

254

2009ko ekaina

# ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50  
euro



zientziaren  
ELHUYAR  
komunikazioa

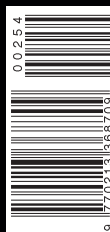
**Emaitzak bai,**  
mugak ere bai

**Gehiegizko populazioa**

**Kearen merkatua**

**Zer salbatu**  
nahi dugu?

**KLIMA-ALDAKETAREN  
MUNDUAN**





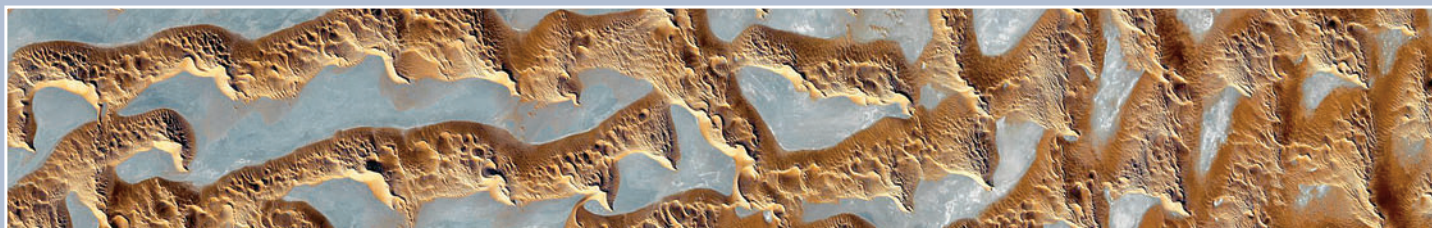
KLIMA-ALDAKETAREN  
AURKA MUGITZEN GARA

“**K**liman parte hartzen duten elkarrekintza eta faktore guztiak erduetan ordezkatzeko ezinezkoa da”

28

“**E**torkizunetik abiatuta, orainaldiko helburuak markatzen ari gara, etorkizun hori ‘kontrolatzeko’ helburuarekin”

33



“**CO<sub>2</sub>**-ak milaka urte iraun dezake atmosferan, eta 100 urtean inpaktuaren laurdena besterik ez du sortzen”

42

“**S**eguruenik, dagoeneko jende gehiegi dago planetan”

44

“**K**lima-aldaketa zen komunikabideetan ia ezbehar guztien erruduna. Eta, orduan, krisia iritsi zen...”

54

“**E**skalatik kanpo gaude. Lurrak berezko erritmoa du”

59

**Gure klima-aldaketa**

Ekaineko zenbaki honi jarritako izenburuak esaten du: klima-aldaketaren munduan bizi gara. Fisikoki eta mediatikoki. Azkena nabarmena da, gaiari buruzko hitzak hondoko zarata bihurtzeraino aditzen baititugu. Eta, hala ere, gorrak izango bagina bezala aritzen gara askotan. Ikusi besterik ez dago krisi ekonomikoari eman nahi diogun konponbidean: kontsumoa sustatzea omen da egin beharrekoetako bat. Kontsumitu egin behar dugu, ekoizpenari eutsi eta lanpostuak ez suntsitzeko. Eta, horretarako, zilegi dira diru-laguntza batzuk; izan ere, baldintzak jarriko dizkiegu, sustatuko dugun kontsumoa “jasangarria” izan dadin.

Gurpil zoro handi bat da gure eredu hau, eta harrapatuta gaude. Baina nola ihes egin ez dakigunez, —edo, jakinda ere, egiteko adorerik ez dugunez—, hortxe gaude, han eta hemen pixka bat balaztari emanda gurpil zoroa moteldu nahian. Nor ausartuko da, izan ere, balaztari behar beste indarrez eragiten?

Klima-aldaketa, azken batean, gure gurpil zoroaren adierazleetako bat da, eta, hain zuzen, horregatik jartzen zaizkio horrenbeste aitzakia. Ez bildutako datuak argiak ez direlako. Klimaren adierazle diren aldagaien grafikoetara jo, eta ia irudi berbera erakusten dute guztiak: industrializazioarekin eta populazio-estandarekin batera azeleratuz gora egiten duen kurba bat. Eta gauza bera gertatzen da ingurumenaren osasunarekin zerikusia duten beste aldagaiekin ere. Atzean *Homo sapiens* ez beste espezie bat egon izan balitz, aspaldi izendatu genuen izurri. Baina gure burua halakotzat hartzea kosta egiten zaigu, eta, datuak argiak izanagatik, etor litezkeen ondorioak lausoagoak direnez, belarriak erdizka baino ez ditugu ireki.

Jakin behar dugu gure kaltetan izango dela. Dua aste batzuk Miguel Delibes biologoak ederki esan zuen “Haitzen hitza” hitzaldi-zikloan: gu gara planeta osasuntsua behar dugunak, alegia, orain arteko kondizioetan funtzionatuko duen planeta behar dugunak. Ez alderantziz. Hortaz, erabat gizartu dugun planetarekiko dugun ardura ez bada aski arrazoi, izan bedi berekoikeria hutsagatik. Gurpil zoroa errailetatik irten baino lehen.

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkariaren zuzendaria

**KLIMA-ALDAKETAREN MUNDUAN****Emaitzak bai, mugak bere bai**

Klima-ereduez baliatzen dira adituak etorkizuneko klima-kondizio posibleak ezagutzeko. Dena den, jakin badakite errealitate konplexu baten irudi sinpleagoak direla, eta, hein batean edo bestean, mugak dituztela.

28

**IPCC****datuetatik txostenetara**

Klima-aldaketaren erantzule diren zergatien, ingurumenean sor ditzakeen ondorioen nahiz ondorio sozioekonomikoen eta erantzun posibleen informazio-iturri objektiboa izateko sortu zen IPCC erakundea. Klimaren bilakaerari buruzko ikerketak gainbegiratzen dituzten mundu osoko zientzialariek osatzen dute.

**CO<sub>2</sub>**  
**et al.**

40

Berotegi-efektua eragiten duten gasek lurrazalak igortzen dituen izpi infragorriak xurgatzen dituzte, eta ez diete ihes egiten uzten. Hartara, pixkanaka, Lurra berotu egiten da. Baina, zein dira gas horiek? Zergatik ikertzen eta hitz egiten da batik bat CO<sub>2</sub>-ari buruz?



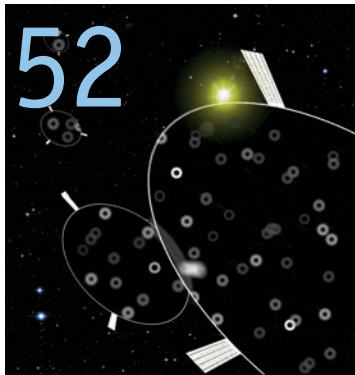
# 44

## Gehiegizko populazioa

6.800 milioi pertsona dago planetan. Jende asko da. Izan ere, ingurumenaren arazo nagusia hori da, pertsona horiek guztiak elikatu eta energiak hornitu behar direla. Gizakiak kliman eragindako aldaketa gainpopulazioaren ondorioetako bat da. Baina, beharbada, klima-aldaketa bera naturak autorregulatzen duen modu bat da.

## Geoingeniaritza

Klima-aldaketari aurre egiteko proposatu diren neurriak nahikoa ez direla eta, beste mota bateko planak garatzen ari dira ikertzaileak, plan erraldoiak. Geoingeniaritza-proiektuak dira horiek, eskala handiko ingeniaritza, alegia.



# 52

## Kearen merkatua

Europar, bada kearen salerosketan oinarritutako merkatu bat. Hobeto esanda, kea isurtzeko eskubideen merkatua da; are zehatzago, karbono dioxidoaren isurketa-eskubideen merkatua. Haren azken helburua isurketak murriztea da.



# 46



## Zer salbatu nahi dugu?

Adituak ados daude klima-aldaketaren efektuak murrizteko ahaleginak egin behar direla. Testuinguru hori dela eta, zilegi da galdetzea zer dagoen ideia orokor horren atzean. Egia da klima-aldaketaren kontra azaltzen diren talde guztiak helburu bera dutela?

# 57

## aurkibidea ]

4 **FLASHA**  
**Rub al Khali**

6 **ALBISTEAK**

20 **MUNDU IKUSGARRIA**  
**Tatioko geyserrak**

23 **MUNDU DIGITALA**  
**Web semantikoa**

26 **KLIMA-ALDAKETAREN MUNDUAN**

28 **Emaitzak bai, mugak ere bai**

35 **IPCC, datuetatik txostenetara**

40 **CO<sub>2</sub> et al.**

44 **Gehiegizko populazioa**

46 **Kearen merkatua**

52 **Geoingeniaritza**

57 **Zer salbatu nahi dugu?**

### ANALISIAK

60 **Eskertuko du seme-alabak haren zelulak gordetzea?** PILAR NICOLÁS.

62 **Hizkuntzaren teknologiak eta hizkuntzaren industriak.** ANDONI SAGARNA.

64 **GOGOETAN**  
**Ziurgabetasuna, gertutik begiratuta**

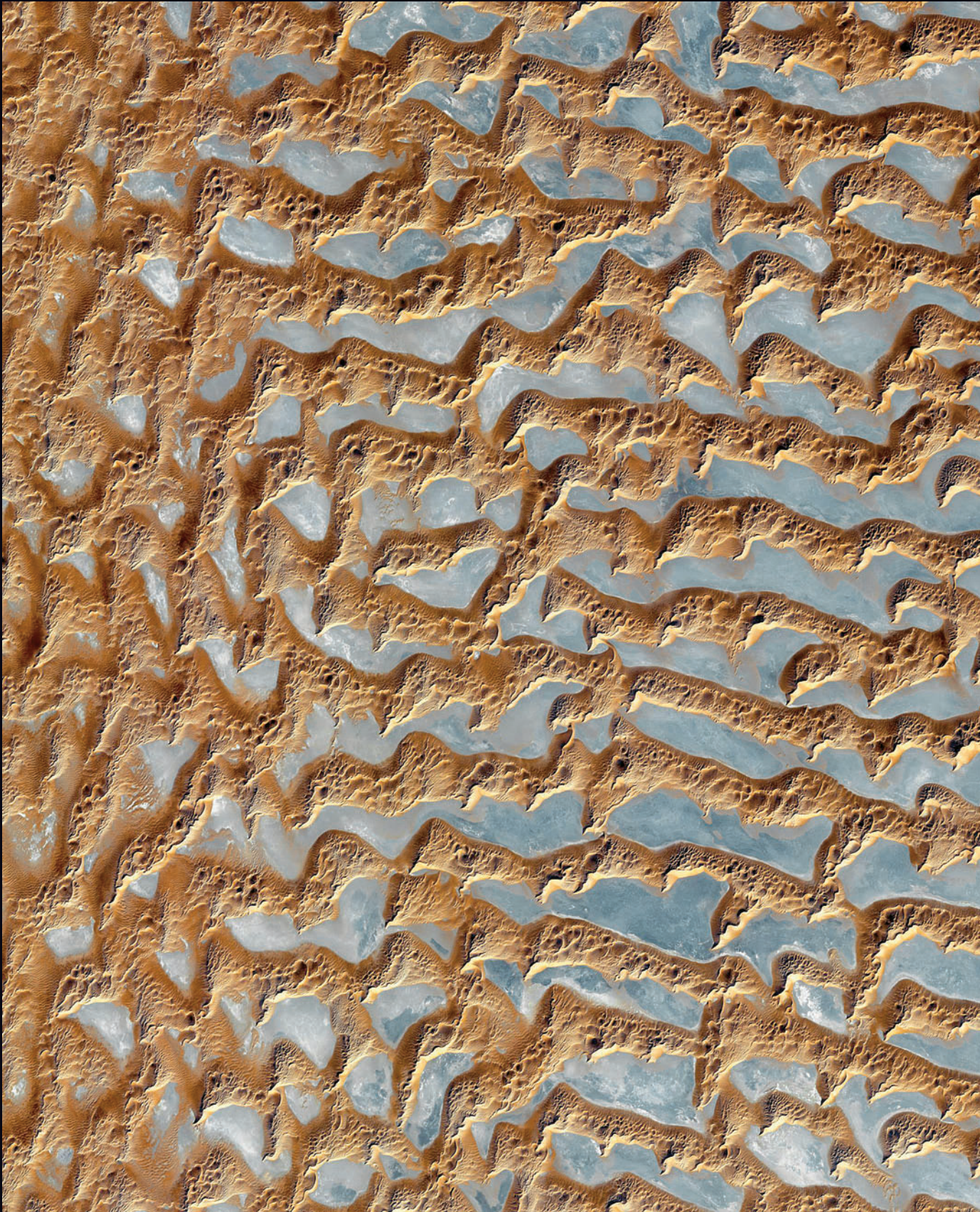
66 **ISTORIOAK**  
**Bisita Cambridgeko irakasleari**

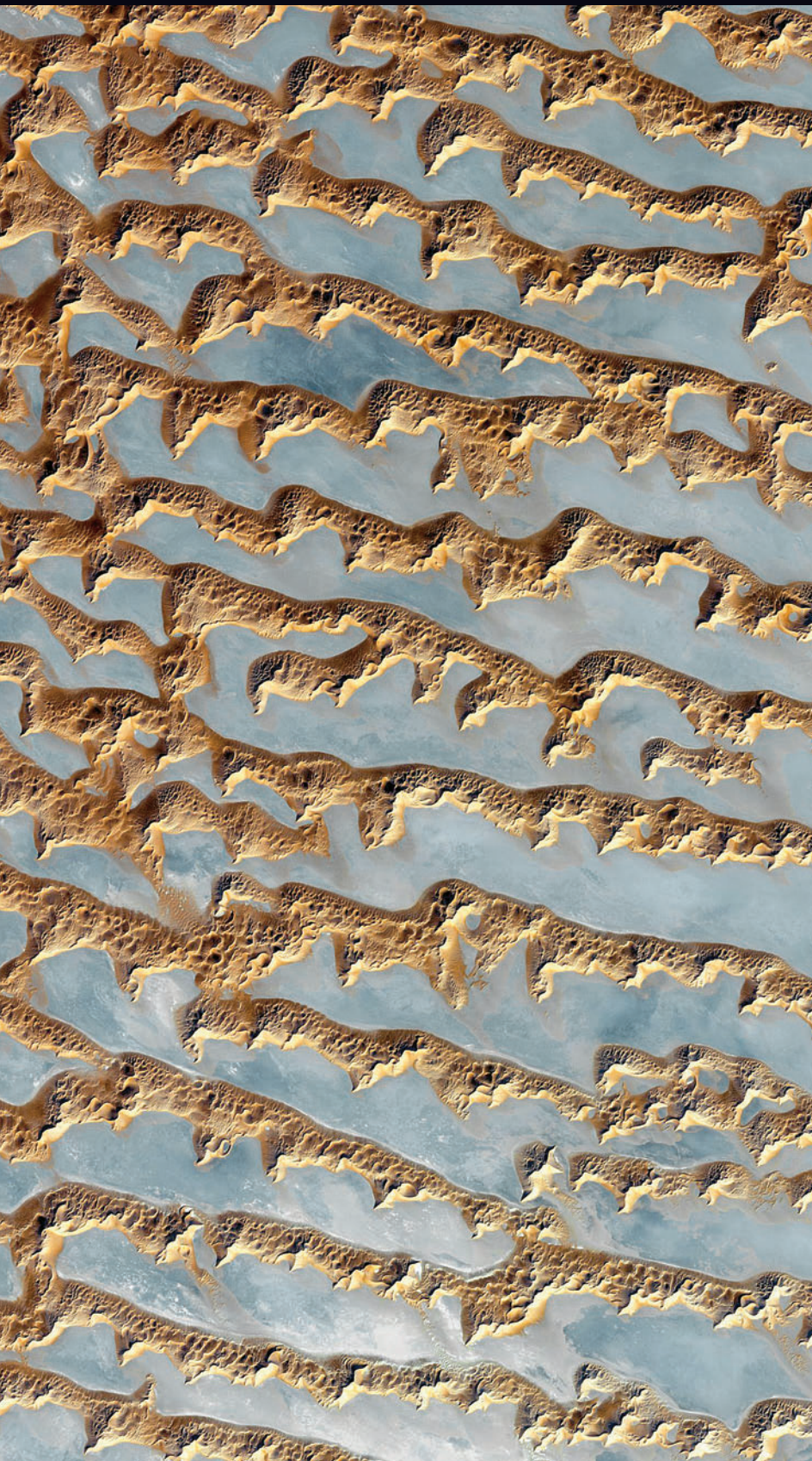
68 **LIBURUTEGIA**  
**Historiaurreko irakurgaiak, Alvaro Arrizabalagak gomendatuak**

69 **UMORE GRAFIKOA**  
**Satorrak ilargian**

70 **ASTRONOMIA**

72 **HURRENGO ZENBAKIAN**





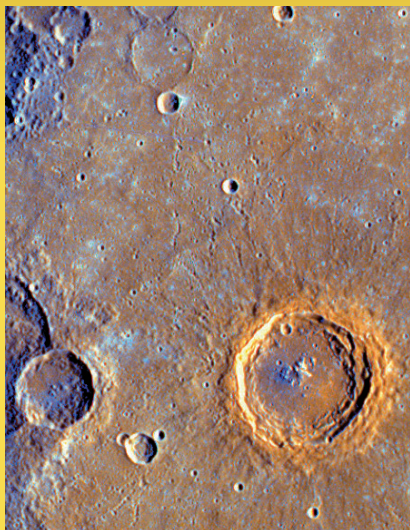
NASA/GSFC/METI/ERSDAC/JAROS ETA ASTER

## Rub al Khali

650.000 km<sup>2</sup>, 55 °C, eta harea, harriak eta harea gehiago. Munduko hareazko deserturik handienetakoa da Rub al Khali, eta baita planetako ingurunerik gogorrenetako bat ere. Arabierazko izenak ere hala dio: 'laurden hutsa'. Baina, laurdena ez ezik, Saudi Arabiaren hegoaldeko ia heren osoa hartzen du. 300 metrotik gorako altuerako hareazko duna erraldoiak eta hartxintzarrezko lautadak, kilometroak joan eta kilometroak etorri. Eta gutxi gehiago.

## Merkurio txikia, planeta handien antzekoa

Merkuriok ere izan zituen sumendi-erupzioak eta jarduera tektonikoa, *Messenger* zundak bidalitako irudien



SCIENCE/AAAS

eta datuen arabera. Zientzialariek uste zuten Merkurio Ilargiaren antzekoa zela, alegia, gorputz hotz bat, berezko jarduerarik gabea. Orain, berriz, *Messenger* misioko ikertzaileek ikusi dute sumendi-erupzioen arrastoak dituela, baita jarduera tektonikoak eragindako zartadurak eta failak ere. Ezaugarri horiek eguzki-sistemako planeta handiagoetan baino ez zituzten ikusi adituek.

Merkuriori sekula ateratako bereizmen handieneko irudiak bidali ditu *Messenger* zundak, eta horri esker ezagutu ahal izan dituzte orain arte ikusi ezin izan dituzten xehetasunak. Orain arte planetari buruz zuten informazio guztia Lurreko teleskopioen bidez jasotako eta *Mariner 10* zundak 1970eko hamarkadan ateratako irudietatik lortu zuten adituek. ●

## Nanopartikulak gorputzaren barrukoa ikusteko

Organismo bizi baten odol-fluxua hiru dimentsiotan eta denbora errealean irudikatzea lortu dute partikula magnetikoen bidezko irudigintza erabilia. Hamburgeko Royal Philipseko ikertzaileek burdin oxidozko nanopartikulak injektatu zituzten 18 saguren odolean, eta erresonantzia magnetiko bidezko irudigintzaren teknikaren antzeko bat erabili zuten irudiak lortzeko. Erresonantzia magnetikoen bidezko irudiak ez dira egokiak ehun bigunak eta fluidoak ikusteko, baina burdin oxidozko partikulak oso ondo ikusten dira gorputzean. Teknologia berria giza gorputzean erabiltzeko egokitzen bada, bihotzeko gaixotasunak eta minbizia diagnostikatzen lagundu dezake, eta baita gorputzak tratamenduei nola erantzuten dien monitorizatzen ere. ●

## Lehorrean garatu bide zituzten intsektuek hegoak

*Biology Letters* aldizkarian berri eman dutenez, Peru egindako ikerketa batean ateratako ondorioek iradokitzen dute intsektu hegodunak lehorrean agertu zirela.

Zilarrarrainen —hegorik gabeko intsektu primitibo batzuen— portaera aztertuta, ikusi dute animalioek antena-itxurako luzakinak erabiltzen dituztela planeatzeko, eta, nolabait, erorketa kontrolatzeko arrisku-egoeretan, beren burua zuhaitzen batetik behera-edo botatzen dutenean, adibidez.

Fosil-erregistroan oinarrituta, adituek jotzen dute zilarrarrainen antzeko intsektuak zirela nagusi orain dela 390 milioi urte;

hegorik gabeko eta sei hankako intsektuak. Ez dakite, ordea, nola eta non eboluzionatu zuten intsektuok hegoak izatera iristeko. Izan ere, fosil falta handia dago; orain dela 390 milioi urtekoak dira ezagutzen dituzten fosil zaharrenak, eta hurrengoak orain dela 325 milioi urtekoak. Eta ordurako jadanik bazeuden intsektu hegodunak.

Bi hipotesi nagusi dituzte esku artean zientzialariek: batek dio uretan bizi ziren intsektuen brankietatik garatu zirela hegoak, eta besteak lehorreko intsektuen albo-luzakinetatik garatu zirela.

Artikulu landu duen taldeak 200 zilarrarrain

inguru hartu, eta sei taldetan banatu zituen. Talde bat ukitu gabe utzi zuten, kontrol gisa, eta gainerakoei gorputzeko filamentu bat edo beste kendu zieten, eta zuhaitz batetik behera erortzen utzi zituzten.

Ikusi zuten ukitu gabeko intsektu gehienek nolabait kontrolatzen zutela lurrerako bidea, eta luzakinak falta zituztenek zailtasun handiagoak zituztela. ●



C. WITHERS



# DNAzko makinak, nanoteknologiaren adibide biziak

## pH-adierazle bat eta nahi den lekura mugitzen den motor bat egin dituzte DNArekin

Bangaloreko Oinarrizko Ikerketarako Tata Institutuan, Indian, hiru DNA-zati erabilia, pH 7 eta pH 5 bitarteko azidotasa neurtzeko adierazle bat egin dute. Hiru zatiak berez elkartzen dira, muturretako bat aske utzita. Mutur horretan, zisteina-baseak gehitu dituzte. Normalean, zisteina guaninarekin parekatzen da; inguru azidoan, baina, zisteinak protoietara lotzen dira, eta elkartu egiten dira. Horren ondorioz, egitura aldatu egiten da: egitura zuzena eta irekia triangelu bihurtzen da.

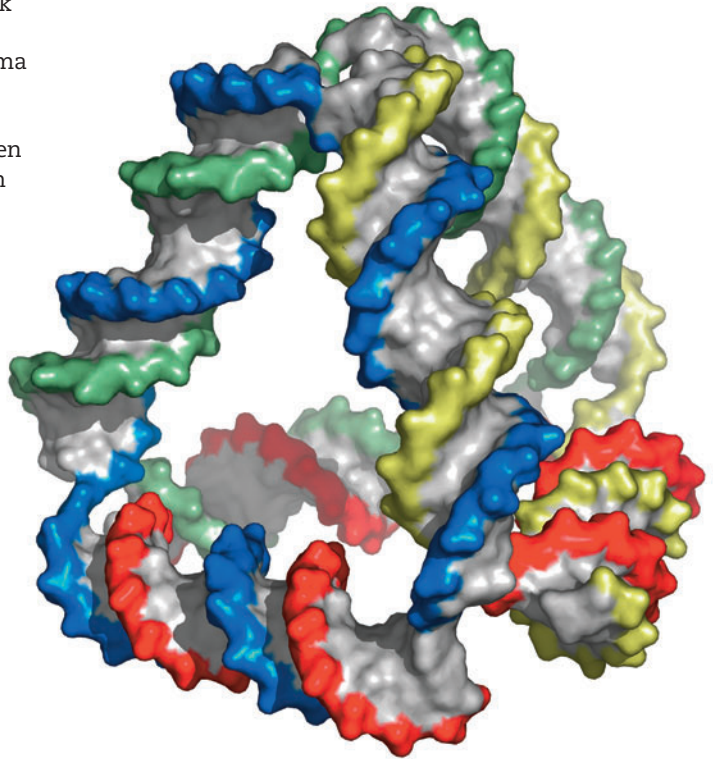
DNA-adierazlearen itxura ikusi eta interpretatzeko, markatzaile fluoreszenteak erabili dituzte ikertzaileek. Hala, inguru neutroan (pH 7), DNA-adierazlea zuzena denean, markatzaileek fluoreszentzia berdea dute; triangelu-itxuran (pH 5), aldiz, markatzaileek elkarrekintza izaten dute, eta fluoreszentzia gorria sortzen dute. Bi horien

arteko koloreek tarteko pH-ak adierazten dituzte.

