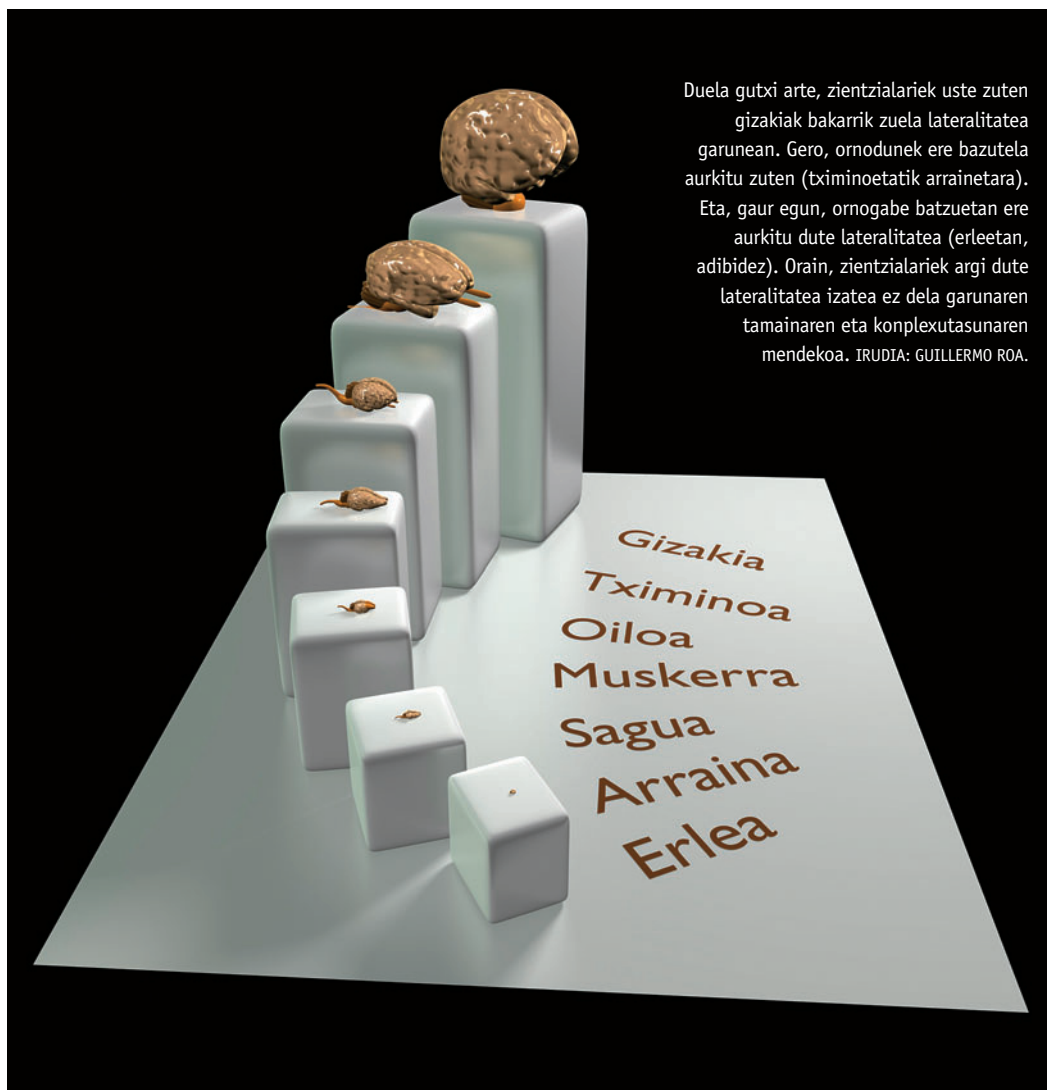
Pinar Letzkus ikertzailearen taldeak, Australiako Unibertsitate Nazionalen, aurkitu zuen

modu bat frogatzeko erleek badutela lateralitate. Antena bat latexetan bustiz gero, erleak ezin du erabili, eta bestearekin moldatu behar du. Horri esker, ikertzaileek aurkitu zuten erleak ikasteko gaitasun handia duela eskuin-antena erabilia, baina gaitasun eskasa ezkerrekin.

Eta Lesley Rogersen taldeak, Trentoko Unibertsitateko Giorgio Vallortigara-ren taldekoekin lankidetzan, aurrerago eraman zuen ikerketa. "Frogatu dugu usainak gogoratzeko bi antenak erabiltzen dituztela erleek; usaina ezagutzen ikasi eta segituan, eskuinekoarekin gogoratzeko dute, baina, sei ordu geroago, ezker-antena erabiltzen dute usaina gogoratzeko" dio Rogersek.

## Laborategian eragindako lateralitatea

Garunaren hemisferioen arteko aldeak ikertzeko, animalietan lateralitatea eragiten ikasi behar izan dute adituek. Horretarako, hainbat teknika garatu dituzte, ikertu nahi duten espeziearen arabera. Begiak banatuta dituzten espezieetan, argi-estimuluak erabiltzen dituzte animalia jaio eta berehala; argia animalien alde batek igorrita, garun-hemisferio bakarrarekin ikastera behartuta dago, eta garunean lateralitatea agertzen da. Erleekin antzeko metodo bat erabili dute, baina begi bat beharrean antena bat blokeatuta, latex batez bustita. Hala ere, badira metodo batzuk espezie askorekin erabil daitezkeenak: adibidez, garunaren blokeatzailer kimikoak injektatzea. Txiten memoria blokeatzeko, adibidez, zikloheximida injektatu zien Rogersen taldeak. Substantzia horren eraginez, hemisferio bat edo bestea blokeatzen da, eta beste hemisferioak egiten du lan handiena. Metodo horiek gizakiarekin ere erabiltzen dira, ikerketa eta tratamendu batzuetan.





Alberto Pascual ikertzaileak zuzentzen duen taldeak, Sevillako IBIS institutuan, antzeko emaitza bat lortu zuen *Drosophila melanogaster* euliarekin. Euli gehienek garun asimetrikoa dute; ez dituzte bi hemisferioak berdin-berdinak. Baina euli gutxi batzuetan ez dago alderik. “Garun simetrikoa duten ale gutxi horiek ez dira gai epe luzeko memoria finkatzeko” dio Pascualek. Haiek uste dute garunaren asimetria beharrezkoa dela epe luzerako memoria bat finkatu ahal izateko. Eta memoria hori izateak abantaila nabarmena ekartzen du aldaketen aurrean. “Epe luzerako memoriarik gabe, arrisku handiagoa du [euliak]!”.

### **GARUN KONPLEXUENA**

Eulietan eta erleetan aurkitu dute garuneko asimetria. Baina ez dago argi non dagoen lateralitatearen muga, hau da, konplexutasunaren eskalan zein espezieetatik aurrera hasten den garun asimetrikoa. Oso argi dago, ordea, naturan dagoen garun konplexuena gizakiarena dela. Eta lateralizatuta dagoela.

***P**sikoneurologoek aspaldi aurkitu zuten gizakiaren lateralitatea animaliena bezalakoa dela. Antzekoa, baina konplexuagoa, noski.*

Gizakiaren lateralitateari buruzko ideia zabalduena da ezker-hemisferioak kontzeptu analitikoak tratatzeko gaitasuna duela, eta eskuinekoa, berriz, sentimenduen hemisferioa dela. Baina psikoneurologiak aspaldian aurkitu zuen hori ez dela horrela, baizik eta animalien lateralitatea bezalakoa dela gizakiarena. Antzekoa, baina konplexuagoa, noski.

Ezker-hemisferioak urratsen sekuentzia batez egin beharreko lanak egiten ditu. Hitz egiteko prozesua da horrelakoa, adibidez. Garunak hitzak bilatu behar ditu, gramatika baten arauak aplikatu behar dizkie hitz horiei, esaldia osatu eta esaldia esan. Hori dena ordena horretan egiten du; sekuentzia bat da.

Eskuin-hemisferioak, berriz, osotasunean aztertutako beharreko lanak egiten ditu. Adibidea aurpegien ezagutza da. Ezin da lagun baten



aurpegia ezagutu modu sekuentzial batean (aurrea begiak, gero bekainak, gero sudurra eta abar), baizik eta aurpegi osoaren azterketa batera eginda.

Oilo-txiten kasu berbera da. Txitak harraparia zelatatzen du modu sekuentzial batean, une oro harraparia non dagoen aztertuta (eskuin-hemisferioarekin). Baina zereal-aleak harrietatik bereizteko irudi baten osotasuna aztertu behar du (ezker-hemisferioarekin).