DNA-adierazle horiek sistema bizietan funtzionatzen dute, baita zelularen barruan ere. Hori oso baliagarria da, zelulen pH-aldaketak gaixotasunekin erlazionatuta baitaude.

DNAren beste aplikazio bat New York Unibertsitatean (AEB) garatu dute. Hain zuzen, orain arte lortu ez zuten pauso bat eman dute: DNA-motor bat nahi zuten norabidean mugitzea lortu dute. Horretarako, bide bat egin dute, hori ere DNAz, eta hori erabiltzen du DNA-motorrak norabide jakin batean mugitzeko.

Ikertzaileen esanean, “molekula konplexuak elkartzeko edo organismoan botikak zein makina molekularrak garraiatzeko” erabil daitezke DNA-motor horiek. ●



DNAz osatutako egitura bat. ARG.: GOODMAN/SCIENCE.



## GOZATU



Zure aisia gozatzeko tresnak dira liburuak, diskoak, DVDak... Horiek guztiak eskura jartzen dizkizu **elkar txartelak**, deskontu, promozio berezi eta beste hainbat abantailekin.

**gozatu aisia  
gozatu txartela**



## Egiptoko hilobirik handienetariko batean lanean

Bilboko Terranova eta Madrilgo In situ Testing enpresetako adituek osatutako ikerketa-talde batek Tebas mendebaldeko (Luxorren, Egipton) hilobirik handienetariko baten, Monthemhat-en hilobiaren, barrunbe guztiak aztertzen dihardu, georadar batekin.

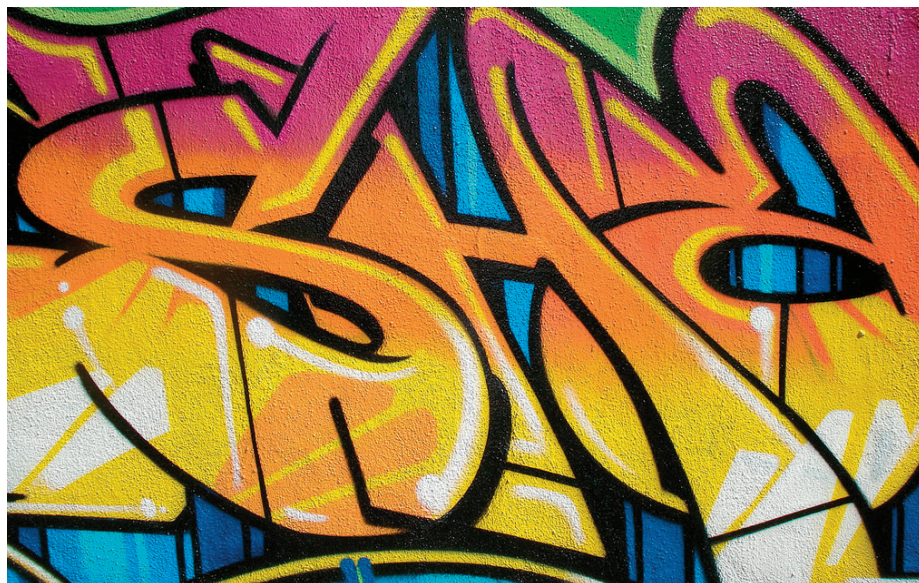
Teknika geofisiko horri esker, lursailaren profil osoa lor daiteke. Maiztasun handiko uhin elektromagnetikoak igortzen ditu aztertu beharreko materialera, eta uhin horiek materiala zeharkatzen dute. Lortzen diren seinaleek 30 metroko sakonera bitarteko material-aldaketen, zuloguneen eta bestelako berezitasunen berri ematen dute. Teknika horrek hainbat abantaila ditu lan arkeologikoetan: ez da intrusiboa, eta merkea eta azkarra da.

Hilobiko gela ezkutuak bilatzen ari dira, Amongo laugarren profeta eta Egiptoko gobernadore izandakoaren sarkofagoa aurkitu nahian. ●



TERRANOVA

## Ondare historikoa, graffitietatik salbu



ANARCHOSYN/ © ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ④

Ondare historikoa babesteko, graffitiaren kontrako produktu berri bat garatu dute hainbat ikerketa-zentrok Europa mailako proiektu baten baitan. Zentro horien artean dago Labein-Tecnalia.

Produktu berria ondare historikoko materialen behar bereziei egokitua dago, material porotsu eta higatuak izaten baitira gehienetan. Produktuak ura aldaratzen du, ongi itsasten da, ez ditu kolorea eta distira gehiegi aldatzen, ez ditu asko murrizten ur-lurrunarekiko iragazkortasuna eta lehorte-abiadura —merkatuko beste produktuekin

alderatuta—, eta erresistentea da zahartze naturalarekiko eta argi ultramoreak eragindako zahartzearekiko. Gainera, formulazioa ez da kaltegarria ingurumenerako, ez da disolbatzen uretan, ez bestelako disolbatzaile organiko estandarretan, eta garbiketa-eraginkortasun onargarria du.

Graffitiaren kontrako produktu babesleaz gain —graffitia egin baino lehenago aplikatzen dena—, garbiketa-sistema zehatz bat ere garatu dute ikertzaileek, produktu babeslearekin bateragarria dena. ●

## FANTOM, zelulen garapenaren zelataria

Zelula heldugabea heldu bihurtzeko bidea gidatzen duten geneen eta proteinen analisi zehatza eta zabalago argitaratu du FANTOM nazioarteko ikerketa-partzuergoak. Hain zuzen, zelulen garapenean parte hartzen duten RNA-molekulak sekuentziatu dituzte, eta hortik ondorioztatu dute zer proteinak aktibatzen edo desaktibatzen dituzten geneak zelula garatzeko bidean. Datu-multzo hori oso baliagarria izango da zelularen garapena aztertzen duten ereduak osatzeko, eta aplikazio garrantzitsua izan dezake, adibidez, zelula ametan oinarritutako terapietan. ●

## Angstrom-erdiko bereizmena lortu dute

Doitasun handiarekin ikusi du Rolf Erni zientzialariak zuzendutako taldeak 47 pikometroko tartea germaniozko kristal batean. Lawrence Berkeley Laborategi Nazionaleko TEAM 0,5 mikroskopia erabili dute horretarako; askoren ustez, munduko transmisio-mikroskopia elektronikoa ahaltsuena. Lorpen handizat jo dute hainbat adituk, eta, adibidez, Liverpool Unibertsitateko ikertzaile batek esan duenez, eskala makroskopikoan bereizmen horretan ikusi ahal izango bagenu, Manchesterren utzitako ile bati Londrestik antzeman ahal izango genioke (250 km). ●





NAFARROAKO UNIBERTSITATE PUBLIKOA

## Nafarroako sagarrondo autoktonoaren 276 barietate deskribatu dituzte

Nafarroako sagarrondo autoktonoaren 276 barietate deskribatu dituzte Nafarroako Unibertsitate Publikoko ikertzaileek liburu batean. Gainera, ikusi dute aberastasun handia dagoela biodibertsitate genetikoari dagokionez, lagin asko desberdinak baitira genetikoki.

Dibertsitatea agerikoa da, besteak beste, zuhaitzen indarrean, adarkatzeko joeran eta hostoen eta loreen kolorean eta tamainan. Badira mahaiko

barietateak eta sagardo-barietateak, nahiz gozogintzan erabil daitezkeenak; eta beste batzuk, berriz, ezin dira erabili, ez batean eta ez bestean, oso gezak baitira edo mamiaren sendotasuna eta irmotasuna dela eta ez baitira egokiak kontsumitzeko edo sagardoa egiteko. Baina beste ahalmen batzuk izan ditzakete, esaterako, izurrite eta gaixotasunen aurkako erresistentzia. ●



**BAT**

**Soziolinguistika aldizkaria**

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

kluster@soziolinguistika.org  
<http://www.soziolinguistika.org/>  
 Soziolinguistika Klusterra  
 Martin Ugalde K.P. 20140 - Andoain

**BAT aldizkariaren 70. zenbakia kalean!**

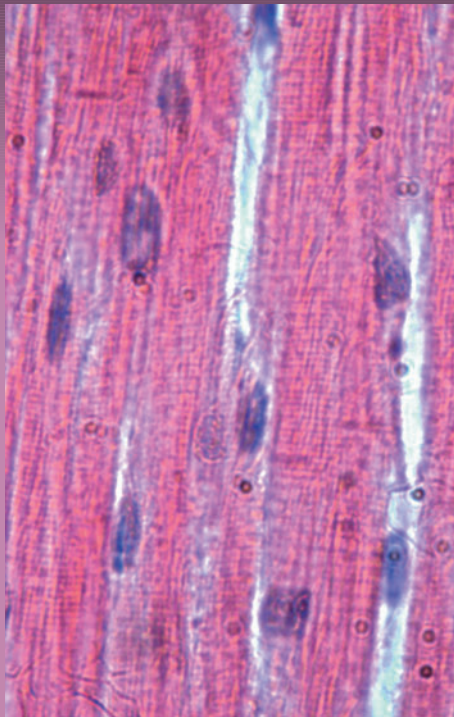
**Euskararen legea**

**Iñaki Agirreazkuenaga  
 Battittu Coyos  
 Julen Urbiola  
 Erramun Osa  
 Mikel Irizar  
 Vicent Partal**



**ZEUK AUKERATZEN DUZU ZER SARTZEN DEN ZURE HARREMANETAN  
BAITA **KANPOAN** ZER GERATZEN DEN ERE**

PRESEBATIBORIK GABE SEXU-HARREMANIK EZ  
AHOZKO SEXUA **BADA** ARRISKU-PRAKTIKA SEXU-TRANSMISIOKO INFEKZIOETARAKO  
SEXU-TRANSMISIOKO INFEKZIOEK BIDERKATU EGITEN DUTE HIESAREN ARRISKUA



WASHINGTONGO UNIBERTSITATEA

## Bonba nuklearrei esker frogatu dute bihotza berritu egiten dela

Bihotzeko gaixotasunentzat tratamendu bila dabiltzanek albiste itxaropentsua jaso dute, bonba nuklearren probak egiten ziren garaian askatutako isotopoei esker. Hain zuzen, proba haietan karbono-14a askatu zen atmosferara, eta, horretan oinarrituta, bihotz-zelulak berritzen direla ondorioztatu dute Stockholmeko Karolinska Institutuko ikertzaileek.

Proba nuklearrak 1963an eten ziren, eta, orduetik, atmosferan dagoen karbono-14aren kontzentrazioa gutxituz joan da. Edozein modutara, landareek atmosferan dagoen karbono-14a hartzen dute, eta baita pertsonak ere, landareak jatean. Hala, pertsona baten zeluletan dagoen karbono-14aren proportzioa zelula

hori banatzen ari zenean atmosferan zegoenarekin erlazionatuta dago.

Ikertzaileek 1955 baino lehenago jaiotako pertsonen bihotz-zeluletan duten karbono-14aren proportzioa neurtu dute. Garai hartan, artean ez zen proba nuklearrik egiten, baina ikusi dute bihotz-zelula batzuek karbono-14 asko dutela, pertsona horiek jaiotzean atmosferan zegoen proportzioari zegokiona baino gehiago. Horrek esan nahi du bihotzeko zelulak berritu egiten direla.

Berez, oso erritmo motelean berritzen dira bihotzeko zelulak, baina, ikertzaileen ustez, "beritze-erritmoa azkartu daiteke", zenbait substantzia erabilita. Beharbada, bihotzeko gaixotasun batzuentzat tratamendu berriak sor daitezke bide horretatik. ●

## Nanohodiek beroa xahutzen dute

Karbonozko nanohodiak kable elektrikoak bezalakoak dira, eroale onak, baina ez dute modu berean xahutzen beroa. Arrazoia da kable elektrikoetako kobre-atomoen artean lotura kimikoak daudela, eta lotura horiek transmititzen dituztela beroaren bibrazioak. Baina nanohodien atomoek ez dute lotura kimikorik inguruarekin. Hala ere, New Yorkeko IBM Thomas J. Watson ikerketa-zentroko fisikari batzuek aurkitu dute nanohodiek ere xahutzen dutela beroa, urrutiko bero-eroapena izeneko prozesu baten bitartez. Horrek esan nahi du nanohodiak kable moduan erabil daitezkeela nanoteknologian, gehiegizko berotzea gertatzeko arriskurik gabe. ●

## Itsaso Hilaren maila, kezkatzekoa

Oso azkar jaitsi da Itsaso Hilaren maila azken 30 urteetan. Darmstadteko Unibertsitateko adituek egindako ikerketa baten arabera, gehiegizko ur-kontsumoa izan da itsasora iristen diren ibai nagusietan, Jordan eta Yarmouk ibaietan, eta horren ondorioz, Itsaso Hila lehertzeko arriskuan egon liteke. Nekazaritzak eta potasaren industriak dute ur-eskari handiena; eta uraren behar handia dago, bai elektrizitatea sortzeko, bai eta edateko ura eskuratzeko ere.

Egoerari aurre egiteko, bi kanal egiteko proiektuak daude; bat, Itsaso Gorritik ura ekartzeko, eta, bestea, Mediterraneoetik. Darmstadteko adituen ustez, kanal horietako ura ponpatzea uste baino garestiagoa izango da. Gainera, Jordan ibaiko uraren banaketa-eredua aldatzea proposatu dute, eta, besteak beste, urari gatza kentzeko prozesua indartzea, ur edangarria sortzeko. Azken batean, Itsaso Hileko ura agortu ez dadin aldaketa sakonak egin behar direla esan dute. ●



NOAA



# Zuretzat hobe guztiontzat hobe

## Medikamentu generikoak

Medikamentu generikoeak eta markakoeak printzipio aktibo berdina dute. Horregatik, haien eraginkortasuna, segurtasuna eta kalitatea ere berdinak dira. Zein da ezberdintasuna? Generikoak erabili eta gure sanitategiak hobera egingo du.



Consejo Interterritorial  
SISTEMA NACIONAL DE SALUD

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

OSASUN SAILA

DEPARTAMENTO DE SANIDAD

## Armiarma-sarea, are eta gogorragoa

### Metal-kantitate txikiak gehituta, armiarma-sarea are eta gogorragoa egin daitekeela ikusi dute

Armiarma-sarea zetazkoa da, eta zeta hori altzairua baino gogorragoa da. Alemaniako zenbait fisikarik orain ikusi dutenez, are gogorragoa egin daiteke, metal-kantitate txikiak gehituta.

Horretarako, ikertzaileek dietilzink, trimetilaluminio eta titanio isopropoxido metalen ioiak txertatu dituzte zetazko armiarma-sarearen zuntzen proteina-egituretan. Mekanismoa ez dute zehatz-mehatz ezagutzen. Uste dute atomo metalikoek proteina-molekulak beren artean lotzen dituztela. Normalean, hidrogeno-atomoek osatzen dituzte armiarma-sarea osatzen duten molekulen arteko loturak. Litekeena da prozesu horretan hidrogeno-lotura horiek zertxobait ahultzea, eta, hortaz, atomo metalikoak gune horietan sartu eta lotura sendoagoak osatzea. Nolanahi ere, ikusi dute zeta hori metalik gabeko zeta baino zortzi aldiz gogorragoa dela. ●



ARTXIBOKOA

## Izotzaren azpian ere bizidunak

Glaziar baten azpian bi milioi urte inguru daraman ekosistema bizi bat aurkitu dute Antartikan. Hain zuzen, Taylor glaziarrak estalitako

aintzira batean dago ekosistema, 400 metroko izotz-geruza baten azpian. Ekosistema horretan gutxienez 17 mikroorganismo

bizi direla ikusi du Hanoverko Dartmouth Eskolako ikertzaile-talde batek.

Ez dute indusketarik egin behar izan aintzirara iristeko.

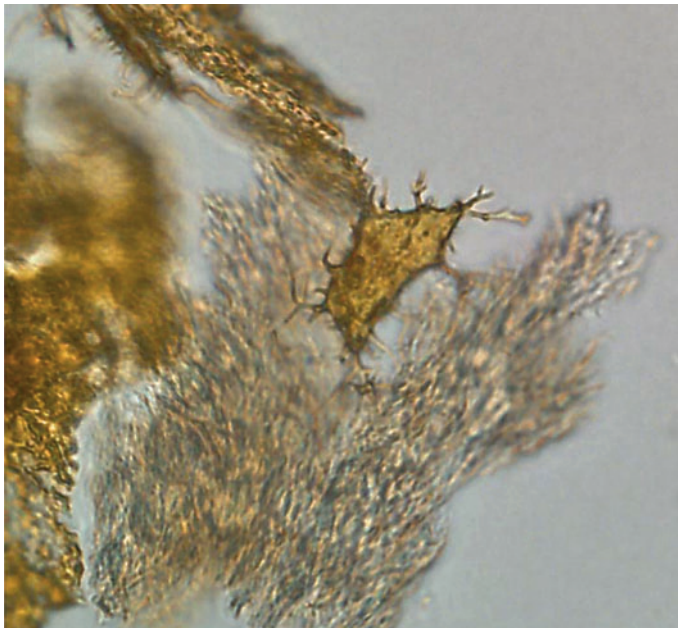
Aintzirak efluente bat dauka, Blood Falls izenekoa, eta tarteka borborka ateratzen da ura. Ikertzaile-taldeak sei urtez hartu ditu ateratzen zen uraren laginak, eta horiek aztertuta ikusi du han ere bizidunak daudela.

Aurkikuntza harrigarriena ez da bizidunak egotea; azken batean, Lurrean muturrekotzat jotzen ditugun beste hainbat kondiziotan ere egoten dira. Zientzialarientzat harrigarriena izan da jakitea nola moldatzen diren bizidunok bizitzeko beharrezko energia lortzeko. Uste dute sulfatoa —ur horretan oso ugaria dena— katalizatzaile gisa erabiltzen dutela energia lortzeko erreakzio-kate komplexuan, eta burdina dela —oso ugaria hori ere— elektroien azkeneko hartzailea. Biogeokimikari askok uste zuten hori gertatzea oso zaila zela, burdinak eta sulfatoak erreakzionatuta pirita sortzen baita. ●



BENJAMIN URMSTON





B. canadensis-en hezur-zelula (osteozitua). ARG.: MARY H. SCHWEITZER.

## Sekula sekuentziatutako proteina zaharrena

AEBko ikertzaile-talde batek sekula sekuentziatu den proteinarik zaharrena sekuentziatzea lortu du: duela 80 milioi urte bizi izan zen hadrosauro baten ehun konektiboko kolagenoa, hain zuzen. Proteina horren zortzi zati sekuentziatu dituzte.

Horretarako, *Brachyophosaurus canadensis* espezieko hadrosauro baten femur-lagin bat erabili dute. Femur-lagin hori hareharrian txertatuta dago, eta hala eraman dute laborategira, poluzioak emaitzetan eraginik izan ez dezan.

Laborategian, eskaneatzeko mikroskopia elektronikoa erabili dute, ehunaren itxura eta egitura aztertzeko, eta masa-espektroskopiaren teknika, berriz, ehuneko proteinak identifikatzeko. Hala, ikusi dute hadrosauroaren fosil horrek kolagenoa duela, eta kolageno horrek txorien kolagenoaren antzeko aminoazidoak dituela. Emaitza horrek dinosauroen eta txorien arteko eboluzioan dagoen harreman estua sendotzen du. *Science* aldizkarian eman dute aurkikuntzaren berri. ●

# Lehen salmoia euskaraz

**lanabesa** | enpresa informazioa, euskaraz | maiatz 2008 | bulegoetan | dendetan | negozioetan | industrian

**Euskara gizartearen esparru guztietan**

**"Kooperatibek jarrera berezia dugu"**

**"Euskararen erabilera nabarmena da AFMko enpresetan"**

**Berdintasunaren Emakunde Saria 2007**

**Goazen denok euskaraz!**

**Euskara dugu lanabesa artez**

► **".. pozgarria da enpresek egindako lan eskerga indartzera datozen ekimenak..."**  
**PATXI BAZTARRIKA ► HIZKUNTZA POLITIKARAKO SAILBURUORDEA**

**LANABESA, euskaraz idatzitako ekonomia eta enpresa lehen egunkaria**

► **"... LANABESA ekimenak arlo sozioekonomikoan euskararen garapen eta normalizazioaren alde lan egiteko tresna izan nahi duenez, urrats garrantzitsua da ..."**  
**EMUN**

**Euskal eta nafar ekonomiaren informazio eta analisisako tresna, bere xedea enpresa-kultura eta berrikuntzaren sustapena, euskaraz, dela**

► **"... beti da pozgarria euskarazko aldizkari baten sorrera, baina are atseginagoa da albista hedabide hori hutsune edo gabezia bat betetzera baldin badator ..."**  
**AIZPEA OTEAGI ► ELHUYAR AHOLKULARITZA**

**Lan-eremuan euskararen normalizazio eta garapenean laguntzen duen komunikabide berritzailea**

► **"... Euskararen normalizazioaren bidean beste urrats bat eman da ..."** **ARTEZ**

Informazioa, harpidetza eta publizitatea:  
**medioscom10urte**

Tel: 94 416 08 96 · e-mail: lanabesa@gestion2-17.com

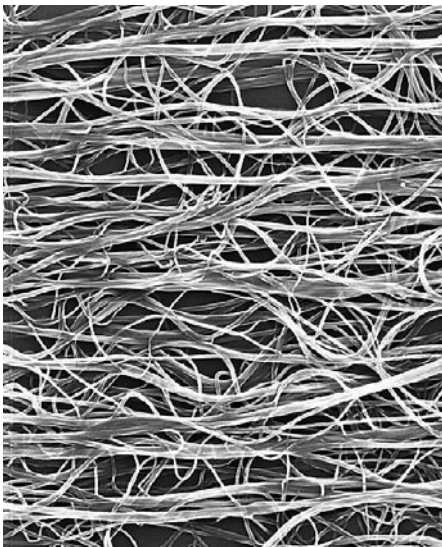
## Karbonozko nanohodiz muskulu bat egin dute

Elektrizitate-deskargak jasotzean muskulu baten antzera uzkurto eta erlaxatzen den material bat sortu dute Texasko Dallas Unibertsitatean.

Oso arina da, zentimetro kubikoko 1,5 miligramo baino ez du, malgua ere bada, eta, hala ere, altzairua baino gogorragoa da proportzioan. Gainera, oso tenperatura-tarte handian jardun dezake propietaterik galdu gabe;  $-193\text{ }^{\circ}\text{C}$  eta  $1.627\text{ }^{\circ}\text{C}$  artean, hain zuzen.

Materialak bi osagai ditu: karbonozko nanohodi-sare bat eta aerogel bat. Aerogelarekin xafla bat egin dute, eta xafla horretan txertatu dituzte nanohodiak. Deskargak xaflaren zabaleran ematean —hau da, alderik alde—, xaflaren zabalera hirukoiztu egiten da. Honela azaldu dute ikertzaileek prozesua: deskarga karbonozko nanohodietatik iragaten da; horren ondorioz, nanohodiek karga negatiboa hartzen dute, eta kargak elkar aldaratzen dute. Giza muskuluak baino 4.000 aldiz azkarrago gertatzen da zabaltea.