Txitari bezalaxe, gizakiari ere abantaila nabarmenak ematen dizkio lateralitateak. Gainera, giza garunaren kanpoaldeko geruzetan lateralitatea handiagoa da barrukoetan baino. Argi dago konplexutasun-maila horietan abantailak desabantailak baino askoz handiagoak direla. Baina, bestalde, gizakia animalia da, eta ez da harritzekoa garuneko ezaugarrietan animalia-ezaugarriak aurkitzea. Lateralitatea da ezaugarri horietako bat. ●

Garunaren konplexutasunaren arabera, lateralitatea handiagoa edo txikiagoa da. Eta, hala ere, oinarrian, lateralitate-mota berdina da. Adituek uste dute horrek frogatzen duela kasu gehienetan lateralitatearen abantailak handiagoak direla desabantailak baino. ARG.: ARTXIBOKOA.

# CLOUD COMPUTING

## datuak eta aplikazioak lainoan

IGOR LETURIA AZKARATE  
Informatikaria eta ikertzailea

Gaur egun, sareko zerbitzu ugari ematen digute aukera gure datuak biltegitatu eta maneiatzeko. Kasu batzuetan, gainera, gure ordenagailuko disko gogor eta aplikazioek adinako ahalmen eta aukerak dituzte. Mota honetako web-zerbitzuak erabiltzeari *cloud computing* deritza, eta gero eta gehiago zabaltzen ari da joera.

Interneteko nabigatzaile modernoek, AJAX eta CSS tekniken bitartez besteak beste, aukera ematen dute elkarrekintza-maila handiko web-guneak egiteko, eta Interneteko konexioak gero eta azkarragoak dira; hori dela eta, gero eta gehiago erabiltzen da *cloud computing*: aplikazioak eta datuak lainoan, Interneteko amarauean alegia, exekutatzeko eta biltegitatzeko.

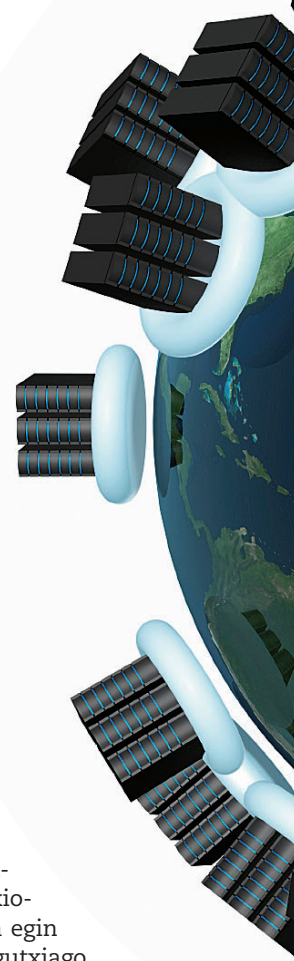
Horrela lan egiteak hainbat abantaila ditu: toki ezberdinetatik datu berdinekin lan egin ahal izatea (lantokitik eta etxetik, adibidez), dokumentuak beste batzuekin partekatu ahal izatea, softwarean aurrezteak... Desabantailak ere bai, ordea: pribatutasuna (enpresa askok, adibidez, ez dute atsegin beren datuak, konfidentzialak izan daitezkeenak, beste norbaiten esku uztea),

norberaren ordenagailuan baino motelago ibiltzea, konexio-arazoak daudenean ezin lan egin izatea, aplikazioek aukera gutxiago izatea... Zerbitzu batzuk erabat doakoak izaten dira, beste batzuk ordainpekoak eta beste batzuk mugatuak doako bertsioan baina ordainduz hobetzekoak. Bere gauza on eta arazoekin ere, *cloud computing* errealitate bat da.

### ERABILERA UGARI

*Cloud computing*aren adibiderik ezagunena posta elektronikoa da. Izan ere, jende askok erabiltzen ditugu web bidezko posta-zerbitzuak, hala nola Hotmail edo Gmail. Horietan, mezuak ez daude gure disko gogorrean, hornitzailearen zerbitzarietan baizik, eta mezuak kudeatu eta bidaltzeko aplikazioa ez da gure ordenagailuan instalatu behar dugun ezer, nabigatzailean exekutatzeko den hornitzailearen HTML eta JavaScript kodea baizik.

Biltegitatzeko da beste erabilera ohiko bat. Hainbat zerbitzu daude webean gure datu eta dokumentuak gordetzeko aukera ematen digutenak, hala nola Dropbox, Filebox edo Skydrive. Hain-







©ISTOCKPHOTO.COM/ANDY LIN

bat lagunen artean dokumentuak partekatzeko aukera emateaz gain, gure ordenagailuko disko gogorrarekin sinkronizatu ditzakegu biltegi birtual horiek normalean, eta horrek aukera ematen du toki edo ordenagailu ezberdinetatik lan egiteko.

Ohiko beste *cloud computing* mota bat ofimatikarena da. Webgune ugari daude gure dokumentuak, kalkulu-orriak edo aurkezpenak gorde, editatu eta partekatzeko. Editatzean, beharbada ez dituzte ordenagailuan instalatzen diren aplikazioek bezainbat aukera, baina kasu askotarako nahikoa eta sobran dira. Zerbitzu horietako ezagunena, beharbada, Google Docs da, baina badaude beste anitz: Zoho, ThinkFree eta abar.

 **Zerbitzu**  
batzuek aukera  
ematen dute  
ordenagailu oso  
baten ordezkua  
on line edukitzeko.

Eta, aipatutakoez gain, beste zerbitzu-mota ugari daude: irudiak biltegiratu eta editatzekoak, gure datuen segurtasun-kopiak on line egitekoak, hitzorduen, zereginen eta kontaktuen agendak eta abar. Esan daiteke ia edozein aplikazioren web-bertsioak ditugula. Izan ere, badaude ordenagailu oso baten ordezkua —sistema eragilea, disko gogorra eta aplikazioak— on line edukitzea ahalbidetzen duten zerbitzuak ere, eyeOS adibidez.

### ETORKIZUNeko JOERA?

Azkenaldiko hainbat joera teknologiko ikusita, pentsatzekoa da hurrengo urteetan gero eta gehiago erabiliko dela *cloud computing*. Adibidez, gero eta gehiago ikusten dira *netbook* ize-neko ordenagailu txikiak. Haien disko gogorrak eta ahalmena ez dira handiak, baina konektibitateko, hau da, Interneten erabiltzeko, ederto prestatuta datoz. Beraz, ezin egokiagoak dira on line aplikazioak erabiltzeko.

Bestalde, Google apustu argia ari da egiten *cloud computing*aren alde, normala denez, mota horretako zerbitzu ugari baititu (Gmail, Google Docs, Google Calendar, Google Wave...). Testuinguru horretan ulertu behar dira azkenaldian egin dituen hainbat mugimendu. Adibidez, Google Chrome Interneteko nabigatzailea atara du, orrien kargatzea eta Javascript kodearen exekuzioa azkarrago egiten dituen, *lainoko* aplikazioak hobeto exekutatzeko. Eta duela gutxi aurkeztu du Google Chrome OS sistema eragilea: Linuxen oinarritutako sistema eragile bat da, dakarren aplikazio bakarra Google Chrome nabigatzailea duela. Laster jarri nahi dituzte salgai sistema eragile hori dakarten ordenagailuak, eta, haiekin, *lainoko* zerbitzuak bakarrik erabili ahal izango dira.

Ziurrenik, *cloud computing*ak ez ditu inoiz erabat ordezkatu ohiko mahai gaineko aplikazio eta sistema eragileak, baina badirudi haien erabilerak gora egingo duela. Hurrengo urteetan, ohiko konputazioa eta *lainokoa* elkarrekin bizitzen ikusiko ditugu, eta, kasuan kasu, bata ala bestea erabiliko dugu. ●

ARTURO ELOSEGI

*Landare-biologia eta Ekologia Saila.  
Zientzia eta Teknologia Fakultatea. EHU.*

# Skinner-en usoak

**BF Skinner (1904-1990) psikologo amerikarrak usoak ikertu zituen garunaren oinarritzko mekanismoak aztertzeko. Usoak kaiola batean sartu, eta, aleak emanaz sarituta, jokabide bitxiak egiten irakastea lortu zuen. Hala ere, bere aurkikunde sonatuena usoak karioletan sartu eta aleak automatikoki makina batez askatuta egin zuen. Aleak modu erregularrean zein zoriz askatuta, usoek jokabide bitxiak garatzen zituzten. Kasualitatez uso batek hegoak zabaltzeko unean erori zela alea? Usoa hegoak zabaltzen hasten zen, eta, noski, azkenean beste ale bat erortzen zen. Horrek usoaren jokabidea indartu egiten zuen, eta hegoak zabaltzeko “teknika” ustez gero eta hobeak garatzen zituen, nolabait makina aleak askatzera behartu nahirik edo. Skinnerren ustez, esperimentu hark azaltzen zuen nola sortzen den sineskeria.**

Animaliak patroien bila gabiltza beti, gure biziraupenerako garrantzitsua baita. Tamalez, patroiak aurkitu nahi horrek inolako patroirik ez denean ere ustez aurkitzera garamatza, alegia, gure burua engainatzen. Eta Skinnerren usoak bezala ibiltzeko arriskua dugu, euriaren dantza eginez batzuk, terapia alternatiboetan besteak; guztiak, usoak bezala, bereak funtzionatu egiten duela konbentzitu.