Xaflaren luzeran ematean, berriz, xafla uzkurto egiten dela ikusi dute zientzialariek. Horrek eragiten du materialaren dentsitatea handitzea, eta askoz gogorragoa bihurtzea. Une horretan, altzairua baino gogorragoa da, proportzioan. ●



R. BAUGHMAN

## Erregealdia betikotzeko trikimailua



KENJI MATSUURA

*Reticulitermes speratus* termita-espezietan, termita erreginak ugalketa asexualera jotzen du bere erregealdia betikotzeko. Ondorio horretara iritsi da Japoniako Okayama Unibertsitateko entomologo-talde bat, espezie horretako hainbat termita-kolonia aztertuta. Hain zuzen, ikusi zuten kolonietan erregina bat baino gehiago egonda ere, eta guztiek arrautzak jarrita ere, ondorengo guztiek eme bakarraren gene-ekarpena zutela.

Termita erreginak zahartzen hasten direnean, bigarren mailako erreginak sortzeko arrautzak jartzen dituzte, haiek sor ditzaten termita langileak, soldaduak eta koloniako gainerako

hierarkia-mailetako aleak emango dituzten arrautzak. Termita erregearekin ugaltzen dira termita horiek guztiak, bai erregina nagusia, bai bigarren mailakoak.

*Reticulitermes speratus* termitak bide bati jarraitzen diote bigarren mailako erreginak beren aitarekin elkartzeak eragingo lituzkeen odolkidetasun-arazoak saihesteko: erreginak partenogenesi bidez sortzen ditu bigarren mailako erreginak. Beraz, termita sortu berriak amaren berdin-berdinak dira genetikoki; amaren klonak, alegia. Nolabait, erreginak erregina izaten jarraitzen du, baita hil eta gero ere. ●

# 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)



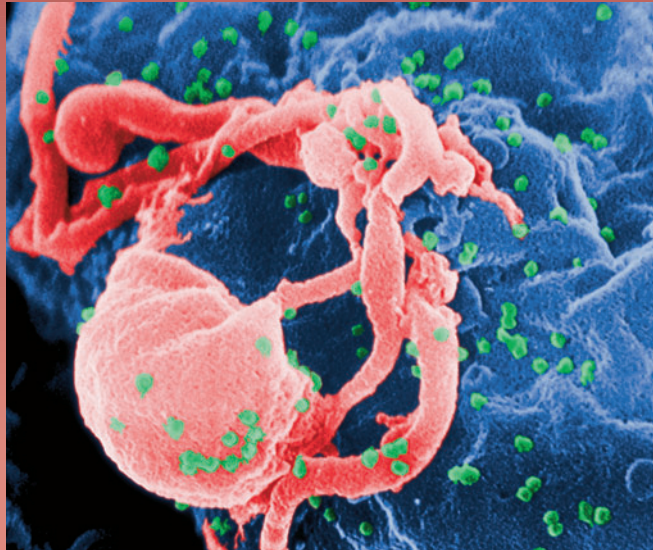
Doako Harpidetza Web Orrian

## GIBaren estrategia bihurria, agerian

Uste zuten baino bide konplexuagoa erabiltzen du hiesaren birusak zelulen barrura sartzeko

Orain arte, ikertzaileek uste zuten GIBa zelularen azaleko errezeptorera lotzen dela, mintzarekin bat egiten duela gero, eta, ondoren, bere edukia askatzen duela zelularen barrura. Birusaren RNA erreplikatu egiten da orduan; guztira, prozesuak hamar bat minutu irauten duelakoan zeuden. Orain, ordea, Maryland Unibertsitateko G. Melykan ikertzaileak gidatutako taldeak frogatu du zelula barrura sartzeko prozesua askoz ere konplexuagoa dela.

Ikertzaileek ikusi dutenez, GIBa errezeptorera lotzen denean, zelularen zaku batzuek (endosoma) birusa bildu egiten dute. Hau da, endozitosis gertatzen da, eta endosomek ordu erdiz isolatzen dute birusa zelularen zitoplasmatik. Gero, baina, birusaren kanpoko geruzak bat egiten du endosomaren mintzarekin, eta, hala,



Laborategian hazitako linfozito baten irudia, mikroskopia elektronikoarekin hartua eta koloreztatua. Partikula berdeak dira hiesaren birusak. ARG.: CDC.

birusak bere edukia zitoplasmara askatzea lortzen du.

Horrez gain, GIBaren infekzioa eragozten duten inhibitzaileak aztertu dituzte, eta frogatu dute endozitosian parte hartzen duen entzima bat (dinamina) blokeatzen

badute GIBak ezin duela zelula infektatu.

Ikerketa Cell zientzia-aldizkarian argitaratu dute. Hiesa lehen faseetan tratatzeko botika eraginkorrak garatzeko baliagarria izango den itxaropena dute ikertzaileek. ●

## Bi geruzako grafenoa frikzioaren aurka

Grafenoa garrantzia hartzen ari da materialen zientzian; izan ere, karbono-atomo hutez osatutako geruza bat da, eta horrek ezaugarri fisiko apartak ematen dizkio. Zientzialarien ustez, aproposa da nanomakinak egiteko, baina arazo bat dago: litekeena da nanomakina horren piezen artean frikzioa izatea, atomoen geruza bakar horrek frikzio handia eragiten duelako. Kanadako McHill Unibertsitateko eta Alemaniako Leibniz Institutuko bi talderen arteko elkarlanaren ondorioz, fisikariek aurkitu dute beste geruza bat gehitzeak konponduko lukeela arazoa; alegia, bi geruzako grafenoak geruza bakarrek baino askoz frikzio txikiagoa eragingo lukeela nanomakina batean. Izan ere, bi geruzako grafenoaren atomoek beste modu batera bibratzen dute. Aurkikuntza garrantzitsua izan daiteke, nanomakinetan frikzioa gerta litekeen edo ez modako eztabaida baita orain nanoteknologia-arloko ikertzaileen artean. ●

## Trenak monitorizatzeko sistema bat garatu dute

Gasteizko tranbian dagoeneko ari dira erabiltzen

Trenen funtzionamendua monitorizatzeko tresna bat diseinatu dute Mondragon Unibertsitatearen Goi Eskola Politeknikoko ikasleek, Traintic enpresarekin lankidetzan.

Trenak ikuskatzeko eta kontrolatzeko da tresna hori, eta aukera ematen du horien ekipa elektronikoetan denbora errealean zer gertatzen den ikusteko, eta, beraz, unean-unean gertatzen diren akatsei atzemateko. Horri esker, trena guztiz kontrolaturik izateaz gain, mantentze-lanak eta -kostuak murriztu egiten dira, nabarmen.

Dagoeneko hasi dira erabiltzen hainbat tren-zerbitzutako mantentze-lanak egiteko; besteak beste, Gasteizko tranbian ari dira erabiltzen. ●



ARDO BELTZ/ © ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

# *Ezagutu nahi duzu Nabarra aldizkari berritua?*

*Bidalizkiguzu zure datuak  
(Izen-abizenak, helbidea eta telefonoa)*

*eta 3 hilabetez doan  
jasoko duzu etxean!*



**nabarrerria.com**

*nabarra · Kale Nagusia 50 behea,  
31001 Iruñea · 948 22 71 25  
nabarra@nabarrerria.com*



GAUR EGUN, 1.000 GEYSER INGURU DAUDE MUNDUAN... horietatik 80 Txilen daude, Andean, itsas mailaren gainetik 4.300 metrora. Geyser horiek Géyseres del Tatio izeneko eremu geotermikoa osatzen dute.

Geyserrak egunero aktibatzen dira egunsentian... goizean goiz. Goizeko

5:30ak aldera, lurpean irakiten dagoen ura zorrotada txikitzen hasten da azaleratzen. Kanpoko temperatura beti da oso hotza; beraz, ur beroaren eta kanpoko hotzaren kontrastearen ondorioz, fumarola izugarriak sortzen dira. Minutu gutxian, zerurantz abiatzen diren lurrunezko zutabez betetzen da geyser-eremu osoa.



# Tatioko GEYSERRAK





Ura 85 graduko tenperaturan irteten da, eta gune batzuetan igerileku natural txikiak sortzen ditu. Ur termalak dira, eta jendeak bainatzeko aprobetxatzen ditu.

Tatioko geysir-eremua 6.000 metroko altuerara iristen diren mendiz inguratuta dago. Mendi horietako bat Tatio sumendia da, eremutik 10 km-ra dagoena. Geyserrak zein sumendia Puna izeneko eremu bolkaniko handiago baten parte dira. Eremu horrek 50.000 km<sup>2</sup>-ko azalera du, eta Boliviarraino iristen da. Tatio sumendian ez da erupziorik izan azken 10.000 urteetan, baina Punako eremu bolkanikoak aktibo jarraitzen du lurrazalaren azpian, eta horregatik sortzen dira geyserrak.

Euri-ura eta elur-ura kanporatzen dute geysirrek. Lur azpitik iragazten da ura Tatio eremutik 20 km-ra. Ur hori faila-sistema batean barrena abiatzen da, lurpean dauden urtegi batzuetara iritsi arte. Ura urtegiatan biltzen denean,



PHILLIE CASABLANCA

berotzen hasten da arroka magmatikoen beroaren ondorioz. Urtegia bete eta, azkenean, ur beroa konbekzioz igotzen da lurrazaleraino iristen diren hodi natural batzuen bidez... orduan sortzen dira geyserrak.

Lurpeko urtegiek ur-soberakina kanporatzen dutenean, presioa txikitu egiten da, eta geyserrak gelditu egiten dira. Ikuskizunak ordu eta erdi inguru irauten du. Hurrengo egunera arte iraungo du barealdiak. ●



MARKUS WEHLE WWW.WEUSTAUSGANG.DE

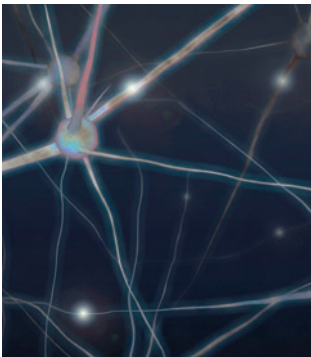


web

IGOR LETURIA AZKARATE  
Informatikaria eta ikertzailea

## SEMANTIKOA

## BADAUDEN ETA BEHARKO DIREN TEKNOLOGIAK



123RF

**Maiatzeko artikuluan, Sir Tim Berners-Leek asmatutako World Wide Webak eta haren oinarrian dagoen HTML formatuak dituzten arazoak ikusi genituen, eta azaletik azaldu genuen zer den Berners-Leek berak proposatutako konponbidea, web semantikoa, alegia. Honetan, web semantikoaren azpian dauden teknologiak eta adibideak ikusiko ditugu, eta hura egia bihurtzeko dauden arazoak ere bai.**

Web semantikoan, objektuak, pertsonak... eta haien arteko erlazioak deskribatzen dira etiketa bidez. Etiketan, orriaren itxura eta egitura azaldu beharrean, orriko elementuen esanahia jasotzen da. Horri esker, HTML sarearekin batera existituko litzatekeen sare paralelo bat sor daiteke, makinek ulertzeko moduko ezagutza-base bat, semantika adierazteko formatuetan kodetua. Behin makinek ulertuta, modu eraginkorrean tratatu ahal izango lukete informazioa, eta milaka aplikaziotarako bidea ireki.

**TEKNOLOGIAK: RDF, OWL...**

Baina, horretarako, amaraunean dauden konzeptu guztiak definitu ahal izateko, etiketatze semantikoko eskema eta formatuak behar dira. W3Ck formatu horiek definitu ditu hainbat estandarretan; RDF eta OWL dira garrantzitsuenak eta ezagunenak.

RDF (*Resource Description Framework*) baliabideak deskribatzeko balio duen formatu bat da, XMLn oinarritua. Hiru elementutan oinarritzen da: baliabideak, propietateak eta propietateen baliok. Baliabidea deskribatuko den hori da, eta URL batez (web identifikatzaile edo helbide batez) identifikatzen da. Propietatea baliabidearen ezaugarri bat da, deskribatu nahi dena. Eta baliok deskribatu nahi diren ezaugarrien balio konkretuak dira (ikus hurrengo orriko adibidea).

Era horretara, nahi duguna deskriba dezakegu. Baina gauza-mota bakoitza (pertsonak, musika taldeak, liburuak...) deskribatzeko erabili beharreko etiketan ados jarri beharra dago; bestela, makinek ulertu gabe jarraituko lukete. Horretan laguntzen du OWL (*Web Ontology Language*) lengoaiak. OWLk ezagutza-arlo edo bizitzaren esparru jakin bateko objektu edo entitateak nola deskribatuko diren definitzea ahalbidetzen du.

**ADIBIDE ERREAL BAT: RSS FORMATUA**

Web semantikoaren ahalmenaren adibide txiki bat geure artean dugu aspalditik: blogek hasieratik, eta, gaur egun, Interneteko bestelako albiguneez ere erabiltzen duten RSS (*Really Simple Syndication*) formatua. Izatez, RDF mota bat da (jatorrizko izena RDF Site Summary da), albisteak deskribatzen espezializatutakoa. Blogek berrikuntza handia ekarri zuten, informatika edo HTML ezagutza teknikorik izan gabe Interneten edukia sortzeko aukera eman baitzioten erabiltzaileari, eta jende berri asko hasi

## Elhuyar Zientzia eta Teknologia semantikoa



```
<RDF>
<Description about="http://www.zientzia.net/elhuyar.asp?Alea=253">
  <izenburua>Elhuyar Zientzia eta Teknologia</izenburua>
  <alea>253</alea>
  <egilea>Elhuyar Fundazioa</egilea>
  <data>2009ko maiatza</data>
  <artikuluak>
    <artikulua resource="http://www.zientzia.net/artikulua.asp?Artik_kod=14531" />
    . . .
  </artikuluak>
</Description>
<Description about="http://www.zientzia.net/artikulua.asp?Artik_kod=14531">
  <izenburua>Web semantikoa: Interneten benetako ahala iristeko dago
  oraindik</izenburua>
  <egilea>Igor Leturia Azkarate</egilea>
</Description>
. . .
</RDF>
```

zen Interneten testuak jartzen. Baina blogak ez zuketan halako arrakasta izango RSS formatuagatik ez balitz.

Izan ere, blogak HTML formatuan soilik publikatu izan balira, hainbat blogen gaiak atsegin dituen irakurle batentzat ez litzateke erraza izango haiei jarraipena egitea. Aldian behin horietako guztietara sartu beharko luke, zerbait berririk dagoen ikusteko. Eta lan hori, gainera, askotan ezer berririk ez egoteko, edo ez gogoratzeko azkeneko aldiaren zein irakurri genituen... Azkenean, ezingo luke blog gutxi batzuen jarraipena baino egin.

*Blog eta albisteentzako etiketatze semantiko simple batek hori egin badu, zer ez da gertatuko beste edonolako kontzeptuak ere semantikoki etiketatzen direnean...*

Baina blogak, pertsonentzako HTML bertsioaz gain, makinentzako RSS bertsioa ere bazuten. Bertsio horretan, azken sarrera edo artikulua agertzen ziren, horietako bakoitza etiketen bidez ondo ezberdinduta, eta bakoitzaren izenburua, egilea, data, laburpena, esteka eta abar ondo egituratuta, makinek ulertzeko moduan. Hala, RSS-irakurgailuak sortu ziren, norberak

Honela deskribatu ahal izango litzateke *Elhuyar* aldizkariaren ale bat eta haren artikulua RDF bidez (hau modu sinplifikatu eta ulerterrazean erakutsita dago, RDF formatuan beste etiketa-izen batzuk erabiltzen dira).

atsegin dituen blogen jarraipena egiteko. Irakurgailuak gure blog gogokoen RSSen jarraipen periodikoa egiten du, eta erabiltzaileari azkeneko sartu zenetik dauden berriak soilik erakutsi; horrela, hamarka edo ehunka blogen jarraipena egin daiteke. Eta blogetan espezializatutako bilatzaileak ere sortu ziren, eta RSSak batu eta filtratzeko zerbitzuak, egunkari eta aldizkariaren webguneek ere jarri zuten RSSa, sare sozialek ere bai... Web 2.0ren iraultzaren benetako "errudunetako" bat RSSa izan zen.

Pentsa, blog eta albisteentzako etiketatze semantiko simple batek hori egin badu, zer ez den

Blogekin, blogetan espezializatutako bilatzaileak sortu ziren, eta RSSak batu eta filtratzeko zerbitzuak; egunkari eta aldizkariaren webguneek ere jarri zuten RSSa, sare sozialek ere bai... Web 2.0ren iraultzaren benetako "errudunetako" bat RSSa izan zen.  
IRUDIA: FRANK PODGORAIK/123RF.



gertatuko beste edonolako kontzeptuak (pertsanak, salgaiak, ekitaldiak...) ere semantikoki etiketetzen direnean...

## WEB SEMANTIKOAREN AJEAK

Hala ere, ezin guztia ona izan. Badira jada urte batzuk web semantikoaren ideia sortu zela, eta gauzatzea asko kostatzen ari zaio. Izan ere, ez da lan erraza. Batetik, existitzen diren kontzeptu guztientzako ontologiak definitu eta adostu behar dira, eta, hainbat gauza jada egin diren arren, lan ikaragarria da.

Baina, bestetik, are garrantzitsuagoa dena, gero edukia formatu horietan sortu behar da, eta hori oso neketsua izan daiteke. Ezin dugu espero webguneak sortzen dituen jendeak RDF formatuan eskuz etiketatzea. Webguneak tresnak erabiliz sortzen dira aspalditik, eta tresna horiek izan behar dira egokitu eta edukia formatu semantikoan ere sortuko dutenak, blog-plataformek zuzenean RSSa ere publikatzen duten bezala. Kasu jakin batzuetan, espero izatekoa da hori nahiko laster gertatzea, hala nola edukia berez nahiko egituratua den kasuetan (ekitaldien egutegiak, adibidez) edo enpresen interesekoak direnetan (on line dendetako produktuen deskribapen orriak, adibidez).

Zailagoa izango da gaur egun lengoia naturalen idatzitako testuetan agertzen den informazio guztia ere semantikoki etiketatzea. Testu batean pertsonak, liburuak, haien ezauzgarriak, haien arteko erlazioak eta abar deskribatzen direnean, hori semantikoki etiketatzea, tresna bisualen laguntzarekin ere, izugarritzko lana da. Eta ez dago, egutegiaren edo dendetako produktuen kasuetan bezala, automatikoki egiterik...

## MAKINAK TESTUA ULERTZEN?

Edo bai. Hainbat esperimintutan, Lengoia Naturalaren Prozesamenduko (NLP) teknikak erabiltzen ari dira testu arruntetik automatikoki etiketatze semantiko erazteko, batzuetan arrakastaz. Webgintzako tresnek agian horrelako LNPko teknikak integratu ditzakete, eta eduki sortzaileari lagundu diezaiokete etiketatze semantiko sortzen, etorkizun ez hain urrun batean. Baina, bestalde, makinak hori benetan ongi egiteko gai badira, ez dago web semantikoaren beharrik, horrek esan nahi baitu makinak gai direla testua "ulertzeko", eta Interneteko bilatzaile eta bestelako agenteek zuzenean modu eraginkor batean tratatu ahal izango dituztela HTML formatuan dauden testuak.

Ez dakigu zein iritsiko den lehenago, semantikoki etiketatutako weba ala makinek testuaren semantika edo esanahia ulertzea. Eta, lehenengo kasu bada, ezin jakin zenbat eduki egongo den web semantikoan: web osoa etiketatuko den semantikoki, edo gauza jakin batzuk soilik (sinpleenak eta enpresen interesekoak), edo bien arteko zerbait... Edonola ere den, modu batera edo bestera, webean esanahiak gero eta ga-

*Edukia formatu horietan sortu behar da, eta hori oso neketsua izan daiteke. Ezin dugu espero webguneak sortzen dituen jendeak RDF formatuan eskuz etiketatzea.*

rantzi handiagoa izango du, eta, semantikari esker, zerbitzu gero eta hobeak izango ditugu. Sir Tim Berners-Leek berak aurtengo martxoan esana da: "Weba ez dago amaituta. Gaur egungo weba izebergaren punta besterik ez da. Teknologia berriak iritsiko dira, askoz ere botereitsuagoak, inoiz pentsatuko ez genituzkeen gauzak egitea ahalbidetuko digutenak. Onena iristear dago". Hala bedi! ●

Web semantikoari esker, *sting* hitza bilatu, eta musikariari buruzko sarrerak bakarrik jasotzeko aukera izango dugu. IRUDIA: ERIC MILLER/W3C.

You searched for Musician: [Sting](#)  
Or you can search for:  
[The Sting \(Movie\)](#) [sting \(jury from animal\)](#)

[Sting - official site - Home Page](#)  
FAN CLUB MEMBER? WIN **STING** MERCHANDISE. ... 16 NOVEMBER ... in 1991 **Sting** played at the Musikhalle in Hannover on the Soul Cages tour. ...  
Description: Official news, discographies, tour dates - the usual. Some good exclusive content. Updated fairly regularly.  
Category: Arts > Music > Bands and Artists > S > Sting  
[www.sting.com/~29k](#) - Nov. 16, 2002 - [Cached](#) - [Similar pages](#)

[Domain Holding Page](#)  
Easyspace - Home - Is my Domain Name available? com. ...  
[www.stingchronicity.co.uk/~18k](#) - Nov. 16, 2002 - [Cached](#) - [Similar pages](#)

[Sting etc.](#)  
... [Stingetc.com](#) is your source for the latest information about The Police, **Sting**, Andy Summers, and Stewart Copeland. Current project ...  
Description: Comprehensive lyrics library, FAQ, annual mailing list survey, chatroom, discographies, and concert reviews.  
Category: Arts > Music > Bands and Artists > S > Sting  
[stingetc.com/~12k](#) - Nov. 16, 2002 - [Cached](#) - [Similar pages](#)

[THE OFFICIAL SITE OF THE CHARLOTTE STING](#)  
... Thank you for your support of the Charlotte **Sting** during the 2002 season. ... Get to know the **Sting** star a little better with WNBA.com's 20 Questions. ...  
Description: Official site from WNBA.com with news, scores, schedule, information about players and coaches, statistics...  
Category: Sports > Basketball > ... > Professional Leagues > Charlotte **Sting**  
[www.wnba.com/sting/~37k](#) - Nov. 16, 2002 - [Cached](#) - [Similar pages](#)


[sting.compag.com/](#)  
[Similar pages](#)


**STING**  
*The summary for this Japanese page contains characters that cannot be correctly displayed in this language/character set.*  
[www.sting.co.jp/~24k](#) - Nov. 16, 2002 - [Cached](#) - [Similar pages](#)

[sting - home - \[translate this page\]](#)  
**sting**! ... news! 05 set 2002 **STING** - ItalianMac il portale dell'industria  
Meccanica inaugura oggi la nuova sezione Bands ed Appalti. ...  
[www.sting.it/~18k](#) - Nov. 16, 2002 - [Cached](#) - [Similar pages](#)

[Sarnia Sting](#)  
Click here to enter: [www.sarniasting.com](#).  
Description: Official team site includes schedule, tickets, team, news, and merchandise.  
Category: Sports > Hockey > ... > Ontario Hockey League  
[www.sarniasting.com/~2k](#) - Nov. 16, 2002 - [Cached](#) - [Similar pages](#)


**sting**  
**sting** Stefan Savage savage@cs.washington.edu **sting** is a TCP-based network measurement tool that measures end-to-end network path characteristics. ...  
[www.cs.washington.edu/homes/savage/sting/~3k](#) - [Cached](#) - [Similar pages](#)

**People Magazine Profile**  
  
Real Name: Gordon Matthew Sumner  
Birthplace: Havant, Hampshire, UK  
Birthdate: 10/2/51  
Education: Warwick University  
Relationships: Frances (Eleanor Tomelty (divorced)), Trudie Styler (children: Joseph, Nathaniel (with Tomelty); Michael, Jake, Eliot, Pauline, Giacomo Luke (with Styler))  
Fact: He gained his nickname by wearing a black-and-yellow striped shirt, like a bee.  
[See more...](#)

**Information from AllMusic**  
  
Top Albums:  
[See full list.](#)

**Playing at Tower Records**  
[All This Moving \(Japan\)](#): \$50.00  
[All This Time](#): \$14.99  
[All This Time](#): \$14.99  
[All This Time](#): \$14.99  
Brand New Day (1997): \$9.99  
[More Tower Records Features](#)

**Buy from CDNow**  
[All This Time](#): \$14.99  
Brand New Day: \$14.99  
Mrs. Bastard (Sting/Police): \$14.99  
Nineteenth July - Sting in Conversation...  
Love, Still Touch Me (CD): \$9.99  
[More CDNow Features](#)



Klima-aldaketaren munduan bizi gara. Alde guztietatik iristen zaizkigu klima-aldaketaren hotsak, eta edonon ikusten ditugu klima-aldaketaren irudiak. Azkenerako, zaila egiten zaigu jakitea benetan zer gertatzen ari den, edo zer dakigun gertatzen ari denaz. Hala ere, mehatxu nagusien zerrendan sartuta daukagu. Horregatik, komeni da objektibotasunaren lupa hartu, eta aztertzea zertan den klima-aldaketaren mundu hau.

# KLIMA-ALDAKETA



# REN MUNDUAN

Badirudi arrapaladan goazela klima beroago batera. Hori esaten digute aditu gehienek, klima-ereduetan oinarrituta. Badirudi klima-ereduek etorkizuna iragartzen dutela, aztiak erabiltzen dituzten bola magikoen antzera. Egia esan, ez dute horrelakorik egiten: ez dira bola magikoak, eta ez dituzte iragarpenak egiten. Eta, hala ere, ereduez baliatzen dira adituak etorkizuneko klima-kondizio posibleak ezagutzeko.

OIHANE LAKAR IRAIZOZ  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

# EMAITZAK BAI

## mugak ere bai

### NOLA NEURTZEN DA KLIMA-ALDAKETA?



Batak besteari jotzen dioten pendulu-multzoetan argi ikus daiteke fisikaren oinarriko printzipio bat: energia kontserbatu egiten da.  
ARG.: EVONNE MCARTHUR.

Eguzkitik datorren energia, atmosfera, ozeanoak eta lehorreko lurra; horien artean elkarrekintza konplexuak daude, eta elkarrekintza horien emaitza lekuan lekuko klima da. Elkarrekintza horien atzean, jakina, fisikaren oinarriko printzipioak daude: “Masa kontserbatu egiten da, baita energia ere; Newtonen legeen arabera, airea batetik bestera mugitzen da, eta abar”, azaldu digu EHUko Klima, Meteorologia eta Ingurumen Taldeko Jon Saenz fisikariak. “Bada, fisikaren printzipio horiek oinarri hartuta, klima-ereduek munduko klima simulatzen dute” dio.

Oinarriko printzipio horiek ekuazio konplexuen bitartez adierazten dituzte, eta superordenagailuetan ebatzen dituzte. Superordenagailurik gabe ezinezkoa litzateke mundu mailako klima-sistema aztertzea, batetik, izugarriko eragiketa-mordoa ebatzi behar dutelako, eta, bestetik, mundu osoko klima simulatu behar dutelako.

Kliman parte hartzen duten elkarrekintza eta faktore guztiak erduetan ordezkatzeko, ordea, ezinezkoa da. Muga horietako bat ordenagailuen potentzia bera da; “ez dago munduan ho-

rretarako behar adina potentzia duen ordenagailurik” dio Saenzek. Beste bat zientzialarien ulermen-maila da, ez baitituzte behar bezala ulertzen kliman eragina duten prozesu guztiak, oso-oso sistema konplexua baita. Pixkanaka doaz zientzialariak ereduak osatuz, klimaren funtzionamendua ulertu ahala. Horren adierazle da gero eta ekuazio konplexuagoak sartzen dituztela ordenagailuetan munduko klima simulatzeko.

Saenzek esan digu, dena den, ereduaren asmoa ez dela, inondik ere, klima goitik behera ordezkatzeko: “sistema konplexua da, eta ekuazioek, hein batean edo bestean, sinpletu egiten dute sistema”. Horretaz gainera, mundu osoko klima simulatzen dutenez, mundua bera simulatu behar dute erduetan. Nola egiten da hori, ordea? Saenzek azaldu digu: “Ordenagailuari esan egin behar zaio munduaren zein puntutan ebatzi behar dituen ekuazioak. Horretarako, munduan irudizko sare bat marrazten dugu, eta, hala, gelaxkatan banatuta gelditzen zaigu. Gelaxka horietan, adostu egiten dugu zein puntutan ebatziko ditugun ekuazioak, eta jotzen dugu puntutik puntura dagoen tartean balioak antzekoak izango direla. Gaur egun era-



Poloetan metatutako izotza aztertuta izaten dute ikertzaileek iraganeko garaietako atmosferaren konposizioaren berri. ARG.: DRI-PNAS.

biltzen diren ereduaren gelaxkek 100 kilometro inguruko aldea dute. Diskretizatzea esaten zaio mundua puntu jakin batzuen bidez ordezkatzeari. Jakina, hori eginez, beti galtzen dugu informazioa”.

Bestalde, eredu guztien oinarrian fisikaren oinarrizko printzipioak daude, baina printzipio horiek adierazteko ekuazioak definitzean, sinpletu egin behar izaten dute errealitatea. Adibide baten bidez azaldu digu hori Saenzek: “Har dezagun, adibidez, hezetasuna. Berez, hezetasun erlatiboa % 100ekoa denean, euria egin beharko luke. Baina badakigu errealitatea hori baino konplexuagoa dela, eta euria egiteko hezetasunak ez duela zertan % 100 izan. Ereduetan, ordea, errealitatea sinpletu egin behar da, eta hezetasun jakin batean finkatu euria noiz egingo duen. Horretarako, probatuz joaten gara. Hainbat hezetasun zehazten ditugu, eta ikusten dugu zein hezetasunek eragiten duen ereduaren simulazioak bat egitea errealitatean gertatukoarekin”.

Hezetasuna bezala, beste ehunka parametro sartzen dituzte ereduetan. “Ereduekin lan egi-

ten duten guztiek, dena den, ez dituzte parametro berak erabiltzen, eta ekuazioak ere ez dituzte modu berean ebazten” zehaztu digu Saenzek. “Beraz, eredu guztiek ez dituzte emaitza berak ematen. Zer eredu erabiltzen den, emaitza bat edo beste lortzen da”, dio.

***E***redu guztien oinarrian fisikaren oinarrizko printzipioak daude, baina printzipio horiek adierazteko ekuazioak definitzean, errealitatea sinpletu egiten da, halabeharrez.

Muga horiek guztiak izanda ere, Saenzek esan digu nahiko modu fidagarrian ordezkatzeko dituztela iraganeko klima-kondizioak: “urte pila batean bildutako datuak ditugu, eta bat egiten dute benetako datuek adierazten dituzten eta



**Jon Saenz Aguirre.**

Fisikan doktorea, meteorologia-eta klimatologia-irakaslea EHUan, eta Klima, Meteorologia eta Ingurumena taldeko zuzendaria. Azkeneko urteetan, aurrerapauso handiak egiten ari dira klima simulatzeko ereduetan.

ARG.: OIHANE LAKAR.



**Adolfo Uriarte**  
Ozeanografoa,  
AZTI-Tecnaliako  
Itsas Ikerketa  
Unitateko  
merkatu-zuzendaria

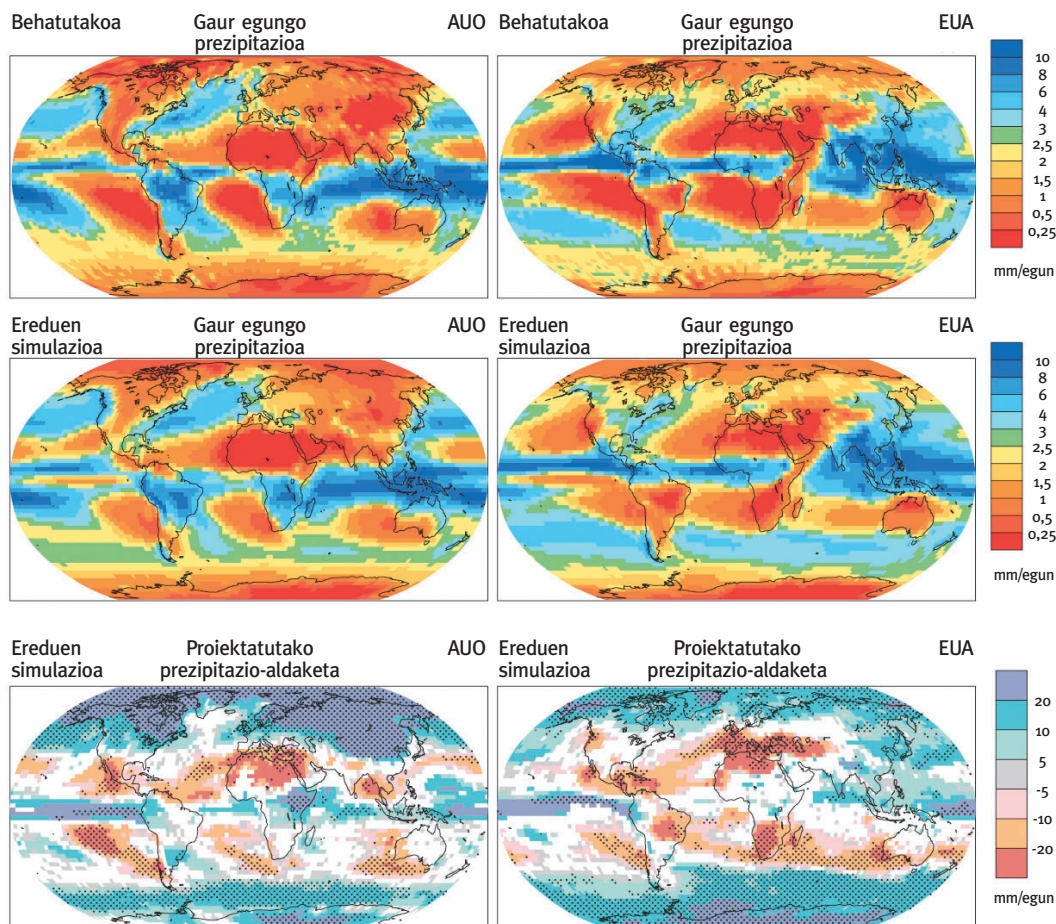
## Aldaketaren abiadura

Balio bezate lerro hauek hiritarrek komunikabideen bidez jasotzen duten informazioa pixka bat zehazteko; inolako asmorik gabe, hori bai, gerta daitekeenaren ezagutza zehatza izateko. Klimak beti izan ditu, eta izango ditu, gorabeherak; izan ere, gure planetak kanpoko iturri batetik jasotzen du energia, modu irregular eta aldakor batean. Gainera, badakigu berotegi-gasen kontzentrazioak ere gorabeherak izan dituela iraganean, eta orain ere aldatzen jarraitzen duela kausa naturalengatik.

Baina, egia da, bestalde, giza jarduera berotegi-gas batzuen mailak aldatzen ari dela (batez ere CO<sub>2</sub>-arenak), orain arte gasen iraganeko gorabeherak ikertu dituztenek ezagutzen ez zuten erritmoan. Egungo hazkuntza-erritmoarekin jarraituz gero, mendea bukatu orduko bikoiztu egingo dugu CO<sub>2</sub>-aren atmosferako kontzentrazioa. Beraz, arazoa ez da kontzentrazioa handitzea, aldaketaren abiadura baizik. Jakin behar duguna da lurreko eta itsasoko organismoak eta sistemak gai izango diren aldaketa azkar horri aurre egiteko, haien funtzionamendua baldintza berrietara moldatuz, eta sistemaren oreka berreskuratzeko beharrezko prozesuak martxan jarritz. Dirudienez, zaila izango da.

Azkenik, azpimarratu nahi nuke hurrengo belaunaldiakiko solidaritatearen beharra. Dagoeneko sisteman sartu ditugun aldaketek ezagutzen ez ditugun tamainako inertziak dituzte. CO<sub>2</sub>-a isurtzeari utziko bagenio ere, inertzia horiek aldaketak eragingo lituzkete, ziur; eta aldaketa horien dimentsioak eta irismena ezezagunak dira. Eska genezakeen gutxiena zuhurtzia eta solidaritatea dira.

## Klima-ereduen fidagarritasuna eta mugak: prezipitazioak gaur eta etorkizunean



Prezipitazioen banaketa ageri da irudikatuta: ezkerreko zutabean, abendua eta otsaila bitartean, eta eskuinekoan, ekaina eta abuztua bitartean. Goiko lerroan behatutako datuak ageri dira irudikatuta, erdikoan, ereduak nola simulatu duten gertatutako hori, eta behekoan, zer proiektzio egiten duten hainbat eredu 2090-2099 urte-tarterako. Zuriuneek adierazten dute ereduaren emaitzak ez dutela bat egiten eremu horietarako. ITURRIA: ©IPCC 2007: WG1-AR4.

ereduek simulatzen dituzten egoerek. “Emaitzak ez dira oso-oso desberdinak izaten; gehienak aldakortasun-tarte jakin batean egoten dira. Pentsatzekoa da, beraz, eta horixe ikusten da gehienetan, benetako balioa tarte horren barruan dagoela”. IPCC Klima-aldaketari buruzko Gobernuarteko Taldeak, adibidez, 10-23 klima-ereduen simulazioak erabiltzen ditu bere txostenak lantzeko.

### ETORKIZUNA IRAGARTZEKO TRESNAK

Iraganeko klima-kondizioak nahiko modu fidagarrian simulatzen badituzte, pentsatzekoa da etorkizuneko klima iragartzeko ere balio dezaketela. Horretarako, ordea, jakin beharra dago zer kondizio egongo diren etorkizunean. Eta, egia esan, ezinezkoa da hori jakitea.

Hala ere, klima-ereduen helburua hori da, nolabait: aurrez esatea zer klima izango den etor-

**E**reduen proiektzioen ziurgabetasun handiena ez dago matematikan, etorkizunerako proposatutako egoeretan baizik.

kizunean, balizko kondizio batzuk hartuta. Balizko kondizio horiek IPCCk ezarri, eta hainbat egoera posible proposatu ditu. IPCCk berak azaltzen du bere webgunean zer ezaugarriaren eboluzioa hartu duten kontuan: populazioaren eboluzioa, ekonomiaren garapena, energia-eskaria, energiaren erabilera, baliabideen eskuragarritasuna, teknologia-aldaketak, luraren erabilera aldaketak eta ingurumen-politikak.





# ZURE JATORRIAN DAGO ESTÁ EN TU ORIGEN

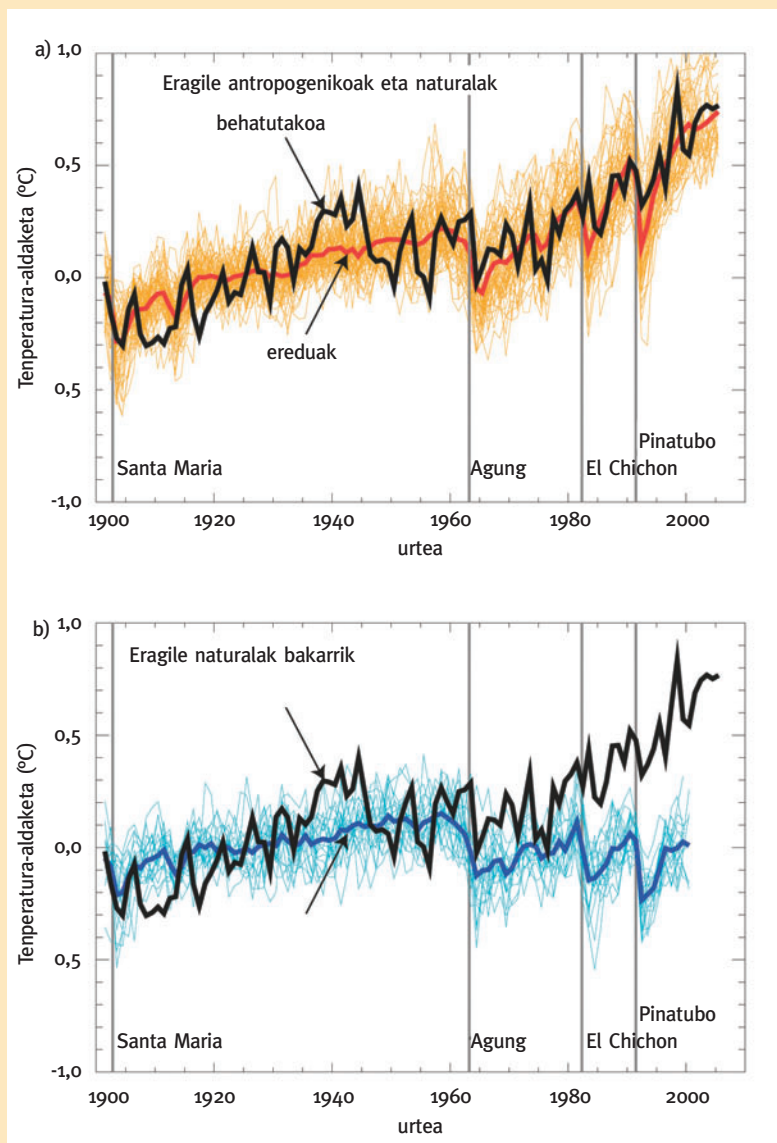


 **GIPUZKOA**  
zurekin, aurrera >

LANDA INGURUNEAREN  
GARAPENeko DEPARTAMENTUA  
DEPARTAMENTO DE  
DESARROLLO DEL MEDIO RURAL

## Gurea da erantzukizuna

IPCCren azkeneko txostenean, grafiko horien bidez babesten dute, besteak beste, gaur egun bizi dugun berotzea gizakion eraginez gertatzen ari dela. XIX. mendean munduaren batez besteko tenperaturak izandako gorabeherak ageri dira: marra beltzak neurtutako gorabeherak adierazten ditu, eta marra horiek eta urdinek, hainbat klima-ereduk simulatutako tenperatura-gorabeherak (zehazki, 14 ereduk egindako 58 simulazio ageri dira). Marra horiak egin zituztenean, kliman eragina duten faktore naturalak eta gizakion esku dauden faktoreak sartu zituzten klima-ereduetan. Marra urdinak egin zituztenean, aldiz, faktore naturalak bakarrik hartu zituzten kontuan, eta alde batera utzi zuten gizakiok kliman dugun eragina. Bi adierazpenetan bera da ereduaren ziurgabetasuna, eta, hala ere, nahiko argi ikus daiteke gizakiaren eragina kontuan hartzen duten simulazioek hobeki islatzen dutela behatutako gorabehera.



ITURRIA: ©IPCC 2007: WG1-AR4.

Horiek definituko dute, IPCCren ustez, etorkizuneko gizakiok kliman izango dugun eragina. “Gero—dio Saenzek—, ereduakin lan egiten dutenek egoera bakoitzerako proposatutako kondizioak sartzen dituzte ereduetan, eta eragingo lituzketen aldaketak aztertzen dituzte”.

“Horiek, dena den, ez dira iragarpenak, proiektzioak baizik”, argitu digu Saenzek. “Iragarpen bat egitea da esatea halako eta halako gertatuko da. Proiektzioetan, berriz, esaten da: halako eta halako kondizioak egongo balira, hau eta hau gertatuko litzateke”.

Eta hortxe dago, Saenzen ustez, etorkizuneko klimaren gaiaren ziurgabetasunik handiena: “ziurgabetasun handiena ez dago matematikan; nire ustez, ziurgabetasun handiena IPCCk proposatutako egoeretan dago. Ezinezkoa da iragartzea hemendik ehun urtera zenbat pertsona egongo garen, zenbat energia kontsumituko dugun, nondik lortuko dugun energia hori eta abar. Nork esango zuen orain dela 30 urte Internet existituko zela?”

Dena den, eredu guztiek iradokitzen dute tenperaturak, oro har, gora egingo duela. Hori dio Saenzek: “Gauza bat bai, esan dezaket ziur: tenperaturak ez du behera egingo. Ezin dugu zerbatespenik egin, baina bai esan beroagoa izango dela etorkizuneko mundua. Eta, egoera horren aurrean, zuhur jokatu behar dugu”.

## ZIURGABETASUNAREN MUTURREAN, ESZEPTIKOAK

Ez dago esaterik gaia korapilatsua ez denik; alde guztietan daude ziurgabetasunak. Horrek bidea ematen du interpretazioak bide askotatik egiteko. Eta badago, noski, ziurgabetasuna muturrera eramane, eta klima-aldaketa bera zalantzan jarritzen duenik. Era guztietako argudioak entzun daitezke eszeptikoen eskutik. Adibidez, Nils-Axel Mörner-ek, Suediako geofisikari erretiratu batek, aldarrikatzen du itsas maila ez dela igotzen ari. Onartzen du leku batzuetan itsasoaren maila gero eta gorago dagoela, Venezian eta Hong Kong-en, esate baterako, baina bere ustez horren arrazoia da toki horiek hondoratzen ari direla.

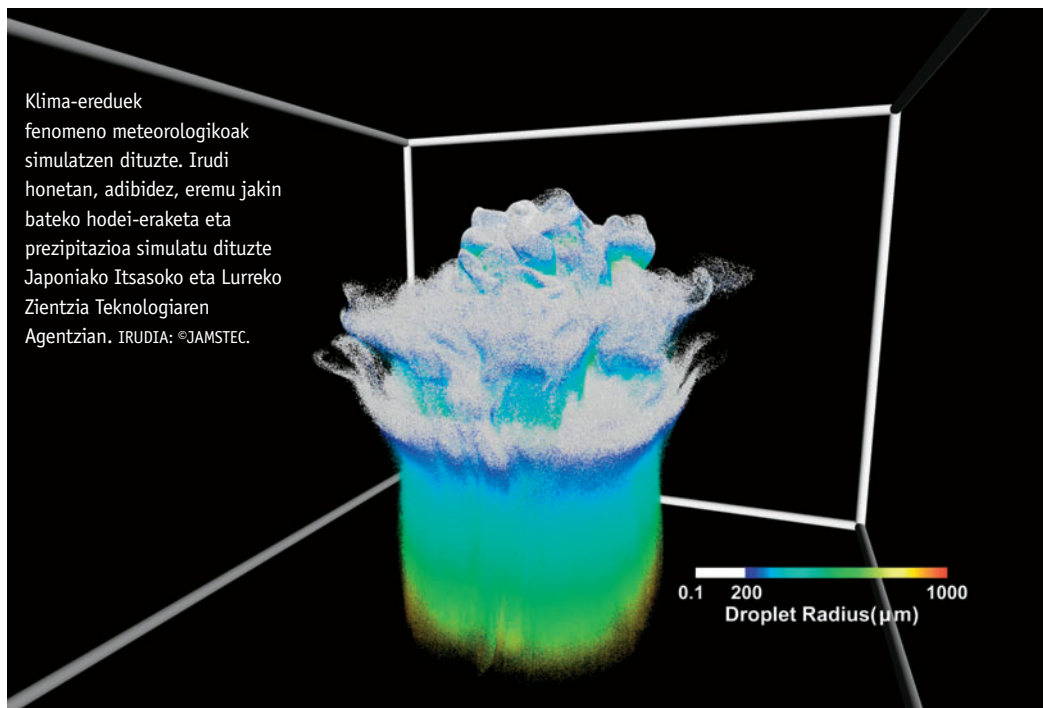
Euskal Herriko eszeptiko ezagunenetako bat Antón Uriarte da. Uriarte batez ere karbono dioxidoaren inguruan aritzen da. “Karbono dioxidoaren maila igotzea onuragarria da, horrek landareen fotosintesia hobetzen duelako, eta ikusi besterik ez dago iraganean, karbono dioxidoaren kontzentrazioa oraingo baino dezent handiagoa zenean, zer oparora zen landardia” dio Uriartek.

Eszeptikoen gaiari nola heldu jakitea ez da erraza. Klima-gaietan aditua ez den bat horretan hastea eratzeko modukoa da: datu beretan oinarrituta, batzuek irakurketa bat egiten dute, eta besteek kontrakoa.