Duela gutxi telebistan ikusia: Galiziako arrantzale bat kazetariari azaltzen nola harrapatzen den olagarroa. Behin uretatik aterata, garrantzitsuena arroken kontra kolpatzea omen, gainerakoan oso gogor geratzen baita haren haragia. Kolpatze horretan arreta handia jarri behar omen da: kolpe-kopuru bakoitia eman behar zaio, inoiz ez bikoitia. 13 edo 15 kolpe emanda, guri-guri geratzen da; 12, 14 edo 16 emanda, berriz, gogor-gogor. Bizi osoa olagarrotan eman duenak ongi baino hobeki daki zer eta nola egin behar den.

Nik ez dut inoiz olagarrorik harrapatu, gutxiago harrien kontra kolpatu, baina, nire aburuz, jokabide horrek ez du, ez hankarik, eta ez bururik, eta arrantzale hori Skinnerren usoen pare dabilela uste dut, eraginik ez den tokian eragina ikusi nahirik. Norbaitek kontrakoaz konbentzitu nahi banau, erakusten ahal dit meka-

nismo posible bat, edo ongi egindako esperimentu bat. Hala ere, zenbat aldiz ez ote ditugu ikusten gisa horretako sineskeriak?

Euskal Herrian berriro indarra hartzen ari den kontu bat aipatzearren, azter dezadan Ilargia, askok uste baitute ilargialdiak kontuan hartu behar direla, eta ez soilik baserri-munduan. Horretaz ustez zerbait dakienak kontatuko dizu egurra ilberrian egin behar dela, orduan baitaude enborrak idorren. Bai, badakit Ilargiak sortzen dituela mareak, baina badakit, baita ere, Ilargiaren erakarren grabitatorioa Lurra baina hamar milioi aldiz txikiagoa dela gurean, eta, beraz, nekez markatu dezakeela horrek alderik enbor batek duen ur-kantitatean. Are gehiago, badakit landareek ura eskuratzeko duten gaitasuna (haien potentzial hidrikoa) luraren eta airearen hezetasunarekin lotuta dagoela, eta horiek egun bakar batean askoz diferentzia handiagoa eragin dezaketela Ilargiaren erakarren grabitatorioak hila-bete osoan baino. Gainera, uraren kontu hori horren nabarmena balitz, zuhaitzek ez ote lukete ilberrian zimeldu eta ilbe-tean lerdendu behar? Zerbait ez dut kontuan hartu? Zer ahaztu dut? Onena, adituei galdetzea.

Ilargiaren eraginaz asko omen dakien norbaitekin hitz egin, eta gauza gero eta



sinesgaitzagoa egiten da. Lehenik, goian aipatu dudan ilberriarena soilik pagoa bezala hosto-ertza leuna duten zuhaitzentzat omen. Haritzentzat eta hark bezala hosto-ertza zerratua dutenentzat, berriz, ilbehera omen garairik onena (edo, herriaren arabera, ilbetea). Hosto leuna eta zerratua dituzten espezieen zerrenda egiten saiatu naiz hainbat aditurekin, baina horiek ez etortzen bat! Batentzat leuna, eta, beraz, ilberrian moztu beharrekoa dena, bestarentzat zerratua eta ilbeherakoa. Eta oraindik ez dut aurkitu bere sailkapenean zalantza-izpirik zuenik.

Baina segi dezagun aurrera. Edozein adituk azalduko dizunez, Ilargiak sekulako eragina du, ez soilik egurketarako. Alo-

***P*atroiak aurkitu nahi horrek inolako patroirik ez denean ere ustez aurkitzera garamatza, alegia, gure burua engainatzera.**

rrean erein edo landatzeko, ilea mozteko, gorotza zabaltzeko, zerria hiltzeko eta eguneroko beste hainbat lanetarako kontuan hartzen ez baduzu, gorriak ikuste-

koak zara. Agian horregatik urdinduko zitzaidan niri kaskoa, agian horregatik soil-tzen hasi...

Kasu hauetan Ilargiaren erakarpen grabitatorioarekin, mareekin, edo nahi duzunarekin izan litezkeen loturak gero eta ilunagoak dira. Baina adituek behin eta berriz baietz, sekulakoa dela eragina. Eta halako batean ikasiko duzu, aditurik adituenak esanda, badela beste gauza bat oso kontuan hartzekoa egurketarako, alorrerako, ilea mozteko, gorotza zabaltzeko zein zerria hiltzeko: ez ezazu sekula ahaztu ostiralak Ilargia aldatzen duela, alegia, ilberrian egon arren ostirala bada ilbehera balitz bezala funtzionatzen duela. Argi eta garbi, zalantzarik gabe, eta guztiek kontatuko dizute, gainera, araua bete ez zuten kasu batean nola usteldu zitzairen egurra, gorotza zabaldu baina landarerik hazi ez, nola tejotu zen zerri-  
kia, dena bota egin behar izan zutela. Eta ostiralen kontu horren arrazoa? Oso sinplea: Jesukristo ostiralez hil zuten.

Ilargiaren kontu horrek, garai bateko beste hainbat sinesmenek bezala, interes etnologiko handia izanen du. Askok diote ohitura zahar horiei eusteak ez dakarrela inongo kalterik. Nire lagun bat, ordea, asper-asper egina dago gaur egun oraindik bere bizimodua Ilargiaren arabera antolatzearekin; baina esaiozu aitona asteburu horretan beste plan bat duzula, hurrengoan zabalduko duzuela gorotza.

Gauza batek kezkatzen nau: gure burua zeinen aisa engainatzen dugun ikusteak, ongi trebatutako jende modernoa ere nola erortzen den behin eta berriz sineskerian eta antizientifismoan. Erdi Aroan ulertzekoa zena gaur barkaezina iruditzen zait. Baina, tira, Skinnerren usoz beteta dugu mundua.

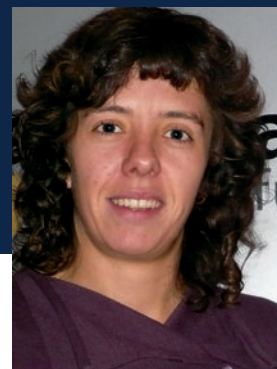
Beste batean homeopatiatzat idatzi beharko dut. ●



©ISTOCKPHOTO.COM/SYKONO

IDOIA MENDIZABAL

Azaro Fundazioa. Behatokiko akuikultura-arduraduna.



# AKUIKULTURA

## hazten ari den sektorea

**Akuikultura mundu osoan hazten ari den jarduera da. Arrantza-baliabideak behar baino gehiago ustiatzeak, gizakion janari-beharrak eta arrantzarri jarritako mugek eragin dute jarduera horren gorakada. Eta dagoeneko aberastasun- eta lanpostu-iturri bilakatu da, Euskadi bezala arrantzatik bizi diren edo bizi izan diren herrialdeentzat.**

### EGOERA MUNDUAN

Gaur egun munduan kontsumitzen den arrainaren ia erdia akuikulturatik dator (% 45), eta espero da 2015ean % 50era iritsiko dela (FAO, 2008). 60 milioi tona ekoizten dira urtero akuikultura bidez, eta, batez beste, % 8 hazi da jarduera urtero, 50eko hamarkadatik. Beraz, arrantza-industrian hazkunde handiena duen sektorea da gaur egun, eta, gainera, munduan gehien hazten ari den elikagaien ekoizpen-sektorea. Izan ere, haragiaren ekoizpenari lotutakoek, adibidez, % 2 inguruko hazkundea dute. Akuikultura gehien Asian egiten da, eta, zehazki, Txinan: munduan ekoizten den arrainaren % 67 baino gehiago produzitzen da han (FAO, 2007).

Uretako ekoizpenaren teknologietan izandako aurrerapenak lagundu dute akuikultura munduan horrenbeste garatzen. Hiru ezaugarritan oinarritu da, funtsean, akuikultura modernoaren arrakasta: espezieen ugalketa-kontrollean izandako aurrerapenak, biologiaren ezagutza, eta berariazko janarien garapena.