Nola jakin, orduan, zeinek duen arrazoia? Zein da “egia”? Bide zuzenena izango litzateke aldizkari espezializatueta jotzea. Izan ere, aldizkari espezializatueta, artikuluak argitaratu edo ez erabakitzeke, hau da, jakiteko ematen dituzten argudioak eta horiek babesteko datuak nahikoa fidagarriak diren edo ez, beste aditu batzuegana jotzen dute, eta haiek aztertzen dituzte. Baheketa egiteko erabiltzen den modu objektiboena da.

## **K**lima-aldaketarekiko eszeptikoak direnen argudioak oso gutxitan argitaratzen dira zientzia-aldizkari espezializatueta.

kuluak aztertuta. Schutle ondozotatu zuen artikuluaren % 6 jarrera ofizialaren kontra zegoela.



Irizpide horri jarraituta bilatuz gero, ikus daiteke eszeptikoen argudioak oso gutxitan agertzen direla zientzia-aldizkari espezializatueta argitaratuta. Naomi Oreskes-ek, Kalifornia Unibertsitateko historiako eta zientzia-ikerketetako irakasle batek, esate baterako, 1993tik 2003ra zientzia-aldizkarietan argitaratu zituzten artikuluak aztertu zituen. Haren ondorioa izan zen batek ere ez zuela egiten eszeptikoen alde.

Oreskesek ez zuen eszeptikoen artikulu bakar bat ere aurkitu, baina bai Klaus-Martin Schutle-k, King's College Ospitaleko endokrinologia-zirujau batek, 2004tik eta 2007ra argitaratutako arti-

Jarrera ofizialaz ari garenean, IPCCk babesten duen jarreraz ari gara, alegia, mundua berotzen ari dela eta bide horretan jarraituko duela dioen jarreraz. Inork pentsa lezake txostenak egiten dituztenek presio handia jasaten dutela politikarien eskutik, enpresetatik eta abar, eta, nolabait, behartuta sentitzen direla jarrera ofizialarekin bat egitera. Saenzek ez du horrelakorik sumatu, dena den: “IPCCren behin betiko txostena babesten duten zientzialariak ez dira edonolakoak; dagoeneko izen handiko zientzialariak dira, eta, nire ustez, ez dute ezer irabazten lan hori egiteagatik. Horregatik, uste dut nahikoa objektiboak direla”. ●



**Mercedes Pardo**

Klima-aldaketaren soziologiako irakaslea, Madrilgo Karlos III.a Unibertsitatea

## **K**lima-aldaketa: zer egin?

Klima-aldaketa egitate sozial bat dela ukazina da adostasun zientifikoaren ikuspuntutik; alde batera utzita oraindik dauden ziurgabetasunak: temperatura globala zenbat igoko den eta zer ondorio fisiko izango dituen. Aitzitik, kontu labainkorragoa da klima-aldaketaren ondorio sozialak argi definitzea.

Etorkizuneko gizarte bat irudikatzen saiatzen ari gara —50-100 urtera, edo baita epe luzeagora ere—, hain zuzen ere, ez dadin egia bihurtu ezer egiten ez badugu aurreikus daitekeen etorkizun katastrofikoak. Hau da, egungo joerak etorkizunerantz proiektatzetik (forecasting), atzeranzko proiektiora pasatzen ari gara: etorkizunetik abiatuta, orainaldirako helburuak markatzen (backcasting), hain zuzen ere, etorkizun hori “kontrolatzeko” helburuarekin. Inoiz ez da lehenago halako zerbaite egin, hain modu kontzientean, munduko gizarteetan.

Horregatik, “zer egin?” galdera oso zehatza ez bada ere, inoiz baino beharrezkoagoa da. Egia da gauza asko egiten ari garela dagoeneko; baina, oraindik gutxi da aurretik dugun lanerako, arazoaren dimentsioa kontuan hartuta. Temperaturan 2 °C-ko igoera izango duen mundu bat, 4 °C gehiagoko mundu bat akaso, oso mundu desberdina izango da, inolako zalantzarik gabe. Horregatik, egokia da galdetzea “zer gehiago egin?”.

Eraldaketa sozial handi bat egitea da kontua, gure ekoizteko moduan, gure kontsumitzeko moduan, gure jateko moduan, gure garraiatzeko moduan, gure eraikitzeke moduan, munduaren gainerakoarekin erlazionatzeko gure moduan, eta, azken finean, gure bizitzeko moduan. Eta hori guztia, epe motz batean. Erronka ikaragarria da, eta horregatik da garrantzitsua “zer egin?” galdera.

Gure helburua **INGURUMENA** zaintzea da



Bizkaiko Foru  
Aldundia  
Diputación  
Foral de Bizkaia

**Gure helburua** Bizkaiaren berezkotasuna babestea da. Horregatik, konpromisoa hartzen dugu gure naturarekin, eta, horretarako, bihar ere naturaz gozatzeko aukera emango diguten ingurumen-politikak aurrera eramaten ditugu. Konpromisoa dugu lehen sektorearen garapen iraunkorarekin, kalitateko turismoa eta aisialdiaren kultura sustatzeko borondatearekin. Konpromisoa, Bizkaiaren etorkizunarekin.

**BIZKAIA**, geurea



# IPCC

PAUL COWAN/123RF

**Klima-aldaketa eta IPCC elkarrekin entzuten eta irakurtzen ditugu askotan. Baina zer da IPCC? Nola egiten dute lan? Zenbat jendek hartzen du parte? Nola koordinatzen dira? IPCCrekin harreman zuzena duen Roxana Bojariu Bukaresteko fisikariak azaldu digu guztia.**

## datuetatik txostenetara

IRATI KORTABITARTE EGIGUREN  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Arduradun politikoei klima-aldaketaren zergatien, ingurumenean sor ditzakeen ondorioen nahiz ondorio sozioekonomikoen eta erantzun posibleen informazio-iturri objektiboa behar dute. Behar horri erantzuteko sortu zuten IPCC-Klima-aldaketari buruzko Gobernuarteko Taldea Munduko Meteorologia Erakundeak eta Nazio Batuen Erakundeak, 1988an.

Roxana Bojariu fisikariaren esanean, “zientzialariak gizakion jardueraren eraginez klima-aldaketa areagotzen ari zela konturatu zirenean sortu zen, hain zuzen ere, IPCC erakundea. Nire ustez, gizarteko giroa edo “klima” aldatzearekin

bat sortu zen erakundea. Izan ere, Gerra Hotzaren amaierak nazioarteko lankidetzara sendotu zuten, eta zientzialariek horri etekina atera zioten, datuak, ideiak eta ezagutza trukatuaz”.

Ez zen garaia izan faktore bakarra. Klima-aldaketan adituak diren zientzialarien eta nazioarteko politika-arduradunen arteko komunikazio-bideak irekitzeko ahaleginak egin dituzten norbanakoen lana ere hartu behar da kontuan. “Bert Bolin Suediako irakaslea izan zen, esaterako, klimari buruzko ikerketan aitzindarietako bat —dio Bojariuk—. Izan ere, Bolin irakaslea 1950erako ari zen naturako karbonoaren zirku-



**Roxana Bojariu** (1962, Bukarest).  
Fisikan doktorea da, Bukaresteko meteorologia-administrazioan egiten du lan, eta IPCCekin harreman zuzena du.

lazioa ikertzen. Hura izan zen IPCC erakundearen lehenengo lehendakaria, eta baita sortzaileetako bat ere”.

### INFORMAZIO-ITURRI NAGUSIA

Klima-aldaketa geldiarazteko neurriak beharrezkoak zirelako ustetik eta aurreikusten ziren ondorioetatik hasi zen lanean IPCC erakundea. Klimaren bilakaerari buruzko ikerketak gainbegiratzen dituzten mundu osoko zientzialariek osatzen dute. Zientzialari horien zeregina da arduradun politikoei aholkuak ematea, eta, horretarako, txostenak argitaratzen dituzte aldian behin.

Duela 21 urte sortu zen IPCC, eta ordutik helburu garbia du: klima-aldaketari buruzko informazio zientifiko, tekniko eta sozioekonomiko aproposena era objektibo, ireki eta argian ematea. Horretarako, ebaluazio-txostenak, txosten bereziak, metodologia-gidak eta dokumentu teknikoak argitaratzen ditu.

Ohiko hiru lantalde eta lantalde berezi bat ditu —berotegi-gasen inbentarioa egiten du azken horrek—. Lehenengo lantaldeak klima-aldaketaren alderdi zientifikoak edo oinarri fisikoak aztertzen ditu. Bigarren lantaldeak, berriz, klima-aldaketaren ondorio negatiboak nahiz po-

➔ *Klima-aldaketari buruzko informazio zientifiko, tekniko eta sozioekonomiko aproposena era objektibo, ireki eta argian ematea da IPCCren helburua.*

sitiboak, eta horietara egokitzeko bideak aztertzen ditu. Azkenik, hirugarren lantaldeak berotegi-gasen emisioak mugatzeko aukerak eta

# Ingurumena guztiona da!



Hondartzaren kudeaketa-bermea:



# zatoz eta goza ezazu herriaz!

## Anil Markandya

BC3 (Basque Centre for Climate Change / Klima Aldaketa Ikergai) zentroko zuzendaria



ARGAZKIPRESS

*Anil Markandya britainiarra ingurumen-ekonomian doktorea da. Britainia Handiko, Errusiako, Italiako, Estatu Batuetako eta Frantziako ikerketa-zentroetan aritu da, eta 2007an Nobel saria jaso zuen IPCCko kide ere bada. Ingurumen-ekonomia eta baliabideak ditu ikerketa-ildo nagusi.*

### **IPCCko kidea eta ekonomista zara. Zein da zure lana IPCCn?**

IPCCko bi lantaldeetan aritu naiz, bigarren eta hirugarren lantaldeetan, hain zuzen ere. Besteak beste, klima-aldaketaren inpaktuak eta berotegi-efektuko gasen emisioen murrizketak aztertzen dituzte lantalde horietan, hurrenez hurren. Nolanahi ere, batean zein bestean, ikuspuntu ekonomiko ezinbestekoa da, kostuen eta inpaktuen zenbatekoa neurtzeko. Ez da kontuan hartu beharreko ikuspuntu bakarra, noski, baina bai garrantzitsuenetarikoa bat gobernuentzat, erakundeentzat eta nazioarteko komunitateentzat.

### **Zer kalkulu egin ditu IPCCk berotegi-efektua eragiten duten gasen emisioen murrizketen inguruan epe motz, ertain eta luzera? Uste duzu helburu horiek lorgarriak direla?**

IPCC erakundeak berotegi-efektua eragiten duten gasen emisioak murrizteko estrategiek ekar ditzaketen ondorioak soilik azter ditzake. Ez ditu kalkuluak edo gomendioak egiten. Klima egonkortzeko, alegia, tenperatura-igoera 1,5 eta 4,5 gradu zentigrado artekoa izateko, gas horien emisioak murrizten hasi beharko dugu 2020. urterako. Egungo emisioak erdira murriztu beharko dira 2050erako, eta egungo emisioen % 20 isurtzera iritsi beharko dugu 2080. urterako.

### **Klima-aldaketa mundu mailako arazoa da, eta BC3 zentroa, berriz, ikerketa-zentro txiki bat. Zer ekarpen egingo dizkio zentro horrek arazo zabal horri?**

Gure ikerketa-lerroen bidez, klima-aldaketaren oinarritzko gakoak aztertuko ditugu. Noski, ez diogu arazoari geuk bakarrik aurre egingo. Beste zen-

bait herrialderen laguntzarekin, klima-aldaketaren inguruko galdera garrantzitsueni erantzuten saiatuko gara.

### **Klima-aldaketaren eraginak ez dira ziurtasun osoz ezagutzen munduan. Hala ere, BC3 zentroak fenomeno horren ondorioak ikertu nahi ditu Euskal Herrian. Posible al da tokian tokiko ikerketa egitea?**

Tokian tokiko ikerketa nahiz ikerketa orokorra egin daitezke. Euskal Herrian kokatuta egon arren, nazioarteko sare zabal batean parte hartzen du BC3 zentroak. Beraz, bestelako erakundeekin elkarlanean arituko gara, betiere klima-aldaketari nola erantzun diezaiok egun ikertzeko, bereziki, nekazaritzaren, berotegi-efektua sortzen duten gasen isurketen, energiaren, garraioaren eta industriaren alorretan.

### **Duela gutxi arte, arazoari aurre egin behar zitzaiola esaten zuten adituek. Gaur egun, berriz, ondorioak arintzeko neurriak ikertzen dihardute. Horixe da, hain zuzen ere, BC3 zentroaren ikerketa-lerroetako bat. Horrek zer esan nahi du, fenomeno itzulezin baten aurrean gaudela? Alegia, errealitate hori onartu eta ahal den neurrian ondorioak arintzen saiatu behar dugu?**

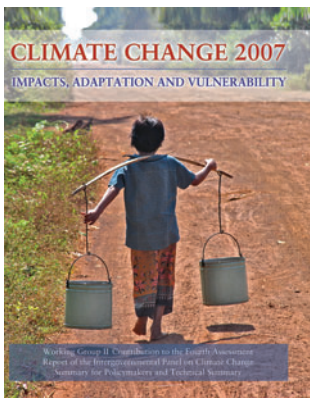
Berotegi-efektua eragiten duten gasen emisioak horrenbeste murriztuta ere (aurrez aipatu ditut datu horiek), litekeena da klima-aldaketa gertatzea. Beraz, horri aurre egiteko prestatu behar dugu. Horregatik, egoera horretara egokitze metodoak aurkitzera bideratu dugu gure ikerketaren zati bat.

### **Zer neurri hartu behar dira ondorio horiek arintzeko?**


Hainbat gauza egin daitezke, arlo askotan. Kostaldeak eta uholdeen eraginez urpean gera litezkeen kostaldeko eremu baxuak babesteko inbertsioak egitea da bat. Hezetasun-aldaketei eta ingurumeneko tenperatura altuagoari erantzuteko nekazaritzan zenbait aldaketa egitea izan daiteke bestea. Muturreko kondizioak aurreikusteko alerta-sistema hobetzea izan liteke hirugarrena. Eta beste asko.

klima-aldaketaren ondorioak arintzeko beste-lako moduak lantzen ditu.

Horretarako, mundu osoko ehunka aditurekin elkarlanean aritzen da IPCC. Gobernuak aditu horiek proposatzen ditu, eta IPCCk, txostenak lantzeko, kapitulu bakoitzeko egileak eta egile nagusiak hautatzen ditu, haien esperientziaren eta argitaratutako artikulu-kopuruaren arabera, besteak beste. Hainbat herrialdeetako adituak hautatzen dituzte, mundu mailako ordezkaritza zabalagoa izateko. Gainera, egile nahiz egile nagusi horiek unean uneko gaian adituak diren kolaboratzaileengana jotzen dute, alegia, beste zientzialari batzuek, horiek beste batzuek eta, horrela, sare bat sortzen da. Horien guztien bidez jasotako ekarpenak eta informazioa oinarri hartuta idazten dituzte txosten bakoitzeko kapituluak.



Egile horiek guztiek bakoitzak beren herrialdeetatik lan egiten dute, eta Internet bidez trukutzen dituzte ideiak, egiten dituzte kasu kasu egin beharreko aldaketak eta idazten dituzte kapituluak. Urtean behin elkartzen dira gainerako kapituluaren egileekin, editoreekin eta lehendakariekin, egindako lanaren berri emateko eta etorkizunean egingo diren urratsak zehazteko.

 Roxana Bojariuren lehenengo inpresioa izan zen horrelako txosten bat garatzeko eta emaitza koherenteak lortzeko prozesua oso konplexua zela.




Orain arte, lau txosten argitaratu ditu IPCCk: 1990, 1995, 2001 eta 2007 urteetan. Bosgarrena lantzen ari dira.





IPCCk 2007ko Bakearen Nobel saria jaso zuen (Al Gorekin batera). Klima aldatzeak dakartzan arriskuez ohartarazteagatik eta horren aurka egiteko neurriak proposatzeagatik jaso zuten saria. ARG.: IPCC.

Lan horietan eskarmentua du Roxana Bojariu fisikariak. “Hasiberria nintzen IPCCren laugarren ebaluazio-txostena garatzeko prozesua hasi zutenean. Nire lehenengo inpresioa izan zen horrelako txosten bat garatzeko eta emaitza koherenteak lortzeko prozesua oso konplexua zela” kontatu digu Bojariuk. “Askotan pare bat egilerekin, kritikarirekin eta editorerekin artikulua bat idaztea lan zaila bada, zer esanik ez

 Roxana Bojariuren ustez, *pribilegio handia izan da mundu osoko adituekin elkarlanean aritzea. Mota horretako ekintzek erakusten dute zientziaren dimentsioa ikaragarria dela.*

artikulu edo txosten horretan ehunka egilek, hamar bat editorek eta milaka kritikarik parte hartzen badute. Nolanahi ere, horien eskuetatik pasatzen den informazio guztia onartu eta balioztatu egin behar da. Hori da IPCCren ezaguri nagusietako bat. Informazio guztia goitik behera berrikusten dute” gehitu du. “Txosten guztiak idazteko prozesuan, hainbat bertsio

idazten ditugu, eta horietako bakoitza gaian adituek direnek irakurtzen dute. Adituek zenbait ohar egin, eta aholkuak ematen dituzte, eta, ondoren, egileek kasuan kasuko aldaketak egiten dituzte, azken bertsioa argitaratu aurretik” dio Bojariuk.

“Gauak, asteburuak eta ordu asko igaro nituen nik artikulua idazten eta zenbait atal berridazten, eta lankideen lanak irakurtzen, betiere epe barruan entregatu ahal izateko. Hala ere, oso gustura egin dudana da. Asko ikasi dut IPCCren prozesu horretan parte hartuz. Gainera, komunikazioak duen garrantziaz jabetu naiz: ezagutza transmititzea sortzea bezain garrantzitsua da. Zientzia ikasi ez ezik, kasu honetan, klimaren inguruko gaiak nola komunikatu ere ikasi dut guruengandik. Pribilegio handia izan da mundu osoko adituekin elkarlanean aritzea. Mota horretako ekintzek erakusten dute zientziaren dimentsioa ikaragarria dela” azpimarratzen du Bojariuk.

Gaur egun, IPCC klima-aldaketaren eta horren ondorioen inguruko informazio-iturri fidagarrienetako bat da. IPCCk klima-aldaketaren inguruko analisisia egiten du datuetan oinarrituta, eta horiek txostenetan argitaratzen dituzte. Ekintza-planak proposatzea beste batzuen esku dago. ●



**Antonio Casado**  
Balioen Filosofia  
eta Gizarte  
Antropologia  
Saileko  
ikertzailea, EHU.

## Thoreau aitzindari

Henry David Thoreau idazle eta naturalista iparamerikarra klima-aldaketari buruzko ikerketan ari da parte hartzen, 1862an hil zen arren *Walden* liburu ospetsuaren egilea. Thoreauk bere sorterriko (Concord, Massachusetts) Walden urmaelaren inguruko flora aztertu zuen 1851tik 1858ra bitartean, eta datu-multzo esanguratsu bat osatu zuen landare-espezieen agerpenari eta haien loratze-garaiei buruz.

Datu-base hori erabili dute Harvard eta Boston unibertsitateetako zenbait ikertzailek Thoreauren garaiko flora eta gaur egungoa konparatzeko, eta beren lana AEBko *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS) aldizkari ospetsuan argitaratu dute. Willis-ek eta haren lankideek egindako azterketaren ondorioek diotenez, aldaketa nabarmena da: espezie arruntak batez beste zazpi egun lehenago loratzen dira gaur, eta Thoreauk ezagututako espezieen % 27 desagertu egin da Concorden. Garai hartako eta gaur egungo floraren arteko ezberdintasuna klima berotzearekin lotzen dute ikertzaileek, uste baitute aniztasun-galera lotuta dagoela loratze-garaian egon den aldaketarekin.

Baina eztabaidak zabalik dirau. 2009ko martxoaren 6an, artikulua horrek erantzuna izan zuen aldizkari berebean, aldaketaren zergatia animalia barazkijaleen jarduera izan daitekeela argudiatuz. Hipotesi hori ezeztatu egin dute Willisek eta haren lankideek, berriro Thoreauk hasitako datu-basea erabiliz. Bi ondorio atera ditzakegu: batetik, klima-aldaketari buruzko eztabaidak klimatologia-arlotik haratago doaz, zerkusua baitute ekologia-arloan egiten diren hamaika hipotesirekin; bestetik, istorio honek zientzialari *amateurren* rola eta zientziaren garrantzia azpimarratzen ditu. Izan ere, XIX. mendeko naturalista baten egunkariari esker lortu dute gaur egungo zientzialariek emaitza hau.



ONEO 2/123RF

IRATI KORTABITARTE EGIGUREN  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

*et al.*

## CO<sub>2</sub>-a DA EZAGUNENA, BAINA EZ DA BAKARRA.

**Sei dira, Kyotoko protokoloaren arabera, berotegi-gasak: karbono dioxidoa (CO<sub>2</sub>), metanoa (CH<sub>4</sub>), oxido nitrosoa (N<sub>2</sub>O), hidrofluorokarbonoen familia (HFC), perfluorokarbonoen familia (CFC) eta sufre hexafluoruroa (SF<sub>6</sub>). Zer dute horiek guztiak berezia? Zergatik ikertzen eta hitz egiten da batik bat CO<sub>2</sub>-ari buruz?**

Lurreko atmosfera hainbat gasez osatuta dago. Gas horietatik nagusiak nitrogenoa (% 78) eta oxigenoa (% 21) dira. Berotegi-efektua eragiten duten sei gas horiek, berriz, kantitate txikietan daude: CO<sub>2</sub>-a, 378 ppm eta CH<sub>4</sub>-a 1.774 ppb. Hau da, atmosferaren litro bat hartu eta milioi bat zati eginez gero, CO<sub>2</sub>-ak 378 zati hartuko lituzke; metanoak, berriz, mila milioi zatitik 1.774 besterik ez. Atmosferaren zati txiki-txikia hartzen dute, beraz. Baina, nahiz eta bolumenaren ikuspuntutik kontzentrazio oso txikietan ageri diren, izugarriko eragina dute berotegi-efektuan. Hain zuzen ere, berotegi-efektua eragiten duten gasek lurrazalak igortzen dituen izpi infragorriak xurgatzen dituzte, eta ez diete ihes egiten uzten. Hartara, pixkanaka, Lurra berotu egiten da. Eta berotegi-gasen artean, CO<sub>2</sub>-a da guztietan jaun eta jabe.

### **BEROTZEKO AHALMENA**

CO<sub>2</sub>-az horrenbeste zergatik hitz egiten den ulertzeko, gas bakoitzaren eragina nola neuritzen den ulertu behar da. Gas bakoitzaren eragina zenbatekoa den aurreikustea ez da lan

erraza. Meteorologoen, oro har, bi kontzeptu erabiltzen dituzte: berotze globaleko ahalmena (ingelesezko *global warming potential*, GWP) eta erradiazio-eragitea (*radiative forcing*). Berotze globaleko ahalmena substantzia batek berotze globalean duen eragina adierazten duen indizea da. Indize hori masa bereko karbono dioxido kantitateak eragindako berotzea erreferentziatzat harturik kalkulatu da (CO<sub>2</sub>-ari 1 balioa esleitzen zaio). Berotegi-gasek denbora-epe jakin batean CO<sub>2</sub>-arekiko duten garrantzi erlatiboa adierazten du. Denbora-epe jakin batean behar du izan nahitaez, gas guztiak ez baitute berdin irauten atmosferan. Hala, gasak erradiazio infragorria xurgatzeko duen ahalmenaren eta atmosferan irauten duen denboraren arabera da berotze-ahalmena. Adibidez, 20 urteko epean, kilogramo bat metanok eragin dezakeen berotzea 62 kilogramo karbono dioxidoren baliokidea da; 100 urteko epean, berriz, 21-23 kilogramo karbono dioxidoren baliokidea da.