FAOren datuen arabera, nazioarteko arrantza-tokien % 70 behar baino gehiago ustiatzen dira, eta arrantzatzen diren kantitateek goia jo dute; espezie komertzial gehienak ezin dira hori baino gehiago arrantzatu. Beraz, itsas produktuen kontsumo-igoerak akuikulturaren oinarritu beharko du, eta janari-iturri garrantzitsu bilakatuko da. Zehazki, FAOren eredu estatistikoek iragarri dute 183 tonakoa izango dela arrain-eskaera 2030ean. Eta eskaera hori asetzeko moduko eskaintza egon dadin, 40 milioi tona hazi beharko da akuikulturaren urteko ekoizpena.

### EGOERA EAE-N

Euskal Autonomia Erkidegoan, akuikultura oso gutxi garatu da orain arte. Erkidegoaren arrantza-ekoizpenaren % 1,2 besterik ez da, eta Espainian egiten den akuikultura-bolumenaren % 0,2. Garapena hain txikia izateko arrazoiak hainbat dira, eta honako hauek dira horietako batzuk: kostaldea erabiltzen duten jardueren arteko lehia handia da (kontserbazioa, turismoa, hondartzak, bizitokia...); lurzoru erabilgarri gutxi dago itsasbazterrean; bertako itsasoaren eta eguraldiaren ezaugarriak ez dira egokiak orain arte eskura izandako hazkuntza-teknologietarako; itsas sektoreak eta arrantza komertzialak sustrai kultural indartsuak dituzte; produktuen esportazio/inportazio ratioak oso aldekoak dira; eta ez dago masa kritikorik I+G+B arloan, ez eta akuikultura-teknologiaren eskuragarritasunik ere.

Hala ere, gorantz ari den sektorea da, hazteko gaitasun handia du EAEn, eta aukerak eskainiko dizkigu, akuikultura-jarduerak abiatuz gero. Erauzketa-arrantza-ren sektorea osa dezakeen jarduera izan daiteke akuikultura, lehenengoa muga jota dagoenez gero, eta beherantz ere egin dezakeenez gero. Ondorioz, orain arte erauzketaren sektorean lan egin duten pertsonen lanpostuak emateko ere balioko lezake akuikulturak. Gainera, jarduera berriak garatuz gero, handitu egingo da



jarduera horiek behar duten industria osagarriaren eskaria: osagaien fabrikazioa, aholkularitza, instalazioen mantentze-lanak, elikadura-beharretara egokitutako janariaren ekoizpena...

2008az geroztik, Akuikulturaren Plan Zuzentzailea martxan dago EAEn (2008-2013 epealdirako), eta akuikultura garatzeko beharrezkoak diren jarraibideak ematea da planaren helburua. Plan horretan aztertuta eta jaso dira zein diren espezie lehiakor nagusiak, erabiliko diren teknikak, jarraitu beharreko ikerketa-lerroak, beharrezko azpiegiturak...



*Euskal Autonomia  
Erkidegoan, akuikultura oso  
gutxi garatu da orain arte.  
Erkidegoaren arrantza-  
ekoizpenaren % 1,2 besterik  
ez da.*

Beste alde batetik, teknologiak garatu dira, Euskal Herriak bezala akuikulturaren aritzeko aukera gutxi duten lurraldeen beharretara egokituta. Gaur egun badira merkatuan hainbat teknologia —akuikultura-ekoizpenerako sistemak— itsasertzetik urrun ere kokatu daitezkeenak, eremu askoz ere txikiagoak erabilita ekoizpen-tasa bera eskaintzen dutenak, eta baita Kantauri itsasoaren ezaugarrietara egokitu daitezkeenak ere. Horrela, itsas zabalean ere ekoitzi ahal izango genuke.

EAEn kasuan, ezinbestekoa da balio erantsi handiko espezieak haztea, lehiakorrak izateko, eta kantitatearen bidez lehiatzen diren beste herrialde eta eskualdeetatik bereizteko. Horri lotuta, geroz eta espezie gehiago dira ziklo biologiko osoa ikerketa-zentroetan garatzeko moduan direnak, eta maila industrialean hazteko aukera eskainiko dutenak.

EAEn duen beste abantaila bat da gaitasun handia duela akuikulturaren hazitako espezieak transformatzeko, kontserba-industriaren eta/edo arrain-handizkarien bidez.

Akuikultura garatzeak lehengai egonkorra eskainiko die arrain-handizkariari eta kontserba-industriari, eta, horrekin, balio erantsi handiagoa duen produktua ziurtatuko dio (ontziratua, xerratua...), baita egonkortasuna ere kontserba-industriari —gaur egun, erauzketa-sektorearen gora-beheren mende dago ia erabat—.

Horrenbestez, arraina akuikulturaren bidez ekoizteak aukera emango digu janari-ekoizpenean mendekotasuna txikitze-

ko, eta neurri handiagoan izateko gure buruaren jabe. Halaber, balio erantsi handiko espezieak esportatzeko aukera sorlezake, eta EAE lehiakorragoa bihurtu. Bide horretan ari gara lanean, ikerketaren, formazioaren, ekintzailetasunaren eta enpresa-sorkuntzaren arloko hainbat erakunde, administrazioarekin batera, akuikulturaren garapena azkartu dadin gure herrialdean. ●



Akuikulturarako instalazio bat, Grezian. ARG.: ©DOMENICO PELLEGRITI/123RF.

# Sinetsi beharreko zerbait

GUILLERMO ROA ZUBIA

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

**B**adakizu Lurra “biribila” dela. Ideia hori, gainera, zientziaren aurrerapenaren paradigma bat da gaur egun. Baina paradigma izaterainoko bidea luzea eta konplexua izan da.

XIX. mendearen bukaeran, adibidez, Lurra lau dela sinesten zuen jende kulturaduna topatu zuen Joshua Slocum nabigatzaileak. Eta arazoak izan zituen haiekin, Slocum aldarrikatzen ari zelako bakarrik belaontzi batean munduari bira eman ziola. Gaur inork ez du zalantzan jartzen Slocumen lorpena, baina perspektiba historiko hartatik ikusita ulertzekoa da jendearen zalantza.

Proba bat egin dezakegu. Nola dakigu Lurra ez dela lau? Norbaitek hala argudiatu duelako edo hala hautematen dugulako? Gure inguruari begiratuta, Lurra “biribila” izatea beste aukerarik ez al

**Zientzialaririk argienak ere ezin du dena frogatu. Beste zientzialariek konfiantza izan behar du. Ontzat hartu behar ditu frogatu ezin dituen kontzeptuak.**

dago? Badira horren frogak, noski. Baina beste norbaitek aurkeztu izan ez balizkigu, gu geu froga horietaz jabetzeko gai izango ginateke? Pertsona gehienek kasuan, seguru asko, erantzuna ezezkoa da.

Oro har, zientziak horrela funtzionatzen du. Zientzialaririk argienak ere ezin du

dena frogatu. Beste zientzialariek konfiantza izan behar du. Ontzat hartu behar ditu frogatu ezin dituen kontzeptuak. Kontua da beste horiek ere beste batzuek egindakoa ere onartu behar dutela eta abar. Eta horrela, noiz arte? Bada, une bat iristen da zeinetan onartu beharrekoa ez den beste inork frogatutako ideia bat. Frogatu ezin den zerbait onartu beharra dago. Oinarritzko ideiak eta printzipioak dira, eta axioma deitzen diegu.

## ZERGATIK

Errazena da adibide bat ematea. Eta bide egoki bat adibideak aurkitzeko zergatik galdera erabiltzea da, umeez egiten duten bezala.

Zergatik da “biribila” Lurra? Materia asko duelako, eta, grabitatearen eraginez, materia hori guztia Lurraren zentrorantz bideratuta dagoelako. Eta grabitateak zergatik eragiten du hori? Bada, materiak bere burua erakartzen duelako (hori da grabitatea). Bai, baina zergatik erakartzen du materiak bere burua? Une honetan arazo bat dugu; zaila da horren zergatia azaltzea, baina Einsteinek egin zuen, erla-



tibitate orokorraren bitartez: “materiak inguruko espazioa eta denbora desitxuratzeko dituelako”, esan zuen zientzialari ospetsuak. Hala eta guztiz ere, horrek ez dio galdeketari amaierarik ematen. Zergatik desitxuratzeko dituzte materiak inguruko espazioa eta denbora?

Une bat iristen da zeinean erantzun posible bakarra hauxe den: “Horrela delako”. Eta, agian, zientziak argituko du etorkizuneko zergatik den hori horrela; baina azalpenari ere galde dakioke zergatik. Frogarik gabe onartu behar dugun zerbait sinetsi behar dugu. Axioma batera iritsi gara.