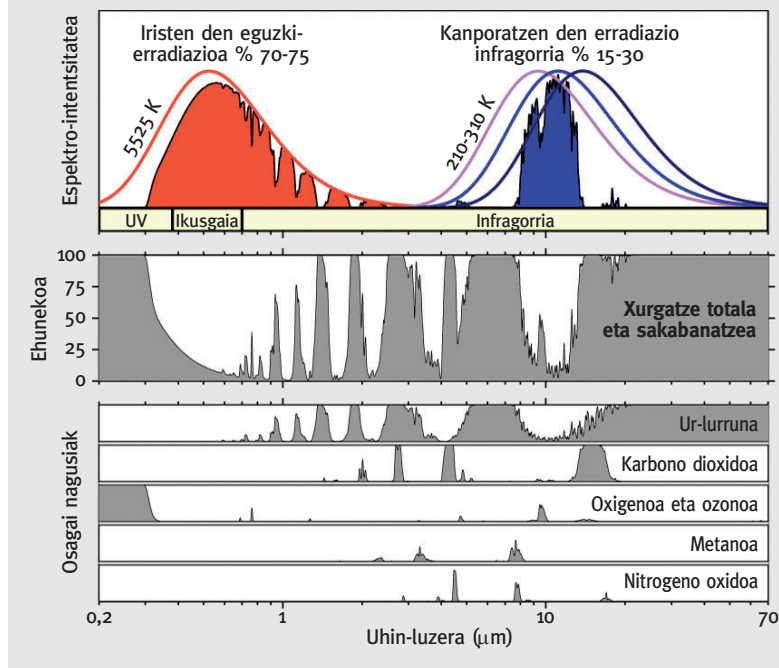
Dena den, berotze globaleko ahalmena ez ezik, gas horien kantitatea atmosferan zenbatekoa

den ere hartu behar da kontuan. Izan ere, meta-noaren berotze-ahalmena karbono dioxidoarena baino 21 aldiz handiagoa da, 100 urteko epea erreferentziatzen harturik. Baina, CO<sub>2</sub>-aren kontzentrazioa metanoarena baino askoz handiagoa dela kontuan hartuz, ikusten da metanoak benetan ez duela CO<sub>2</sub>-ak adinako eragina klima-aldaketan. Zer esanik ez SF<sub>6</sub>-aren kasuan. CO<sub>2</sub>-arena baino 22.000 aldiz handiagoko GWPa du, baina ia-ia ez da existitzen. Hortaz, haren eragina oso txikia da CO<sub>2</sub>-arekin alderatuta. Oro har, horixe gertatzen da gas fluoratuen kasuan (HFC, CFC eta SF<sub>6</sub>). Gas horien guztien GWPa handia da; gas horien kontzentrazioa, berriz, txikia. Dena den, gasek luzaroan irauten dute atmosferan.

☞ CO<sub>2</sub>-az horrenbeste zergatik hitz egiten den ulertzeko, gas bakoitzaren eragina nola neurtzen den ulertu behar da, eta, horretarako, bi kontzeptu erabiltzen dituzte meteorologok.

Horrenbestez, berotze-globaleko ahalmena baino unitate koherenteagoa da erradiazio-eragitea. Izan ere, unitate horrek, gas bakoitzaren berotze-ahalmena ez ezik, bakoitzaren kontzentrazioa eta kontzentrazio horrek urteetan izandako gorabeherak hartzen ditu kontuan. Hala, gas bakoitzari balio bat esleitzen zaio. Balio hori positiboa bada, gas-molekula horiek Lurraren gainazala berotzeko joera dutela esan

## Atmosferak igortzen eta xurgatzen duen erradiazioa



ohi da, eta, alderantziz, negatiboa bada, hozteko joera. Arestian aipatutako gas horiek guztiak positiboa dute, noski. Azken finean, erradiazio-eragiteak tropopausako energia-fluxuaren aldaketa gordina neurtzen du. Alegia, atmosferara sartzen den eta atmosferatik ateratzen den erradiazioaren arteko desoreka neurtzen du, W/m<sup>2</sup> unitatearen bidez. Desoreka horiek berotegi-gasen kontzentrazio-aldaketek eragin ditzaizkete, besteak beste.

Goiko irudian, lurrazalera iristen den eguzki-erradiazioa eta kanporatzen den erradiazio infragorria zenbatekoa den ikus daiteke. Beherago, berriz, berotegi-gasen xurgatze-espektroak ageri dira. Gas bakoitzaren xurgatze-espektroak gas horien ezaugarri kimikoen arabera dira. Irudian ikus daitekeenez, egungo atmosferan ur-lurruna da berotegi-gas garrantzitsua (xurgatze-espektroa soilik aztertuta), ondoren karbono dioxidoa eta jarraian beste gasak.

### Gas guztiek ez. Zergatik?

Hainbat gasek sor dezakete berotegi-efektua; ez, ordea, denek. Esate baterako, atmosferaren osagai nagusiek, hau da, nitrogenoak (N<sub>2</sub>), oxigenoak (O<sub>2</sub>) eta argonak (Ar) ez dute berotegi-efektua eragiten. Izan ere, elementu bakarreko molekula diatomikoak (hala nola N<sub>2</sub> eta O<sub>2</sub>) eta atomo bakarrekoak (adibidez, Ar) ez dute argi infragorriak xurgatzen, ez dutelako momentu dipolarrik (momentu dipolarrik kargen banaketaren berri ematen digu, eta bi atomoren arteko erakarpen-indarraren intentsitatea neurtzen du).

Beraz, argi infragorria xurgatzen duten molekulak, eta, hortaz, berotegi-efektua eragiten dutenak, elementu baten baino gehiagoren atomoekin osatutako molekulak dira.

Hala ere, elementu bat baino gehiagoko zenbait molekula diatomiko, besteak beste CO edo HCl, ez dira kontuan hartzen, oso gutxi irauten dutelako. Molekula horiek argi infragorria xurgatzeko gaitasuna dute, baina oso erraz desagertzen dira atmosferatik, beren erreaktibotasuna eta disolbagarritasuna direla eta. Horregatik ez dira berotegi-gastzat hartzen.



**M<sup>a</sup> José Iriarte Chiapusso**

Palinologoa,  
Historiaurrearen  
Arloa, Euskal  
Herriko  
Unibertsitatea

## Oreka berreskuratu behar dugu

Gure gizartearen egungo kezka handienetako bat klima-aldaketa da. Mundu mailako hainbat ereduak erakusten dituzten aldakuntzek, eta, batez ere, horien ondorioek eragiten dituzten moduak, alerta piztu dute gure kontzientzietan, eta gogorazari digute gure ekintzek eragina dutela, zuzenean edo zeharka, gure planetan, sistema konplexu honetan.

Klimaren eboluzioari buruzko ikerketek erakusten dute baldintza klimatikoaren aldakuntzak Lurraren historia osoan gertatu direla, klimaren garapenean eragiten duten faktore guztiak ziklikoki aldakorrak izan baitira. Baina, ikerketa horiek argi utzi dute, baita ere, ehiztari/biltzaile izatetik ekoizle izatera pasatu gineneko aldaketa ekonomiko handi hura gertatu zenean gure ingurumena eraldatzen hasi ginela, gero eta modu erasotzaileagoan. Ahaztu egin dugu deforestazioak, poluzioak (urak, lurra eta atmosfera), gune naturalen eraldaketa masiboak eta gisa horretako ekintza zuzenak zeharkako ondorio garrantzitsuak dituztela. Gure planetaren orekan eragiten duten faktoreen artean elementu berri bat sartu dugu, eta hori zuzendu egin behar dugu. Zaila da, baina gure betebeharra da gure beharren eta naturaren kontserbazioaren arteko oreka berreskuratzea. Ez dugu ahaztu behar planetako bizia elkarrekintza-multzo baten mende dagoela, eta horrek guri ere eragiten digula. Guztion ekarpena funtsezkoa da, eta ezinbestekoa da gobernuak, batez ere herrialde garatuenetakoek, lehenbailehen ekintza-estrategia komunak ezartzea; funtsezkoak eta beharrezkoak dira, gizateriaren eta Lur planeta osoaren etorkizunerako.

Faktore horiek guztiak kontuan hartuta, inork ez du zalantzan jartzen CO<sub>2</sub>-a dela guztietan nagusi. CO<sub>2</sub>-ak milaka urte iraun dezake atmosferan, eta 100 urtean gas horrek sor dezakeen inpaktuaren laurdena besterik ez du sortzen, pentsa.

“CO<sub>2</sub>-kontzentrazioa ikaragarri hazi da azken urteotan, eta, gas horren igoera guztiz geldituta ere, tenperatura globalak gora egingo luke, gaur egungo klima ez dagoelako orekatuta. Horretan, eredu guztiak ados daude” azaldu digu Jon Saenz EHUko fisikariak.

### UR-LURRUNAREN “EZTABAIDA”

Kyotoko protokoloak onartzen dituen sei berotegi-gasez gain, badira beste batzuk ere; zenbait adituk berotegi-efektuaren eragile nagusi jotzen dute ur-lurruna, adibidez.

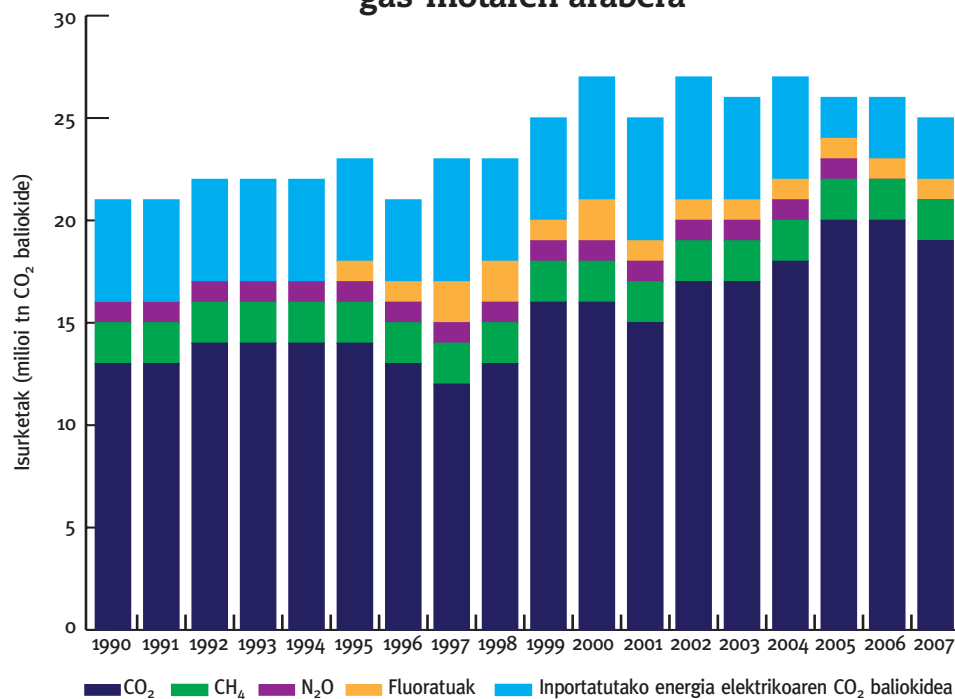
Saenz-en ustez, aitzakia bat da uraren kontu hori. “CO<sub>2</sub>-aren garrantzia baliogabetzeko hainbat argudio erabiltzen dira zenbaitetan. Horixe da, esaterako, ur-lurrunaren kasua. Ur-lurrunak CO<sub>2</sub>-ak baino berotegi-efektu handiagoa duela esaten da maiz. Kontua da ur-lurrunak oso gutxi irauten duela atmosferan, 9 edo 10 egun, zenbatespenen arabera. Horrek esan nahi du

Mongolian lurrundutako ur-molekula batek hainbat kilometro egiten dituela atmosferan, eta gero desagertu egiten dela, hauspeatu egiten delako” dio Saenzek.

➔ **CO<sub>2</sub>-kontzentrazioa ikaragarri hazi da azken urteotan, eta, Jon Saenz-en ustez, gas horren igoera guztiz geldituta ere, tenperatura globalak gora egingo luke.**

“Mila milioi zentral termiko jarritz gero, eta baikoitzak horrenbeste ur lurrunduz gero ere, batez beste urak atmosferan duen kontzentrazioa ez da aldatzen. Hain zuzen, tenperaturaren arabera, uraren kontzentrazioa kontrolatuta dago Clausius-Clapeyron delako ekuazioaren bidez. Tenperaturak gora egiten badu, atmosferan ur gehiago pilatzen da, eta, beraz, ur-lurrun gehiago egongo da. Dena den, ur-molekula bat, edo

## EAEko berotegi-gasen isurien bilakaera, gas-motaren arabera



ITURRIA: IHOBE



hamar mila molekula, edo hamar mila milioi molekula soberan badaude, zer gertatuko da? Euria egingo duela hamar egunetan, eta euri horren eraginez ura desagertu egingo dela atmosferatik. Alegia, hamar egunetan desagertu egiten da. Klimari buruz hitz egiten dugunean, berriz, ehun urteko denbora-tarteez hitz egiten dugu. Denbora-tarte horretan hamar eguneko desoreka bat agertzen bada, orekatu egiten da. Ur-lurrunaren GWPa ez da kalkulatzeko, oso gutxi irauten duelako gure planetan, eta kontzentrazioa ere gutxi gorabehera konstante manten-

Troposferan dagoen ur-lurrunaren zati bat hoztean, kondentsatu egiten da, eta ur-tanta txikiak sortzen dira. Ur-tanta txikiak osatutako multzoak dira hodeiak, hain zuzen ere.

ARG.: ARUN KULSHRESHTHA.

tzen denez, ez da ur-lurrunaren erradiazio-eragitea kontuan hartzen” gehitu du Saenz-ek.

Horregatik, berotegi-gasei buruzko eztabaida atmosferan luze irauten duten gasen dagokien funtsean, eta garrantzitsuenak CO<sub>2</sub>-a, CH<sub>4</sub>-a, N<sub>2</sub>O-a eta fluoratuak dira. Izan ere, oro har, berotegi-efektuaren % 97 haiek eragiten dute. Hortaz, zailtzarrik gabe esan daiteke berotegi-efektuaren erantzule nagusiak direla. ●



● ZIENTZIA  
● IRAKURLE  
● ORORENTZAT



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

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



Bizkaiko Foru Aldundia  
Diputación Foral de Bizkaia



# GEHIEGIZKO populazioa

GUILLERMO ROA ZUBIA  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

**Koloratzaile-tanta bat isurita, ezin da aldatu itsasoaren kolorea. Hamar mila litro isurita ere ez, nahiz eta toki jakin horretan eta denbora batez hala gertatu. Baina egunero bilioika litro isuriz gero, seguru asko, kolore-aldaketa sumatuko genuke. Printzipio hori aplika dakieke ingurumenarekin zerikusia duten arazo askori: gizakiaren eragin kaltegarria arazo bilakatzen da kantitate handian egiten duelako.**

Gandhik esan zuen Ingalaterrak planeta osoa ustiatu behar izan zuela XX. mendean zuen bizi-maila lortzeko, eta Indiak bizi-maila bera lortzeko planeta bat baino gehiago beharko litzukeela. Kolonialismoari egindako kritika zen, baina ingurumenarekin du zerikusia. Indiako populazioa oso handia da, Ingalaterrakoa baino askoz handiagoa.

Eta planeta osoaren populazioa are handiagoa da. Nina Ferodoff Estatu Batuetako presidentearen aholkulariak uste du munduko populazioak dagoeneko gainditu duela jasangarritasunaren muga. “Seguruenik, dagoeneko jende gehiegi dago planetan” esan zuen BBCko *One Planet* irratisaioan egindako elkarrizketa batean.

BBCk eman zituen datuak US Census Bureau erakundeak emandakoak ziren: munduko populazioa 6.800 milioi pertsona ingurukoa da; populazio hori egunero 218.030 pertsona hazten da, eta litekeena da 2040. urterako populazioa 9.000 milioikoa izatea.

6.800 milioi pertsona horiek jaten, energia kontsumitzen eta baliabide naturalak ustiatzen ari dira (eta karbono dioxidoa ari dira isurtzen amasaren bitartez). Aberastasunaren banaketa nolakoa den azertu gabe ere, zenbaki handiak dira.

Ferodoff ez da ideia hori plazaratu duen bakarra. Sir David Attenborough BBCko aurkezle ospetsua Optimum Population Trust taldeko kide egin da, populazioa murriztu behar dela defendatzen duen talde batekoa. Attenboroughk uste du giza populazioa txikiagoa izateko premia dagoela. “Munduan jende gutxiago izateko erraztuko ez lukeen arazorik ez dut ezagutzen”.

## EKOLOGIA

Populazioa murriztu bai, baina zenbat? Oso zaila da esaten. Ekologiaren orekak eskatuko luke gizakiak dagokion lekua betetzea espezieen artean, ez gehiago eta ez gutxiago. Baina bi arazo daude.

Lehenengoa da ezin dela jakin zenbat den gizaki-kopuru egokia ekologiarako. Kalkula daiteke, baina betiere zenbatespenetan oinarrituta. Adibidez, zenbatespen baten arabera, Pleistoze-

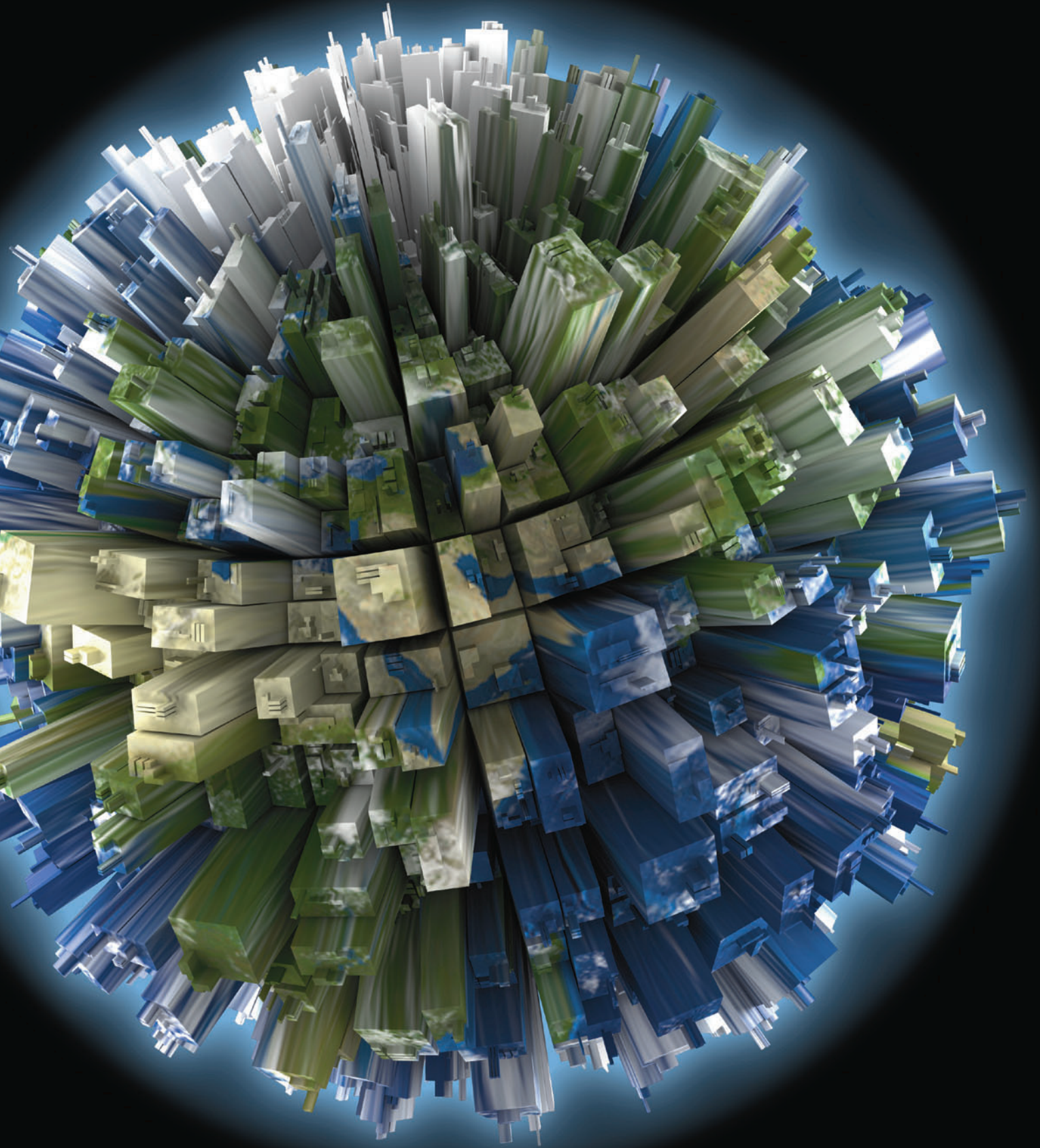
noan (duela 200.000 urte), Iberiar Penintsulan 150.000 gizaki bizi ziren, gutxi gorabehera. Gaur egun, 51 milioi biztanle baino gehiago dira, Espainia eta Portugal estatuetako populazioak batura. Onartzen badugu Pleistozenoko populazioa oreka ekologikoaren ondorioa zela, Iberiar Penintsulako datuak erabil ditzakegu, eta mundu osoko ‘populazio ekologikoa’ estrapolatu. Baina emaitza ez litzateke fidagarria izango, besteak beste, zenbatespen eta suposizio gehiegitan oinarritua dagoelako. Pleistozenoan ez zen erroldarik egiten, eta ezin dugu jakin zenbateraino zehatza den 150.000 zenbakia.

Oreka ekologikoaren populazio egokia ezagutzeko bigarren arazoa da oreka ekologikoa ez dela existitzen. Ekosistemak ez daude inoiz orekan. Etengabe ari dira aldatzen. Etengabe ari dira espezie batzuk ugaritzen eta beste batzuk urritzen, batzuk agertzen eta beste batzuk desagertzen. Faktore asko direla medio, biotopoez ez dute beti berdin irauten.

Adibidez, Neolitoaren hasierako egoera ekologikoa eta gaur egungoa ez dira berdinak, eta, beraz, gizaki-kopuru ‘egokia’ ere desberdina izango litzateke Neolitoan eta orain.

Dena dela, agian, ez dago kopuru egokia jakin beharrik. Une honetan, giza populazioa oso handia da. Baina, agian, mende hauek arazoa besterik ez da, eta, denboraren perspektibatik ikusita, Lurraren ekosistemak autorregulatu egingo dira. Azken batean, gizakia ez da populazio handia izan duen espezie bakarra eboluzioaren historian, eta kasu guztietan iritsi da espezie horien gainbehera. Autorregulazioa.

Hain zuzen ere, litekeena da gizakiaren kasuan faktore erregulatzailea klima-aldaketa izatea. Izatekotan, ez da faktore bakarra izango, baina giza populazioaren gainbeheran lagun dezake. Eta horrela balitz, zilegi da galdetzea ekologismoaren aldeko jarrera bat ez ote den klima-aldaketa gertatzearen aldeko jarrera bat. ●





RONALD HUDSON/123RF

# KEAREN MERKATUA

ANA GALARRAGA AĪESTARAN  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

**Kea saltzea iruzur egitearen metafora da hizkuntza batzuetan. Alabaina, nolabait bada kearen salerosketan oinarritutako merkatu bat. Hobeto esanda, kea isurtzeko eskubideen merkatua da; are zehatzago, karbono dioxidoaren isurketa-eskubideen merkatua. Europako Batzordeak sortua da, eta haren azken helburua isurketak murriztea da.**

Karbono dioxidoaren (CO<sub>2</sub>) isurketa-eskubideen merkatua 2005ean jarri zen martxan Europan, eta gaur egun munduan dauden era horretako merkatuen artean garrantzitsuena da. Hain zuzen, Europako Batasunaren ingurumen-politikaren barruan, Kyotoko Protokoloak ezartzen dituen helburuak lortzeko ezinbesteko tresna da karbono dioxidoaren isurketen salerosketa.

Izatez, ideia ez da berria. Adibidez, euri azidoa gutxitzeko asmoz, 1990ean antzeko merkatu bat sortu zuten Estatu Batuetan, sufre dioxidoaren isurketa-eskubideak salerosteko. Europako

merkatuaren helburua, baina, berotegi-efektua eragiten duten gasen isurketa gutxitzea da. Hala, isurtzen den CO<sub>2</sub>-tonari prezioa jarri diote, eta merkatua gas horren isurketa-eskubideen salerosketan oinarritzen da.