Axioma batzuk ez dira Einsteinen erlatibitatea bezain gogorrak ulertzeko. Zientziak onartzen duen axiometako bat da, adibidez, esperimentu batek emaitza bera emango duela edozein tokitan eginda ere. Kondizio berdinetan egindako erreakzio kimiko batek emaitza bera emango du Brasilen eta Thailandian. Eta gaur edo hemendik bost urtera eginda. Ez badu emaitza bera ematen, onartzen dugu kondizioak ez zirela bietan berdinak, baina ez dugu ondorioztatzen printzipio kimikoak ezberdinak direla bi lurralde horietan, edo denborarekin aldatu egiten direla. Brasilgo elektroi bat eta Thaiandiako beste bat berdin-berdinak dira, eta ez dira denborarekin aldatzen. Ezin da hori frogatu leku eta garai guztietarako, baina zientziak onartzen du ideia hori. Axioma bat da.

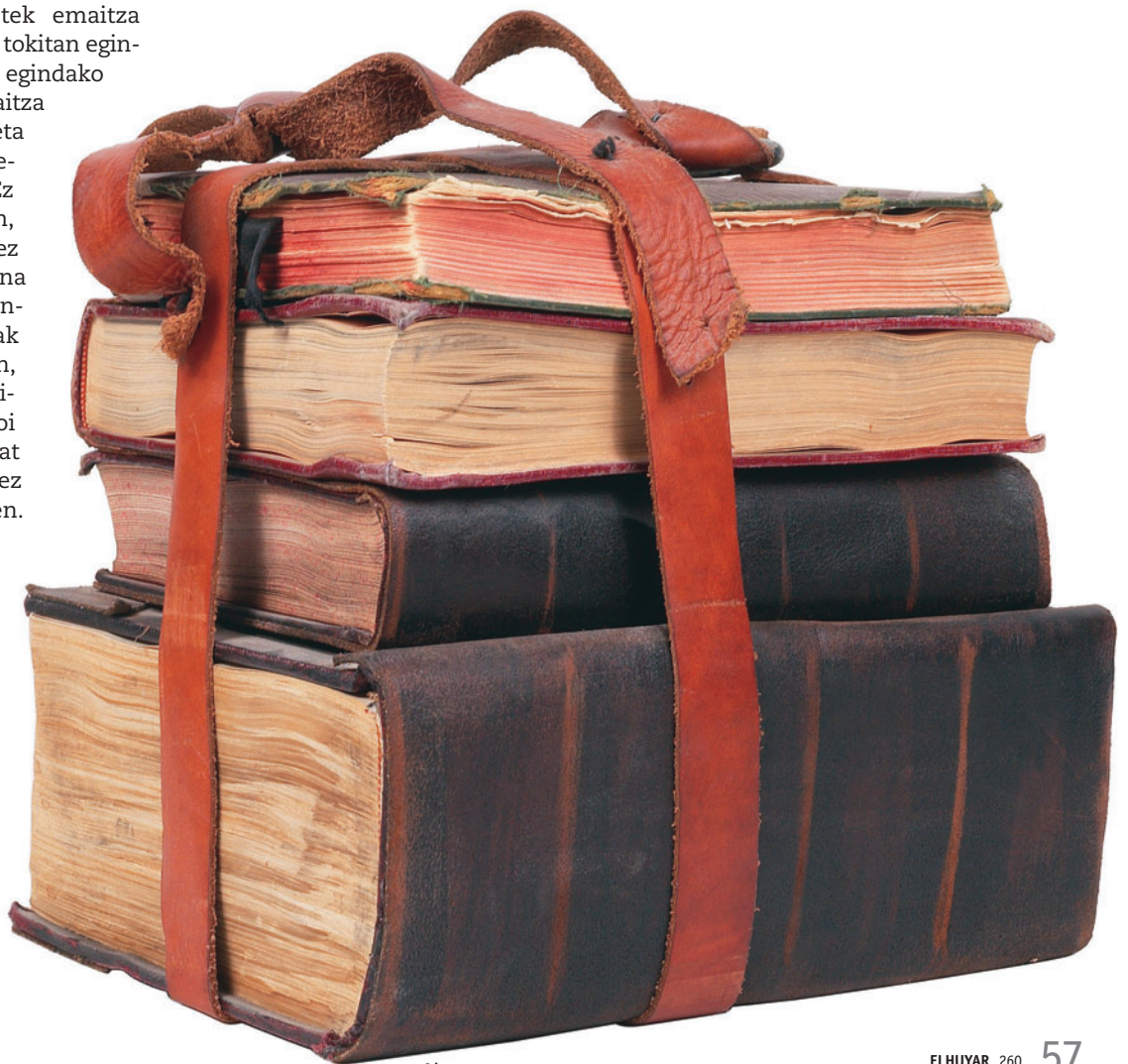
Zientziaren adar guztiek erabiltzen dute, gainera, berezko axioma-multzo bat. Platon bera konturatu zen matematikan oinarritzekoak direla. Beste batzuek definitu dituzte teoria matematikoak esanez axioma-talde

**Axioma batzuk  
begi-bistakoak dira;  
adibidez,  $1=1$  axioma bat da.  
Begi-bistakoa. Hain zuzen,  
horregatik da axioma bat.  
Ezin da frogatu  $1=1$  dela,  
baina egiaztat hartzen dugu.**

bat eta axioma horien ondorio zuzenak (teorema) besterik ez direla. Axioma batzuk begi-bistakoak dira; adibidez,  $1=1$  axioma bat da. Begi-bistakoa. Hain zuzen, horregatik da axioma bat. Ezin da frogatu  $1=1$  dela, baina egiaztat hartzen dugu.

Oso-oso begi-bistakoak iruditu arren, sinplekeria horiek definitzea oso garrantzitsua da, axioma teorien oinarria delako; eta oinarri horietako bat ez bada zuzena, horren gainean eraikitako zientzia guztia zakarretara bota beharrekoa da. Adar batzuetan, gainera, eztabaida sutsua da zein diren axiomak eta zein ez diren, hautespen naturalaren teorian, adibidez.

Eta kontuan izan behar da axiomatizat hartutako batzuk okerrak direla frogatu dela. Amerika aurkitu izanak, adibidez, ordura arteko botanikaren eta zoologiaren axioma batzuk astindu zituen; eta urte batzuk geroago, hain zuzen, Lurra biribila dela frogatu ahal izan zuten: Europarren axioma handienetako bat bertan behera geratu zen. ●



# RUTHERFORDEN

## ondarea

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

IRUDIA: MANU ORTEGA

**H**eriotza haiek Rutherfordekin erlaziorik bazuten ikertzea zen David Coggon-en egin beharra. 2007 eta 2009 bitartean pankreako minbiziarekin hildako hiru pertsonaren kasuak jarri zuen abian ikerketa. Hiru pertsona haiek Manchesterko Unibertsitatean egiten zuten lan; hirurek Rutherford Buildingen. Eta aurreko urteetan ere izan ziren antzeko beste hiru heriotza, leku berean lan egindako pertsonenak.

Hainbatek mende bat lehenago Rutherfordek berak eraikin hartan egindako esperimentuekin lotu zituzten heriotza haiek. Eta, auzia argitzeko, ikerketa egiteko eskatu zion unibertsitateak Coggoni, Erresuma Batuko Ikerketa Medikoaren Kontseiluko epidemiologoari.

Ernest Rutherford 1907an iritsi zen Manchesterko Unibertsitatara, eta 1919ra arte aritu zen han ikertzen eta irakasten. Haren laborategia gaur egun Rutherford Building den horretan zegoen. Laborategi hartan, elementu erradioaktiboekin aritu zen lanean; eta hantxe aurkitu zuen Rutherfordek, erradioaktibitateari esker, atomoaren egitura nolakoa zen.

Gizon handia izan zen Rutherford, baita fisikoki ere. Ez zen bereziki argia, eta haren lagun James Chadwick-en arabera, esperimentazioan ere ez zen bereziki ona. Baina nekaezina zen. Itxuraz irtenbiderik ez zuten problemen aurrean inor baino tematiagoa zen, ez zuen etsitzen. Eta azalpen heterodoxoei irekia zuen burua. Gainera, bere buruarekin konfiantza handia zuen. C. P. Snow fisikariak hala entzun omen zion behin jostunarenean: “Egunetik egunera hedatzen ari naiz fisikoki; baita mentalki ere”.

**Kalkulatu zuten atomoaren nukleoa atomoa bera baino 10.000 aldiz txikiagoa zela, eta han pilatzen zela atomoaren ia masa guztia.**

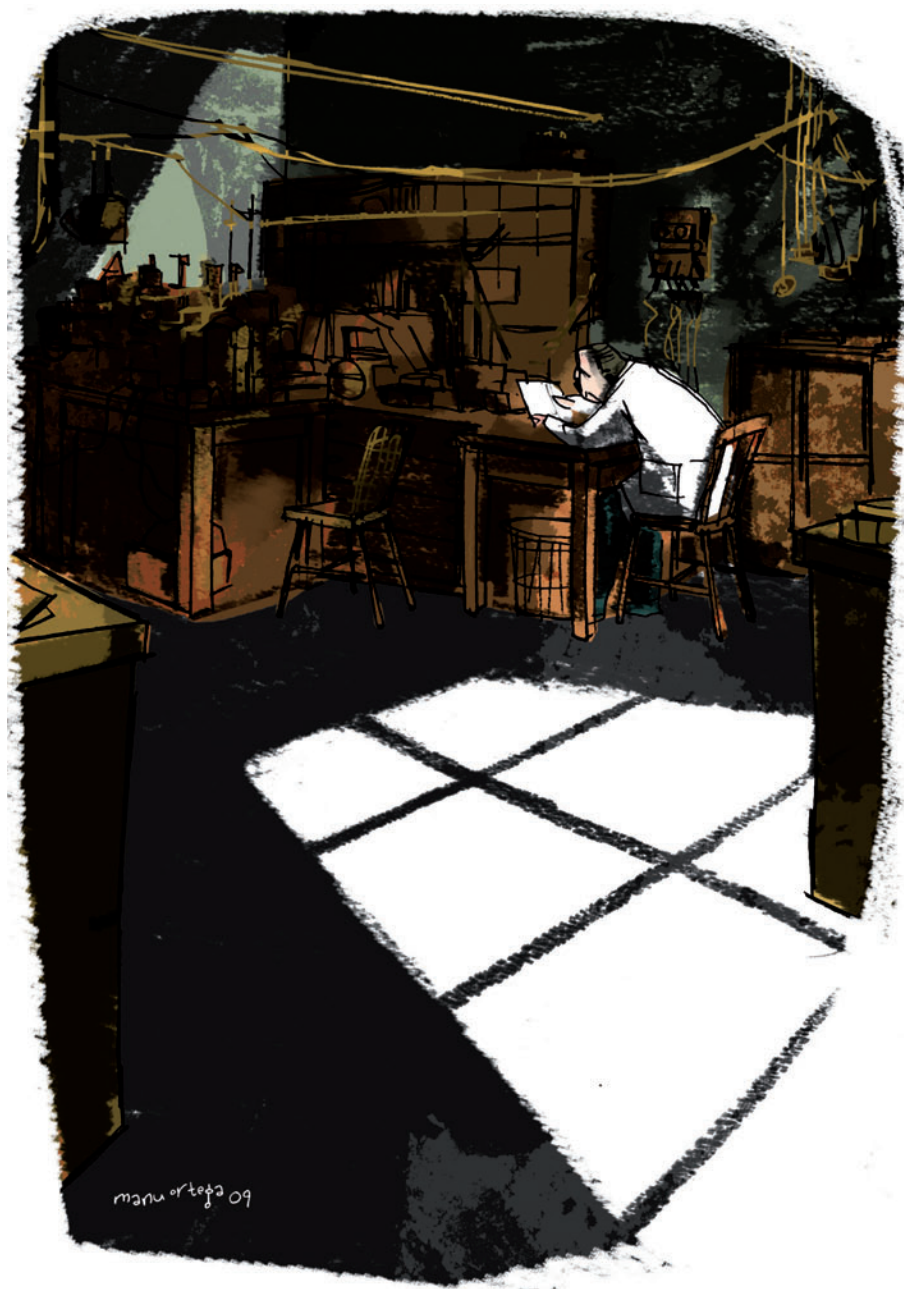
Sinpletasuna gogoko zuen; “ni neu gizon sinplea naiz” esan ohi zuen. Eta egitateak ziren garrantzitsuena Rutherfordentzat; teoria “iritzi” baten parte besterik ez zen. Hala, Enrico Fermik neutroiekin zenbait elementu desintegratzea lortu zuenean idatzi egin zion, “fisika teorikotik ihes egitea lortzeagatik” zoriontzeko.

Zeelanda Berrian jaioa, 1895ean iritsi zen Ingalaterrara, Cambridge Unibertsitateko Cavendish laborategira. Hurrengo urtean aurkitu zuen Henri Beckerelek erradioaktibitatea; eta Rutherfordek fenomeno berri hura ikertzeari ekin zion.

1898an Kanadara joan zen, Montrealgo McGill Unibertsitatara. Han, urtebetera, uranioarekin lanean ari zela, aurkitu zuen gutxienez bi erradiazio-mota igortzen zituela, eta alfabeto grekoaren lehenengo bi hizkiekin izendatu zituen: alfa eta beta izpiak. Eta, 1903an, Frederick Soddy-rekin batera, ondorioztatu zuen erradioaktibitatea elementuen desintegratzeak eragiten zuela. Benetako iraultza izan zen, garai hartan materia suntsiezintzat baitzuten zientzialariek. Curie senar-emazteek ere bi urte behar izan zituzten ideia hura onartzeko, nahiz eta beraien frogatua zuten elementu erradiaktiboek masa galtzen zutela.

Soddyk eta Rutherfordek substantzia erradiaktiboen desintegratze-tasa kalkulatu zuten. Eta ikusi zuten desintegratze haietan askatutako energia bestelako erreakzio kimikoetakoa baino 20.000 edo 100.000 aldiz handiagoa izan zitekeela. Eguzkiaren energiak jatorri hori izan zezakeelako hipotesia bota zuen Rutherfordek. Eta elementu erradiaktiboak datazio geologikorako erabil zitezkeela ere proposatu zuen.





Azkenean, azalpena aurkitu zuen: atomoaren zati handiena espazio hutsa zen, eta, horregatik, partikula gehienak arazorik gabe pasatzen ziren; baina atomoaren erdigunean nukleo txiki bat zegoen, eta horrek eragiten zuen partikula batzuk desbideratzea.

Milaka eta milaka distira kontatu ondoren, kalkulatu zuten atomoaren nukleoa atomoa bera baino 10.000 aldiz txikiagoa zela, eta han pilatzen zela atomoaren ia masa guztia.

Lehenengo Mundu Gerra etorri zenean, itsaspekoak detektatzeko metodoak iker-tzen jarri zuten (sonarraren aitzindaria ere bada). Metodo haiei buruz hitz egiteko hainbat aditu ingelesekin bilera zuen egun batean, Rutherford ez zen azaldu, eta kargu hartzera joan zitzaizkionean, honela erantzun zuen: "Lasai, mesedez! Oraintxe bertan esperimendu kurioso batzuekin ari naiz, eta, badirudi atomoa apurtzeko gai izan gaitezkeela. Hori egia balitz, ez al zaizue iruditzen aurkikuntza hori zuen gerra guztia baino garrantzi-tsuago dela?"

Eta gerra amaitutakoan lortu zuen. 1919an konturatu zen nitrogenoa alfa-izpiekin bonbardatzean nitrogeno-atomoaren nukleotik protoi bat ateratzen zela, eta, hala, nitrogenoa oxigeno bihurtzen zela. Lehenengo transmutazio artifiziaia izan zen.

Rutherford fisika atomikoko Newton izan zela esan zuen behin James Jeans fisikari, matematikari eta astronomo britainiarrak. Izan ere, Rutherfordek utzi digun ondare zientifikoa ez da nolanahikoa. Baina bestelako ondarerik ere utzi ote zuen? Manchesterko heriotzetan izan al zuen eraginik Rutherforden lanak?

1999an, Rutherford Buildingeko lau gelatan poluzio erradiaktiboa eta merkurioa aurkitu zituzten; eta garbitu egin zuten. Hala ere, Coggonen ondorioztatu du garbiketa egin aurretik ere poluzio maximoa jaso zuen langile batek jasotako dosia urteko 1,9 milisievert-ekoa izango zela; zentral nuklearretako langileentzat ezarrita dagoen dosiaren hamarren bat. Coggonen dio seguru dagoela heriotzak kointzidentzia hutsa izan direla. ●

Lan haiengatik, Kimikako Nobela eman zioten 1908an. Bai, kimikakoa. Rutherfordentzat, gainera, fisika beste zientzia guztien gainetik zegoen nabarmen. Saria eman ziotenean esan zuen inoiz ezagutu zuen eraldaketarik azkarrena izan zela fisikaritik kimikarirako eraldaketa hura.

Nobela eman ziotenerako Manchesterren zegoen, eta oraindik asko zuen eskaintzeko. Nobelaren urte berean, Hans Geiger-ekin batera, ikusi zuen alfa partikulek distira egiten zutela zink sulfurozko pelikula batean jotzean. Hala, distira

haiek behatuz, alfa partikulak banan-banan konta zitzaizkion, eta baita haien bide jarraitu ere.

19 urteko Ernest Marsden ikaslea jarri zuen alfa partikulekin urrezko orri bat bonbardatzen eta distirak behatzen. Partikula gehienek zuzen-zuzenean zeharkatzen zuten urrea, baina gutxi batzuk desbideratu egiten ziren, eta 20.000tik batek atzerantz errebotatzen zuen. Harrigarria zen! Rutherfordek geroago esango zuen zelofan-paper bati kanoi-bala bat jaurti eta errebotatzearen parekoa zela hura.