Eta horixe da, hain juxtu, egiten dioten kritiketako bat; hau da, karbono dioxidoa bakarrik hartzen duela aintzat. Hala ere, 2013tik aurrera, Europako Batzordeak beste gas batzuk ere merkatuan sartzeko asmoa du, hala nola oxido nitrosoa eta perfluorokarbonoa, eta baita orain merkatu horretatik kanpo dauden sektore batzuk ere.

Gaur egun, sektore hauetako enpresen isurketak hartzen dira kontuan: elektrizitate-sektorea, petrolio-finketa, siderurgia, zementua, karea, teilak eta adreiluak, azulejuak eta baldosak, beira, fritakinak eta paper-orea, papera eta kartoia. Guztien artean, Europan isurtzen den karbono dioxidoaren erdia sortzen dute. Asko, beraz.



Baina garraioak ere karbono dioxido asko sortzen du, % 20, gutxi gorabehera, eta proportzioa handitzen doa urtetik urtera. % 20 hori, ordea, gutxi isurtzen duten banakoek sortutakoa da, eta eskubideen salerosketa-sistemak ez du ba-

tzuk. Enpresa bakoitzak zenbat isurtzeko eskubidea duen zehaztea da bat; alegia, non jarri muga. Hain zuzen ere, merkatua hiru fasetan ari da garatzen; lehengo fasea, 2005-2007 bitartekoa, probarako zen, eta orduan konturatu zi-

2012tik aurrera, Europako aireportuetatik igarotzen diren hegazkin komertzialen isuriak kontuan hartuko dira isurketa-eskubideen merkatuan.  
ARG.: ADRIAN PINGSTONE.



lio isurketa-mota hori kontrolatzeko. Salbuespena hegazkinen isuritakoa da, eta, hori bai, 2012tik aurrera, Europako aireportuetatik igarotzen diren hegazkin komertzialen isuriak kontuan hartzeko asmoa du Europako Batzordeak.

### SALDU ETA EROSI


Hortaz, sektore batzuek isurtzen duten karbono dioxidoan oinarritzen da isurketa-eskubideen salerosketa-merkatua. Europako Batasuneko 27 herrialdeek ez ezik, iaiztik Islandiak, Norvegiak eta Liechtensteinek ere parte hartzen dute, eta denera 11.000 enpresari eragiten dio. Enpresen parte-hartzea ez da borondatezkoa, behartuta daude.

ren eskubide gehiegi banatu zituztela. “Enpresek superabita izan zuten, eta eskubideen prezioa izugarri jaitsi zen”.

Berez, enpresa bakoitzari eman beharreko isurketa-eskubideen kopurua zehazteko, enpresen isurketa historikoetan oinarritu ziren, baina, akatsak egon zirela ikusita, bigarren fasean (2008-2012) enpresei muga estuagoak jarri dizkiete. Zehazki, 2005ean baino % 6,5 isurketa-eskubide gutxiago banatu dizkiete enpresei. Horrela merkatuak ondo funtzionatu duela espero dute, eta, azkenean, Kyotoko Protokoloan zehaztutako helburuak lortzen lagunduko duela, 2013tik aurrera urtetik urtera % 1,74 gutxituko baitute eskubide-kopurua.



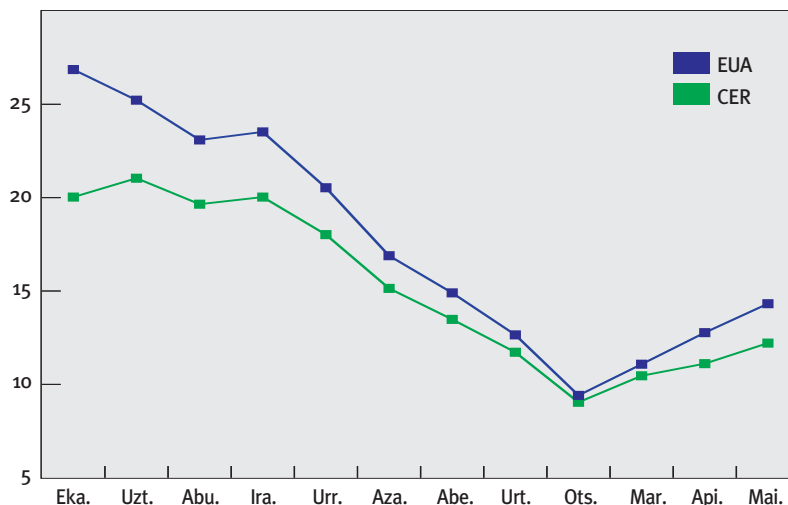
Patxi Greño ingurumen-ekonomista da, eta NAIDEReko bazkidea. ARG.: NAIDER.

 Enpresa bakoitzari eman beharreko isurketa-eskubideen kopurua zehazteko, enpresen isurketa historikoetan oinarritu ziren.

Guri Patxi Greño ingurumen-ekonomistak azaldu digu nola funtzionatzen duen: “Enpresa bakoitzak Europako Batzordeak eman dizkion isurketa-eskubide batzuk ditu. Aurreikusita zuena baino gutxiago isurtzea lortzen badu, eskubide batzuk sobera izango ditu, eta eskubide horiek aurreikusitakoa baino gehiago isuri behar duen bati saltzeko aukera izango du”.

Horrela esanda, sinplea dirudi, baina Greño berak aipatu dizkigu dituen zailtasunetako ba-

### Prezioaren eboluzioa produktu-motaren arabera



2008ko udatik otsailera arte, isurketa-eskubideen prezioak mailas maila jaisten joan dira. Azken hilabeteotan, ordea, gorako joera hartu dute. ITURRIA: SENDECO<sub>2</sub>.



2007an 40.000 milioi euro inguru mugitu ziren isurketa-eskubideen merkatuan, eta 2008an 92.000 milioi, % 130 gehiago. ARG.: CAMBRIDGEKO UNIBERTSITATEA.

Hala ere, Greñoren iritziz, isurketa-eskubideak banatu beharrean, logikoena enkantean ateratzea izango litzateke. Haien truke gehien ordaintzeko prest legokeenak eskuratuko lituzke eskubideak. “Baina Europako Batzordeak enpresak sistemaren alde egotea behar zuen, eta isurketa-eskubideak erosi beharrak nazioartean lehiakortasuna galtzea ekarriko liekeela argudiatu zuten enpresek”. Horregatik erabaki zuten eskubideak ematea, nahiz eta, denborarekin, batzordeak doakotasuna gutxitzen joateko asmoa duen.

Teorian, Europako Batzordearen arabera, 2024rako isurketa-eskubideak enkantean hartu beharko dira. Baina batzordeak berak esaten du “salbuespenak egon daitezkeela intentsitate energetiko handiko sektoreentzat”, enkantesistemak kalte egiten badie nazioartean lehiatzeko garaian.

### ISURKETEN MURRIZKETA

Edozein modutara, Greñok uste du sistema eraginkorra dela kostuetan. Haren hitzetan, “isurketak gutxitzen laguntzen du, murriztea gutxienez kostatzen den kasuetan”. Izan ere, isurketak gutxitzeak isurtzeak baino gutxiago balio badu, enpresak isurketak gutxitzeko inbertitzen du. Lehen baino gutxiago isurtzen duenez, isurketa-eskubideak sal ditzake, eta, hala, irabaziak lortzen ditu”. Horrenbestez, isurketak murrizteko mekanismoetan inbertitzeko erraztasunak ematen ditu sistemak.



### Azoka txikia

Enpresa handiekin ez ezik, gutako edozeinek sortzen edo isurtzen duen karbono dioxidoarekin ere egin daiteke negozioa. Asmo horrekin, hainbat ekimen daude merkatuan. Adibidez, pertsona batek urtebetean isuritako CO<sub>2</sub> gutzia berdindu dela esaten duen ziurtagiri bat oparitu daiteke. Gas-isuria berdintzeko, ziurtagiria ematen duen enpresak energia berriztagarrien proiektuak bultzatzen ditu, adibidez. Hori egiten du, besteak beste, Climate Care enpresak.

Clickair hegazkin konpainiak, berriz, bidaiatxartela erostean, diru-laguntza bat emateko aukera eskaintzen du. Diru horrekin, baso bat landatzen ari dira Ebroren deltan, hegaldietan isurtzen den karbono dioxidoa berdintzeko.

Batzordearen esanean, merkatua eraginkorra izaten ari da, industriak % 6 murriztu baititu isurketak azken urtean. Dena ez da izan merkatuari esker, ordea. Greñok ohartarazten duenez, krisiak ere eragin handia izan du horretan. “Enpresek jarduera gutxitu dute, eta isurketa-eskubideak saltzea finantzatzeko modu bat izan da. Horrek, baina, isurketa-eskubideen prezioa asko jaitea ekarri du”. Horrez gain, “kontuan izan behar da petrolioak merkatu egin dela, eta enpresek erregai hori erabili dutela ikatzaren ordez. Petrolioak ikatzak baino karbono dioxido gutxiago sortzen duenez, horrek ere lagundu du isurketak murrizten”.

Nolanahi ere, merkatua martxan dago, eta ondorioak ditu enpresetan. Hain zuzen, urtea amaitzen denean, enpresek isuri duten CO<sub>2</sub>-tonei dagozkien eskubideak itzuli behar dituzte. Erabili ez dituzten eskubideak, berriz, saltzeko edo etorkizunerako gordetzeko aukera dute.

Enpresaren batek ez badu itzultzen isuri duenaren arabera itzuli behar zuen adina eskubide, zigorra jasotzen du. Hurrengo urtean, falta edo defizit hori berdintzeko behar dituen eskubideak eskuratu beharko ditu; enpresaren izena arau-hausleen zerrendan agertuko da, eta mugatik gora isuritako CO<sub>2</sub>-tona bakoitzeko isuna ordaindu beharko du. Hasieran, isuna 40 erokoa zen tona bakoitzeko, baina gaur egun 100 eurokoa da.

# Zatoz Naturaz jabetzera Ven a descubrir la Naturaleza



Argazkia. Foto: Quintas

[www.ataria.es](http://www.ataria.es)



### Gorka Bueno

Telekomunikazioetan ingeniari-doktorea eta EHUko irakaslea.

## Klima-aldaketa eta energia-krisia, txanpon beraren bi alde

Egungo zibilizazioa erregai fosilen kontsumoaren mende bizi da. Gizateriak urtean kontsumitzen dituen erregai fosilen energia-edukia 390 EJ (exajoule) inguru da. Baina planetako ibai guztiak urtean dakarten energia hidraulikoa 300 EJ da; eta planetaren urteko fluxu geotermikoa —kontinenteak mugiarazten dituen— erregaien kontsumoa halako hiru baino gutxiago da (1.260 EJ). Erreferentzia horiek kontuan hartuta, nola ez du eragina izango askatutako karbono horrek planetako klimaren oreka hauskorren!

Erregai fosilen kontsumoa egundokoa da, izugarria. Jasangaitza. Kontsumitzen ditugun erregai fosilak ere eguzki-energia dira, baina naturak milaka urte behar izan du energia-baliabide zoragarri horiek lur azpian biltzeko, eta orain zitzu bizian xahutzen ari gara. Gaur egun, eguzki-errentak eta naturaren kapitala diren erregai fosiletatik bizi da gizateria. Eta naturaren kapital hori deuseztatzen ari gara, axolagabeki: alde batetik, klima-aldaketa eta kutsadura eraginez; eta, bestetik, energia-krisi larria sortuz, energia baliabideak agortuz.

Bi arazoak —energia-krisia eta klima-aldaketa— lotuta daudenez, irtenbide bera dute: erregai fosilen kontsumoa murriztu behar dugu, globalki. Horren ondorioak larriak dira, baina saihestezinak. Hazkunde jarraituan oinarritzen den sistema ekonomikoa errotik aldatu beharko da —injustiziak sortu barik—, energia berriztagarrien ustiaketa bultzatu... Laburbilduz, energia-kontsumoa murriztu eta lekuan lekuko ekoizpena bultzatu!

Adibidez, Nafarroan dagoen Eléctrica de la Ribera del Ebro enpresak 1.143.212 tona CO<sub>2</sub> zituen 2008an, eta 309.394 tonari dagokiona itzuli du. Horrenbestez, Europako Batzordeak zigorra ezarriko dio. Antzeko egoeran daude beste enpresa batzuk ere, ia denak elektrizitate-sektorekoak.

### BURTSA, JOKALEKU

Patxi Greño NAIDERen aritzen da lanean, eta, besteak beste, aholkularitza-zerbitzuak eskaintzen dizkiete enpresei eta administrazioari. Haren esanean, inguruko enpresa askok “oraindik ez dute barneratu isurketa-eskubideak aktibo bat direla, dirua dela, azken finean”. Hortaz, aholkularitza-zerbitzuek ematen dituztenek hazteko tarte handia dutela baieztatu digu Greñok.

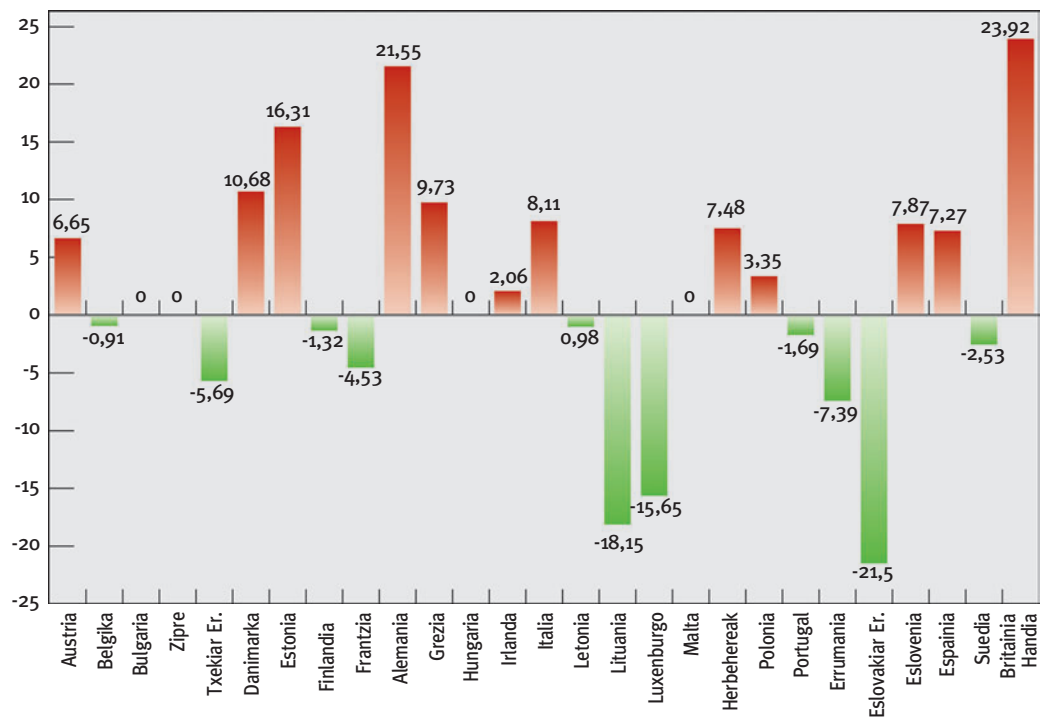
FactorCO<sub>2</sub>-k ere arlo horretan lan egiten du. Klima-aldaketan espezializatuta daude, eta karbono dioxidoaren isurketa-eskubideen merkaturan aritzen den filial bat dute, FactorCO<sub>2</sub> Trading. Kepa Solaun zuzendaria bat dator Greñok adierazitakoarekin, baina neurri batean bakarrik. Haren iritziz, lehen fasean hala izan bazen ere, 2008tik aurrera, eta krisiarekin batera, enpresak “modu estrategikoan” hasi dira jokatzeko.

Datuak ere eman dizkigu Solaunek: 2007an 40.000 milioi euro inguru mugitu ziren isurketa-eskubideen merkaturan, eta 2008an 92.000 milioi, % 130 gehiago. Gainera, aurreko fasearekin alderatuta, mugimenduak, “handiagoak ez ezik, konplexuagoak ere” badira. Etorkizunera begira, baikorra da; izan ere “enpresek gero eta operazio gehiago egiten dituzte, prezioak igo egingo direla aurreikusten dute, eta, 2012tik aurrera, enpresa gehiago izango dira parte hartzen”.

➔ 2008tik aurrera, eta krisiarekin batera, enpresak “modu estrategikoan” hasi dira jokatzeko, eta, 2012tik aurrera, enpresa gehiago izango dira.

Antza denez, kea saltzen negoziatorako aukera badago. Hori bai, urruti geratu da kutsatzen duenak ordaintzen du leloa. ●

### 2008ko isuriak, ezarritako mugarekiko (%)



Mugatik gora isuri duten enpresak eskubideak erostera behartuta daude. Defizita ez badute berdintzen, mugatik gora isuritako CO<sub>2</sub>-tona bakoitzeko isuna ordaindu behar dute. ITURRIA: CARBON MARKET DATA.

# bc<sup>3</sup>

## BASQUE CENTRE FOR CLIMATE CHANGE

WORLD-CLASS AND INTERDISCIPLINARY  
EXCELLENCE RESEARCH

### EXCELLENCE AND ABILITY TO COMPETE IN A GLOBALISED SCIENCE AND RESEARCH

The BC3 is a Research Centre based in the Basque Country, which aims at contributing to long term research on the **causes and consequences of Climate Change** in order to foster the creation of knowledge in this multi-disciplinary Science.

The BC3 will promote a **highly-qualified team of researchers** with the primary objective of achieving excellence in research, training and dissemination.

#### Strategic Research Lines:

1. **Adaptation to and the impacts of climate change.**
2. **Measures to mitigate the amount of climate change experienced.**
3. **International Dimensions of Climate Policy.**
4. **Developing and supporting research that informs climate policy in the Basque Country.**

### RESERCHERS. ATTRACTION OF SCIENTIFIC TALENT



“Climate Change is very different from other challenges we have faced as a Planetet ... from the BC3, we aim to address a multidisciplinary excellent researching activity in order to have better understanding of the real problem”

**ANIL MARKANDYA**  
Scientific Director - Zuzendari Zientifikoa

BASQUE CENTRE  
FOR CLIMATE CHANGE  
Gran Via, 35-2  
48009 BILBAO, Bizkaia  
SPAIN  
+34 944 014 690  
[www.bc3research.org](http://www.bc3research.org)

### GLOBALIZATUTAKO ZIENTZIA ETA IKERKETA INGURUNEAN LEHIATZEKO BIKAINASUNA ETA GAITASUNA

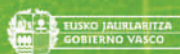
BC3 elkarteak Euskadin kokatutako ikerketa-zentrua da. Klima-aldaketaren **zergaitiei eta ondorioei** buruzko epe luzean ikerketa ahalbidetuko du disziplina aunitzeko zientzia-adar honen inguruko ezagutza sortzeko xedearekin.

BC3 zentroko ikerketa-taldea **kualifikazio handiko ikertzaileek osatuko dute**, ikerketa, hezkuntza eta informazio eta ezagutzaren dibulgazioa bikainak izan daitezten.

#### Ikerketa Ildo Estrategikoak:

1. **Klima-aldaketaren inpaktuak eta egokitzea.**
2. **Klima-aldaketa murrizteko neurriak.**
3. **Klima-aldaketaren inguruko politikaren nazioarteko dimentsioak.**
4. **Euskadin klima-aldaketaren inguruko politikak garatzeko ikerketa.**

### IKERTZAILEAK. ZIENTZIALARI ADIMENTSUAK ERAKARTZEA



IKERKETA, KULTURAREN  
ETA ZIENTZIEN ERKIDIA  
EUSKO JAUNLARITZA  
GOBIERNO VASCO  
IKERKETA, KULTURAREN  
ETA ZIENTZIEN ERKIDIA  
EUSKO JAUNLARITZA  
GOBIERNO VASCO



# GEOINGENIARITZA

LUCÍA ÁLVAREZ BUSCA  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

## PROIEKTU ERRALDOIAK PLANETA HOZTEKO

**Berotegi-gasen murrizketak nahikoa ez direla eta, beste plan batzuk garatzen ari dira ikertzaileak. Horieta plan batzuk georingeniaritzaren alorrean sartzen dira, hau da, planeta-mailako eragina izango luketen eskala handiko ingeniari-tza-proiektuak dira.**

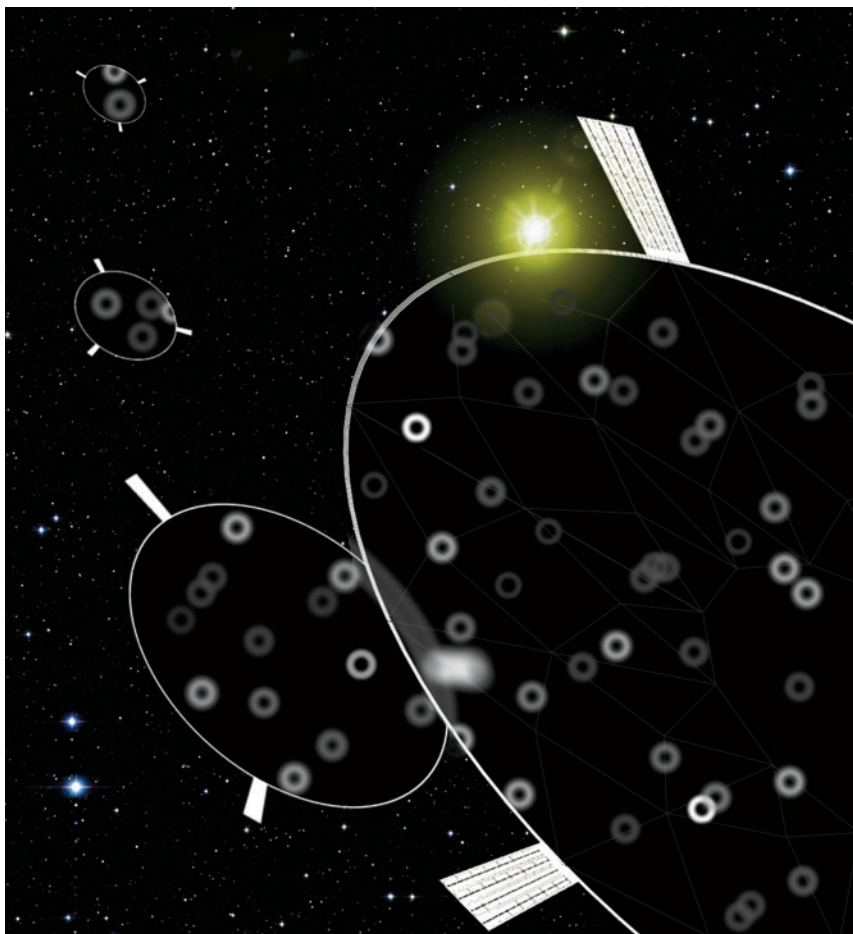
Georingeniaritzaren abiapuntua da lurraren gainazaleko tenperatura jaisteko eragin handiko hainbat proiektu gauzatzea. Alor horretan, ozeanoa burdinez ongarrizetik espazioan eguzki-izpiak blokeatuko dituzten panelak jartzearainoko proiektuak proposatzen dituzte ikertzaileak.

Lurraren gainazaleko tenperatura sartzen den eguzki-erradiazioaren eta Lurrak kanporatzen duenaren arteko orekaren araberakoa da, eta, gizakiaren jardueraren ondorioz, desoreka dago bi erradiazio horien artean.

Desoreka hori zuzentzen saiatzeko, bi eratako soluzioak proposatzen dituzte georingeniaritzaren alorretik: Lurrak xurgatzen duen eguzki-erradiazioa gutxitzea eta Lurrak emititzen duen erradiazioa handitzea. Planetak jasotzen duen eguzki-erradiazioa gutxitzeko, eguzki-izpiak atmosferan sartzea galarazteko eta atmosferaren goi-geruzetatik ez pasatzeko aukerak proposatu dira, hala nola espazioan eguzki-izpiak islatuko dituzten panelak jartzea, edo estratosferan sulfato-aerosolak isurtzea, eguzki-izpiak beherago iristea galarazteko —horixe gertatzen da era naturalean sumendien erupzioen ondorioz—.