# GIZAKIA ere ANIMALIA da

GUILLERMO ROA ZUBIA

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

**I**zenburua aldarrikapen bat da. Jesús Mosterín filosofoak oso gustuko ditu animaliak, eta liburu honetan antzematen zaio. Gizakia animalia da, gogoratzen digu, eta horretaz jabetu egin behar da. Biologiaren ikuspuntutik da animalia, bai eta jokabidearen ikuspuntutik ere. Hain zuzen ere, liburu hau, gizakiari buruzkoa izan gabe, gizakiaren animalia-senari buruzko gogoeta egiteko aproposa da.

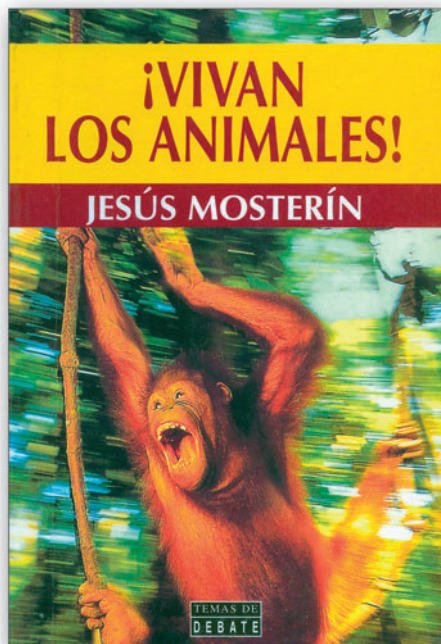
Egilearen hitzetan, liburua “zientzia, filosofia, dokumentazioa eta gogoeta etikoa biltzen dituen nahaste bat da”. Bi zati nagusi ditu. Lehenengoak animaliak goraitpatzen ditu, eta bigarrenak, berriz, animalien aurkako krudeltasuna salatzen du. Lehenengoa zientziaz beteta dago, eta bigarrena filosofiaz. Eta bi zati horien bitartez, egileak dibulgazio-lana egiten du, eta, horrekin batera, animalien etikari buruzko iritzia ematen du.

Lehen zatia biziaren sorreratik abiatzen du. Gero, animalien erreinua aurkezten du, bizidun-talde horren eboluzioa azalduta. Horretaz gain, nerbio-sistema, zentzumenak eta inguruari egokitzeko ahalmena aztertzen ditu. Eta mina eta heriotza. Azkenik, primateen nagusitasuna aztertzen du.

Hortik aurrera, liburuaren bigarren zatian, Mosterínek animaliekin zerikusia duten alderdi etikoei buruz idazten du. Gaitzat hartzen ditu gizakiaren eta beste animalien arteko harremana (txakurren kasutik abiatuta aztertzen du), ikuspuntu antropozentrikoaren eragina, laborategiko animaliak, jateko hazten ditugun animaliak eta animalien tortura. Azkenik, animalien esku-bideei buruz hitz egiten du, eta gogoeta ekologiko zabal batekin bukatzen du liburua.

Mosterínek idatziei ematen dien balio erantsia da zientzian jantzia dagoen filosofo baten ikuspuntua dela, eta pentsamendu oso argia duen idazlea dela. Animalien gaiaz gain, idazle honek asko idatzi du filosofiari buruz, pentsamenduaren historia ere tratatu du, baita zientziaren eta matematikaren axioma-multzoari buruz ere.

Azken argitalpenetan, animalien gaiaz ere idatzi du kulturari buruzko liburu batean. ¡Vivan los animales! Jesús Mosterínen liburuetako bat besterik ez da, baina haren pentsamenduaren erdutzat hartzeko modukoa. ●



i

## ¡Vivan los animales!

Jesús Mosterín

Ed. Debate

210 x 143 mm

ISBN: 84-8306-141-4



# SATORRAK

dani fano ILARGIAN



- 1 12:29an, behezanako nodotik pasatuko da.  
20:00etik, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena).
- 3 08:08an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin  $6,3^{\circ}$ -ra.
- 6 12:54an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin  $7,4^{\circ}$ -ra.
- 7 10:45ean, Ilbehera.
- 8 Gehienezko librazioa latitudean ( $b = 6,84^{\circ}$ ) eta longitudean ( $l = 7,15^{\circ}$ ). Muturrak behatzeko une egokia.
- 14 23:18an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 15 07:13an, Ilberria. Nodoko igarotzetik hurbil egongo denez, eratzun-itxurako Eguzki-eklipsea izango dugu; izan ere, Ilargia apogeoitik (Lurrekiko distantziarik handiena) 40 ordura besterik ez da egongo. Gure latitudeetatik ezin izango da ikusi. Indiako ozeanoan izango da maximoa, eta eratzun-itxurako faseak 11 minutu eta 8 segundo iraungo du.
- 17 01:43an, apogeoitik pasatuko da (Lurrekiko distantziarik handiena).
- 18 06:22an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin  $4,3^{\circ}$ -ra.

- |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| A  | A  | A  | 0  | 0  | 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 | 28 | 30 | 31 |



zenita



Hegoaldea

Mendebaldea

### Jupiter

Hilaren 1ean, Eguzkia sartu eta 4 ordua sartuko da Jupiter, eta 2 ordu baino gutxiagora hilaren 31n. Hilaren 15ean, mendebalde hego-ekialdeko horizontetik  $12^\circ$ -ra egongo da arratsaldea amaitzean. Haren magnitudea oraindik  $-2$  bada ere, argi-poluzioak eta zeruaren behealdeetako uhertasunak oztopatu egingo dute behaketa. 22 h-ko igoera zuzena.  $-13^\circ$  eta  $-11^\circ$  bitarteko deklinazioa. Aquariusen. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat,  $-2,1$ etik  $-2,0$ ra.

Hilaren 18an, Ilgoraren ondoan ikusi ahal izango da.

### Saturno

Hilaren 1ean, gauerdian aterako da, eta hilaren 31n, 22:00ak aldera. Virgoren mendebaldearen erdian, gure meridianotik  $45^\circ$ -ra igoeroko da. Hilaren 13an, egonkor aurkituko da, eta, ondoren, urteko erretrogradazio-begizta hasiko du. Martxoaren 22an hasiko du bere oposizioa. Eratzunen inklinazioa  $+4,7^\circ$  da. 12 h-ko igoera zuzena.  $+00^\circ$ -ko deklinazioa. Hil osoan Virgon izango da. Saturnoren magnitudeak gora egingo du pixka bat,  $1,1$ etik  $1,0$ ra.

Hilaren 6an, Ilbeheraren ondoan ikusi ahal izango da.

Hilaren 6an, 04:41ean, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 14an, 00:48an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 22an, 03:21ean, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 29an, 23:13an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

### Urano

Zerua erabat ilun egonez gero, begi hutsez ere ikusi ahal izango da. Gure zeruan hura ikusteko azken arratsaldeak izango dira, ordea.

Hego-mendebaldeko horizontearen gainean,  $20^\circ$ -ra. 23 h-ko igoera zuzena.  $-03^\circ$ -ko deklinazioa. Piscis eta Aquariusen arteko mugan izango da, 5,9ko magnitudearekin.

### Neptuno

Ezin izango da behatu hil honetan. 22 h-ko igoera zuzena.  $-14^\circ$ -ko deklinazioa. Capricornusen izango da, eta 8,0ko magnitudea izango du.

## Behatzeko proposamena

### Begi hutsez:

**Hilaren 1ean**, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa; 3,3ra iritsiko da haren magnitudea. Hileko gainerako minimoak 4an, 7an, 10ean, 13an, 16an, 19an, 21ean, 24an, 27an eta 30ean izango dira. Izar aldakor gisa identifikatutako lehen izarretako bat izan zen Algol. Maximoan, 2,1eko distira du; beraz, erraz ikusten da begi hutsez hirietako erdipurdiko zeruetan ere. Horrela, errazagoa da haren jarraipena egitea. Haren distira-aldaketa egiaztatzeko, hurbileko Almach (Gamma Andromeda) izarrarekin erka daiteke; 2,1eko magnitudearekin, egonkorra da Almach.

**Hilaren 4an**, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 9an, 15ean, 20an, 26an eta 31n izango dira beste maximoak.

**Europen**, Lurraren orientazioa egokia izango da Ilargirik gabeko arratsaldeetan argi zodiakala ikusteko. Argi ahuleko kono bat da, eguzki-argia planeten inguruan orbitatzen duten partikula mikroskopikoen gainean islatzen denean sortzen dena. Horizontearen  $10-20^\circ$  hartzen ditu, eta  $40-60^\circ$  ere igotzen da ekliptikatik. Behatzeko, jakina, ezinbestekoa da zeruan argi-poluziorik ez izatea.

**Hilaren 6an**, Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,18 egunean behin. Hilaren 13an, 21ean eta 28an izango dira beste maximoak.

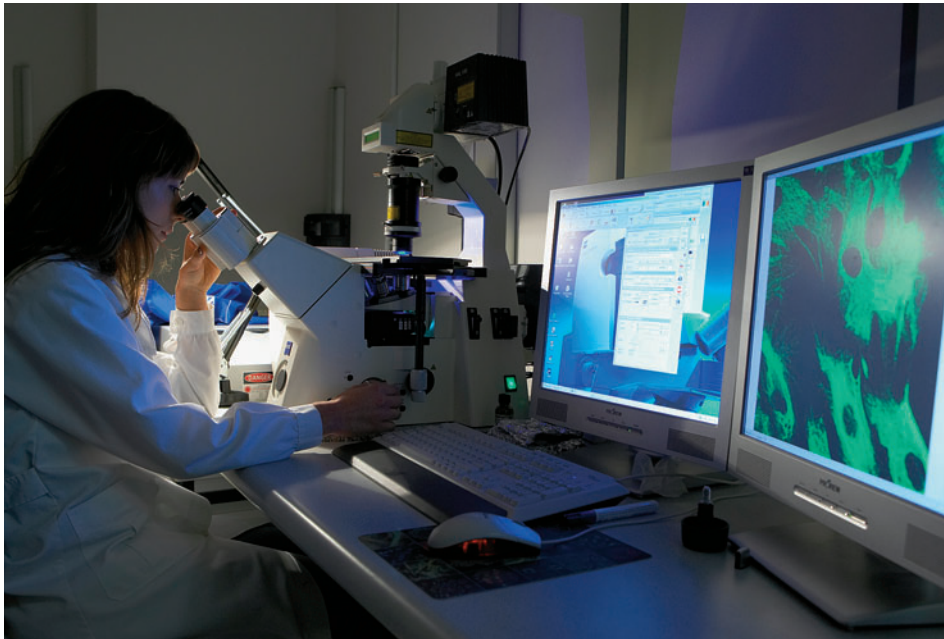
**Hilaren 30ean** meteorologia alde izanez gero, gauaren hasieran, Ilargia perigeoan ikusi ahal izango da, Marte planetaren ondoan.

### Teleskopioarekin:

**Hilaren 8an** gehienezko librazioa izango du, bai latitudean bai longitudean, eta aukera egokia izango da Ilgoraren muturrak behatzeko. Hilaren 22an izango du gutxieneko librazioa, eta, errauts-koloreko argiari esker, Ekialdeko itsasoa ikusi ahal izango da argiztatu gabeko aldean.

\* Gehitu ordubete denbora ofiziala kalkulatzeko.

## Zelula amen tratamenduak, medikuntzako iruzur berria



Sendabide errazik ez duten gaitzentzat, zelula ametan oinarritutako tratamenduak eskaintzen dituzte hainbat klinikak, mundu osoan zehar. Alabaina, tratamendu horien eraginkortasuna eta segurtasuna ez daude frogatuta. Iruzur hutsa dira. Halakoen arriskuez ohartarazten dute, bai nazioarteko erakundeek, hala nola ISSCR Zelula Amen Ikerketen Nazioarteko Elkartek, bai hemengo sendagileek, Gurutz Jauregi parkinsonaren ikertzaileak, esaterako.

ARG.: INBIOMED.



### Arnasarik hartu gabe

11 minutu eta 35 segundo egin zituen Stephane Mifsud frantziarrak ur azpian, arnasarik hartu gabe. Herbert Nitsch austriarra, berriz, 214 metroko sakonerara jaitsi zen arnasaldi bakar batekin. Apnealariak dira horiek. Gorputza, eta batez ere burua, prestatzen dute arnasarik hartu gabe ahalik eta gehien irauteko. Gizon-emakumeontzako ikaragarritzko errekorrak dira, baina itsas ugaztunei itzal txikiena ere ez diete egiten.

ARG.: JESUS VILLALBA.



### Maldak lautzeko konponbide burutsuak

Gure inguruan badaude tren berezi batzuk; ohiko trenek ez bezala, oso malda handiak igotzen dituzte. Noski, horretarako, zenbait mekanismo burutsu dituzte lagun. Hortxe ditugu funikularrak, kremailera-trenak eta mugitzeko kable bati heltzen dioten trenak. Nahiko mekanismo zaharrak dira denak ere, baina beren funtzioa betetzen jarraitzen dute. Aldatzeko beharrik ez dagoen seinale... ARG.: JOSEBA BARRIO.

#### Argitaratzailea:

Elhuyar Fundazioa  
Zelai Haundi, 3.  
Osinalde industrialdea  
20.170 USURBIL (Gipuzkoa)  
tel. 943 36 30 40;  
Faxa: 943 36 31 44  
www.zientzia.net/elhuyar



**Zuzendaria:** Eider Carton, eider@elhuyar.com

**Erredakzio-burua:** Egoitz Etxebeste, egoitz@elhuyar.com

**Zientzia-arduraduna:** Guillermo Roa, willy@elhuyar.com

**Publizitate-arduraduna:** Izaro Aizpuru, izarora@elhuyar.com

**Hizkuntza-arduradunak:** Eider Arrizabalaga, Sagrario Barandiaran, Saroi Jauregi eta Alfontso Mujika.

**Erredakzio-taldea:** Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga, Nerea Korta, Irati Kortabitarte, Oihane Lakar, Nagore Rementería, Guillermo Roa.

**Zenbaki honetako kolaboratzaileak:** Arturo Eloseg, Dani Fano, Igor Leturia, Idoia Mendizabal, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzi Elkartea).

**Jatorrizko diseinua:** BLANCO soluzio grafikoak

**Azalaren diseinua:** BLANCO soluzio grafikoak

**Azaleko argazkia:** ©iStockphoto.com/Rosscojj

**Diseinua eta maketa:** Virginia Larrarte

**Inprimatzailea:** mccgraphics Danona

**Banaketa:** Guinea-Simo (Bilbo); Elkar (Donostia); Badiolan Difusion S.L. (Irun); Distribuidora Gorbea (Gasteiz).

**Harpidetzak:** Izaskun Etxebeste, harpidetza@elhuyar.com  
Euskal Herria eta Espainia: 49,50 €\*.  
Beste Herriak: 74 €\*.  
+ Ordenagailu eramangarriko motxila opari.  
Ale atzeratuak: 2,85 €.

\* Oparia baino nahiago baduzu, % 15eko deskontua egingo dizugu harpidetza-sarian.

© Elhuyar Fundazioa  
Lege-gordailua: SS-769/85

ISSN: 213-3687

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



**Gipuzkoako Foru Aldundia**



**EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO**

INGURUMEN, LURRALDE PLANGINTZA,  
NEKAZARITZA ETA ARRANTZA SAILA



**Gipuzkoako Foru Aldundia**

Landa Ingurunearen Garapeneko Departamentua



**BFA  
DFB** Bizkaiko Foru  
Aldundia  
Diputación  
Foral de Bizkaia



**kutxa**

IKERLAN Koop. Elk.; LAGUN ARO Koop. Elk.; ORONA Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.; ALECOOP Koop. Elk.; EKIN Koop. Elk.



# ARMIX

## KART

**Bideo-joko didaktikoa  
Lasterketa-jokoa, bakarrik  
edo beste norbaitekin lehiatzen  
aritzeko**



**Euskara, gaztelania eta  
ingeleseko galderekin**

**6-10 urte - PCrako**



**ELHUYAR**  
edizioak

% 5eko  
deskontua  
[www.elhuyar.org/](http://www.elhuyar.org/)  
edizioak  
helbidean

[www.elhuyar.org/armixkart](http://www.elhuyar.org/armixkart)

ZIENTZIA

NEURRI - NEURRIRA

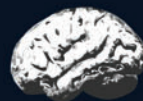
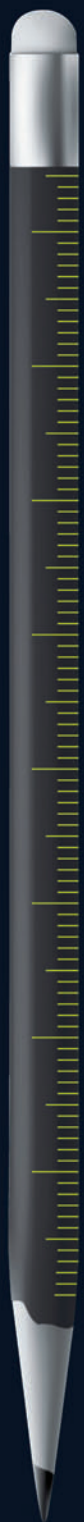
CAF  
ELHUYAR   
sariak 09

KATEGORIAK:

- Dibulgazio-artikulu originalak
- Gazteei zuzendutako zientzia-narrazioak
- Zientzia-kazetaritzaren arloko lanak

Informazio gehiago eta oinarriak:

<http://www.elhuyar.org/zientziaren-komunikazioa>



CAF

ELHUYAR  
fundazioa