Bestalde, atmosferan beherago egitea lortzen duen erradiazioa islatzeko gainazalen albedo handitzea da beste irtenbide bat. Albedo gainazal batek xurgatzen duen eta emititzen duen erradiazioaren arteko proportzioa da. Hainbat proiektuk basamortuen eta gizakien kokalekuen albedo handitzea proposatzen dute, edo itsasoko ura erabiliz lainoak sortzen dituzten egiturak eraikitzea, eta, hala, lainoek eguzki-izpiak islatuko lituzkete.

Lurrak kanporatzen duen erradiazioa handitzeko aukeren artean, oinarritzko ideia atmosfera-



ROGER ANGEL/ARIZONAKO UNIBERTSITATEA

ko gehiegizko CO<sub>2</sub>-a desagerraraztea eta berriro ez agertzea litzateke. Horretarako, planetak be-  
rezkoak dituen karbono-biltegiak areagotzea  
edo biltegi artifizialak egitea proposatzen da,  
bai lurrean, eta bai itsasoan.

## KARBONOAREN BILTEGIRATZEA

Lurrean, CO<sub>2</sub>-a biltegitratzea zuhaitzen eta baso-  
lurzoruen bidez egitea proposatzen dute iker-  
tzailleek. Biltegitratze hori era naturalean egiten  
dute, bai zuhaitzek, bai lurrak. Horregatik,  
zuhaitzak landatzeak atmosferako CO<sub>2</sub>-a xur-  
gutzen eta biltzen lagundu dezake. Gaur egun,  
zuhaitzak landatzea arintze-neurri gisa erabil-  
tzea aztertzen ari da IPCC. Geoingeniaritzak, be-  
rriz, natura imitatuz, prozesu hori bera egiten  
duten egitura artifizialak proposatzen ditu, hala  
nola airea xurgatu eta CO<sub>2</sub>-a lurpean biltegitra-  
tzen duten zuhaitz artifizialak.

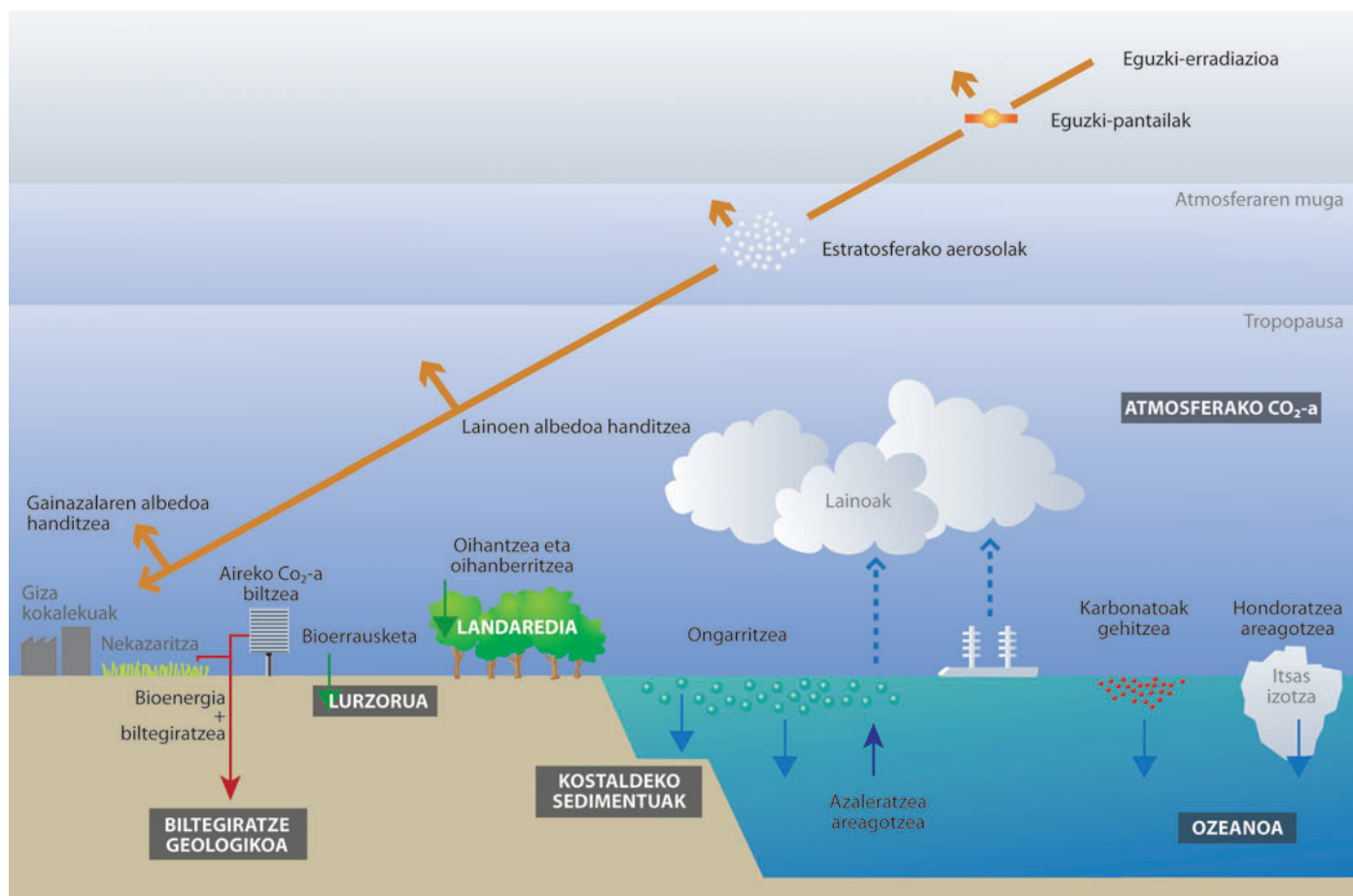
Bide beretik, pirolisi bidezko bioerresaketak  
—errekuntzaren zati handi bat oxigenorik gabe  
egiten da— karbonoaren % 50 bizitza luzeko  
biomasa bihurtzen du, lurzoruari gehitu dakio-  
keen ikatza, adibidez. Eta sortzen den gainera-  
ko karbonoa bildu eta biltegitratu egin daiteke.  
Horrekin batera, bioenergiak sortzen dituzten

eta karbonoa isurtzen duten jardueri lotuta,  
karbonoa zuzenean biltegitratzeko sistemak di-  
seinatu dira, BECS deritzenak —Bio-energy with  
carbon storage—. Hala, karbonoa eta beste be-  
rotze-gas batzuk lur azpian biltegitratzeko tek-  
nikak ikertzen ari dira zientzialariak.

*bioenergiak sortzen dituzten  
eta karbonoa isurtzen duten  
jardueri lotuta, karbonoa  
zuzenean biltegitratzeko  
sistemak diseinatu dira,  
BECS deritzenak.*

CO<sub>2</sub>-a itsasoan biltegitratzea da beste aukera bat,  
era naturalean nahiz artifizialki areagotuz. Era  
naturelan, bai urak eta bai kostaldeko sedi-  
mentuek karbonoa biltegitratzen dute. Baina ba-  
dira dinamika naturalak aprobetxatzen dituz-  
ten geoingeniaritza-proiektuak ere. Horietako  
bat da ozeanoak burdinez ongarritzea proposatu

Klimarekin lotutako geoingeniaritza  
proiektuak biltzen dituen eskema.  
Gezi laranjek Lurra xurgatzen duen  
eguzki-erradiazioa gutxitzeko  
aukerak adierazten dituzte;  
beherazko gezi berdeek  
(lurrazalean) eta urdinek (itsasoan)  
karbonoaren fluxu naturalak  
handitzeko aukerak; gezi gorriak  
karbonoaren fluxu artifizialak  
sortzeko proiektuak; gezi moreak  
uraren fluxu artifizialak sortzeko  
bideak; puntu-geziek lainoen  
nukleazioa areagotzeko iturriak; eta  
lauki grisek karbono-biltegitratzeak.  
IRUDIA: ROBERTO GUTIERREZ.





**Luis Alfonso Gámez**

Kazetaria,  
El Correo

**Krisiarekin bukatu ziren beldurrak**

Gure lider politikoek, orain urte eta erdi, edozer egiten zuten Al Gorekin, apokalipsi klimatikoaren profetarekin, argakia ateratzeko: gure ehunka mila euro gastatzen zituzten harekin argazkiak ateratzen, edo eskoletan erakusteko haren dokumental sarituaren kopia erosten. Jatorri antropogenoko klima-aldaketa zen komunikabideetan ia ezbehar guztien erruduna, hasi sakonera handietako arrain arraro baten desagerpenetik, eta azken uholde handiraino. Eta, orduan, krisia iritsi zen...

Klima-aldaketaren aurkako bandera amu elektorak gisa dantzatu zuten buruzagi haiek berak eginahalak egiten hasi ziren, orduan, gu konbentzitzeko arazo ekonomikoak ez zirela hainbesteko izango. Eta orain, esaterako, automobilgintzaren industriari laguntzen ari dira, berriz ere abiadura handian ibil dadin. Egia da lanpostu asko daudela sektore horren mende, baina ez al litzateke logikoa, laguntza publikoen truke, esfortzu ekologiko benetako bat exijitzea?

Bestalde, negu luze eta normal honek komunikabideok klima-aldaketaz ia ez hitz egitea eragin du. Hori gertatzen da eguraldia klimarekin nahastean denean. Beraz, ingurumenaren aurkako mehatxua moda mediatiko baten gisa gelditu da jende askorentzat. Aitzitik, froga guztiek adierazten dute klimaren berotze baterantz goazela; eta zientzialariek gogorarazi beharko lukete hori orain, inoiz baino gehiago, eta azpimarratu, gainera, mehatxu hori ez balego ere beti izango dela hobea mundu poluitu batean bizitzea baino mundu garbi batean bizitzea.

duen proiektua. Horrek fitoplankton-kopurua handituko luke, eta fitoplanktonak CO<sub>2</sub>-a xurgatuko luke. Fitoplanktona, hiltzean, hondoratu egiten da, eta CO<sub>2</sub>-gordailu bilakatzen da. Proiektu hori aurten jarri zen martxan, baina, tamalez, ez zen ongi atera. Fitoplankton-kopurua horrenbeste handitzean, zooplankton-kopuru handia hurbildu zen ongarritutako gunetara, eta fitoplankton gehiena jan zuen. Hala, fitoplanktonak bildutako CO<sub>2</sub>-a itsas hondoa metatu beharrean, zooplanktonaren amasketaren bitartez berriro itzuli zen atmosferara. Hala ere, fitoplanktona desagertzearen beste arrazoietako bat uraren azidotasuna izan daitekeela uste dute ikertzaileek, eta hori aztertzen ari dira orain. Baina, era batera edo bestera, ez dira esperotako emaitzak lortu CO<sub>2</sub>-aren xurgapenari dagokionean.

Hala ere, hori ez da ozeanoetako proiektu bakarra. Burdinaren ordezkari karbonatoak gehituta, ozeanoen alkalinitatea handituko litzateke, eta, hortaz, CO<sub>2</sub> gehiago xurgatzeko gai izango litzateke.

Bestalde, karbonoak urtean zehar dituen fluxuak ere erabil daitezke, fluxu naturalak aprobetxatuz edo mekanikoki fluxuak areagotuz. Gainazaleko ura hondoratuko balitz —gainazaleko ura hozteko izotza gehituz itsasoan, adibidez—, karbono ere hondoratuko litzateke, eta, hala, karbono biltegitratuko duten sedimentuetara iristeko prozesua bizkortuko litzateke. Gainera, gainazaleko urak karbono gehiago eta azkarrago xurgatzeko ahalmena lortuko luke. Bestalde, itsas hondoa dagoen ura gainazalera bultzatuko balitz, gauza bera lortuko litzateke.



Ikertzaileen ustean, jendeak geoingeniaritza arazoaren irtenbide gisa ikusi, eta egunerokoan berotze globalari garrantzia kentzea izan daiteke proiektu hauen arriskuetaiko bat. Izan ere, proiektuak martxan jarri ondoren CO<sub>2</sub>-aren eta beste berotegi-gasen isurketak murrizten ez badira, edo proiektu horietan konfiantza osoa jarrita kontrolik gabe isurtzen hasten bagara, ez da ezer konponduko. Eta, are gehiago: pentsa zer gerta daitekeen proiektu horietako batek huts egin —eguzki-izpiak blokeatzeko panelak hondatzen badira, adibidez—, eta bat-batean temperatura igotzen bada. Izan ere, geoingeniaritza-proiektuak martxan jarri aurretik baino berotegi-gas gehiago eragongo liriteke atmosferan, eta horrek, noski, tenperaturaren igoera handiagoa eragingo luke. Horregatik, berotze globalaren aurka bakoitzak ahal duena egiten jarraitu behar duela pentsatzen dute ikertzaileek, eguneroko ekintzak kontrolatuz. IRUDIA: S. GENOVESE/LEARNINGFUNDAMENTALS.COM.AU.





**E**stratosferan aerosolak isurtzea eta espazioan eguzki-panelak jartzea dira 2050ean industrializazioaren aurreko egoerara itzultzeko ahalmena duten irtenbide bakarrak.

## PROPOSAMENEN ERAGINKORTASUNA

Tim Lentonek (Ingurumen Zientzien Eskola, East Angliako Unibertsitatea, Erresuma Batua) eta Naomi Vaughanek (Klima Aldaketaren Ikerketarako Tyndall Zentroa, Erresuma Batua), geoingeniaritzaren alorrean egindako proposamenen azterketa eta konparaketa egin ondoren, proiektuek lortuko luketen eragina aztertu dute. Mota horretako proiektuak ebaluatzeko erabiltzen den oinarritzko irizpidea da klima hozteko duten gaitasuna.

Azterketan ondorioztatu dute estratosferan aerosolak isurtzea eta espazioan eguzki-panelak jartzea direla 2050ean industrializazioaren aurreko egoerara itzultzeko ahalmena duten bakarrak. Bestalde, arintze-neurri gogorrek, eskala globaleko aire-xurgatzearekin eta biltegitratzearekin konbinatuta, CO<sub>2</sub>-maila industrializazioa baino lehenagoko egoerara jaitsiko lukete 2100. urterako.

Beste aukera bat litzateke arintze-neurri gogorren bitartez CO<sub>2</sub>-a egonkor mantentzea, eta geoingeniaritzak albedoa handitzea. Hori ez litzateke irtenbide osoa izango, baina eguzki-erradiazioaren maila jaiste lortuko litzateke.

Lentonen eta Vaughanen iritziz, ozeanoko ura hondoratzeak eta azaleratzeak oso eragin txikia izango luke denbora-epe adierazgarri batean. Ozeanoak ongarritzeak epe luzera balio zuela uste zuten, baina esperientziak erakutsi du arazoak sortzen direla. ●

## Zilegi da?

Hain eskala handiko proiektuek ondorio handiak izaten dituzte, noski. Eta hori da geoingeniaritzak bilatzen duena klima-aldaketaren kontra egiteko. Baina auzi asko plazaratzen dira gai horren inguruan.

Ingeniaritzaren, Etikaren eta Gizartearen Zentroaren (CEES-Center for Engineering, Ethics and Society) helburua da ingeniarietako eta ingeniarietaz lanetan ari direnei haien lanarekin lotuta dauden arazo etiko eta gizarte-arazoak konpontzen eta ulertzen laguntzea. Zentroaren zuzendari Rachelle Hollanderren eta aholkularitza-taldeko Clark Millerren ustean, “geoingeniaritzak zalantza etiko asko planteatzen ditu. Izan ere, mundu mailako eragina izango duten giza jarduerak beti ekartzen dituzte ardurarekin, zilegitasunarekin eta kontuak ematearekin lotutako auziak”.

Zenbait jarduerak justiziaren auzia dakarte, horrelakorik onartu ez duen populazioarentzat arriskua duten neurrian eta kalteen aurka egiteko baliabiderik ez dagoen neurrian —kalterik egonez gero—. Eta, Hollanderren eta Millerren iritziz, “hemen agertzen da auzi garrantzitsu bat: kaltea. Kaltea eta horren ordaina, eta ondorengo belaualdiei eragingo zaien kaltea”. Horien ustez, “ez da erraza ingurumenean eta planetan eragin daitzkeen kalteei buruzko galderei erantzutea. Izan ere, oso zaila da jakiten eskala horretako ekintzek zer nolako eragina izango duten planetaren funtzionamendu naturalean”. Adibidez, eguzki-izpien sarrera blokeatzen bada, planeta gutxiago berotuko da, baina landareek jasoko al dute bizitzeko behar duten adina izpi? Eta planeta dagoen baino okerrago uzten badugu? Eta planeta salbatu nahian hondatzen bazaigu, zer?



unesco etxea

- Bake kultura eta Giza Eskubideak
- Ingurumena eta iraunkortasuna
- Hizkuntza eta kultura
- Nazio Batuen UN-Infogunea eta Dokumentazio Zentroa
- Euskadiren harremana UNESCO eta Nazio Batuekin

Informa zaituz eta parte har ezazu:

**Urkixo Zumardia 60, Bilbo**

**tel. 94 427 64 32**

**www.unescoeh.org**



Bi batera,  
sarea eta papera



.info

aukera ezazu bizi euskaraz

# zer SALBATU nahi dugu

GUILLERMO ROA ZUBIA  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



Oro har, gizakiak onartu du klima aldatzen ari dela, aldaketa horrek ondorio kaltegarriak dituela, batez ere ingurumenean, eta, neurri batean, giza jardueraren ondorioa dela. Hori dela eta, azken urteetan, ingurumen-arazoen zerrendaren lehen postuan dago klima-aldaketa. Gizakia kezkatuta dago. Egoerari aurre egin behar dio. Baina zer salbatu nahi du ahalegin horrekin?

Gizakiak nekez geldituko du klima-aldaketa, baina ahaleginak egin ditzake giza jardueraren eragina ahalik eta txikiena izateko. Horretarako errezeta oso ezaguna da. Lurra berotzen ari da berotegi-efektuaren ondorioz, eta, beraz, logikoa da berotegi-efektua eragiten duten gasen isurketak murriztea.

Horrekin batera, beste neurri asko ere har daitezke. Denak ez dira hain ezagunak, eta ez dago argi proposatutako neurri asko eraginkorrak diren edo ez klima-aldaketari aurre egiteko. Edonola ere, publizitate handia bideratzen da ustez klima-aldaketaren kontrakoak direnak sustatzeko.

Klima-aldaketaren kontrako borroka mugimendu ekologisten ikurra da, eta ez haiena bakarrik. Gaur egun, politikoki zuzena bilakatu da. Ahal duten neurrian, enpresa askok barneratu egin dute, produktuen publizitatea egiteko; gobernuek programetan sartu dute; bai eta alderdi politikoez ere, gobernuan egon ala ez; gobernuetatik kanpoko erakunde askok ere laguntzen dute klima-aldaketaren kontrako ekintzetan.

Itxuraz, behintzat, gizarte osoaren ahalegina da. Eta, hain zuzen ere, oso planteamendu ezberdinak dituzten talde asko batu dira, helburu bera hartuta.

## Zilegi da galdetzea zer dagoen klima-aldaketaren kontrako ahaleginaren atzean. Egia da lanean ari diren talde guztiek helburu bera dutela?

Testuinguru hori dela eta, zilegi da galdetzea zer dagoen ideia orokor horren atzean. Egia da klima-aldaketaren kontra azaltzen diren talde guztiek helburu bera dutela? Ikuspuntu orokor batetik, beharbada, bai; denek espero dute “planeta salbatzea” ahalegin horien bitartez. Baina, agian, zehazten hasita, ez dago hain argi zein den borrokaren azken helburua.

Guk galdera hori egin diegu zenbaki honetan parte hartu duten zientzialari batzuei: klima-aldaketaren borrokarekin, zer salbatu nahi du gizakiak? Planeta? Biosfera? Gizakia? Gizartea? Lehen mundua deitzen dugunaren bizi-kalitatea? Hona hemen erantzunak. ●

**A**razoa denontzat da arazo; gizakiarentzat bai, baina baita beste espezieentzat ere; hain zuzen, haietako batzuk kezkatzeko moduko abiaduran ari dira galtzen. Biziaren galera, behar baino lehenagoko heriotzak eta biziaren estandarren gainbehera bortitzak galarazi nahi ditugu.



### Anil Markandya

BC3 (Basque Centre for Climate Change / Klima Aldaketa Ikergai) zentroko zuzendaria

**L**urra, planeta moduan, ezin dugu salbatu, ez dagoelako zer salbatu. Lurra desagertu egingo da hemendik hainbat urtera, bai ala bai. Baina begiratzen baduzu zenbat jende bizi zen planetan orain dela 100 urte, eta zenbat bizi den gaur egun, ikusiko duzu gure bizitzeko aukera gero eta estuagoa dela, gero eta jende gehiago dagoelako.

Hainbeste lagun garenez mundu honetan, orain dela 10.000 urte gertatu ziren migrazioak ezin dira gertatu. Beraz, nire ustez, batetik, salbatu behar dugu ezagutzen dugun gizartea (agian ez da egon daitekeen gizarterik onena, baina okerragoa izan daiteke, zinez). Eta klima aldatzen bada, ni ziur nago okerrera egin dezakeela: gu gutxi gorabehera berdin biziko gara, Norvegiar baliteke hobeki bizitzea, baina eredu guztiek diote Afrika aldean askoz okerrago biziko direla...

Hori eztabaida politikoa edo soziala izan daiteke, baina ez dago inongo zalantzarik munduko hainbat biztanle askoz okerrago biziko direla klima aldatzen bada. Gero, galdetzen badidazu zer den okerragoa, hori edo dauzkagun baliabideak hobeki banatzea, beste gai batera pasatuko ginatke. Gaur egun jende asko ari da goseak hiltzen, eta horren arrazoia da, argi eta garbi, ez ditugula behar bezala banatzen baliabideak. Baina hori beste eztabaida bat da.

Gero, kontserbazioaren eztabaida ere egon daiteke. Kontserbatu behar ditugu Euskal Herriko pagoak? Hori bigarren mailako eztabaida izango litzateke nire ustez, eta nik baietz esango nuke. Orduan, temperatura, prezipitazioa eta abar aldatzen badira, agian, pagoak desagertu egingo dira, eta, pagoekin batera, pagadietako habitat osoa.



### Jon Saenz

Fisikan doktorea, meteorologia- eta klimatologia-irakaslea da EHUan

**N**ire iritzia da dena salbatu nahi dugula: gure espeziea, planeta eta biodibertsitatea. Azalduko dizuet.

Ez badiogu aurre egiten klima-aldaketari, litekeena da mende honen bukaerarako Lurraren batezbesteko temperatura bost gradu zentigradu igotzea. Horrek biodibertsitatearen gaineko presiobide nagusi bihurtuko du klima-aldaketa, eta horrek larriagoa egingo du berez larria den egoera. Ura urritu egingo da, elikagaien produkzioa ere txikitu egingo da, osasun-arazo batzuk ere larriagoak izango dira, eta gertaera meteorologiko bortitzak ugartuko dira (lehortekak, beroaldiak, urakanak, uholdeak eta abar). Horrek milioika pertsonaren bizimoduan eragingo du, batez ere, ekonomikoki oso garatuak ez dauden herrietan. Gainera, herri horiek dira, hain zuzen, arazoaren sorreran ekarpen txikiena egin dutenak.



### Patxi Greño

Ingurumen-ekonomialaria da eta NAIDEReko bazkidea



### Kepa Solaun

FactorCO<sub>2</sub>-eko zuzendaria

**P**laneta salbatzearen ideia, noski, abstrakzio bat da. Baina horren barruko hiru interes bereizi beharko lirateke: gure espeziearen interesak, beste animalia-espezieen interesak eta planeta edo biziaren osotasuna. Hiru interes-talde horiek konbinatuta sortzen dira gure espezieari buruzko kontzeptu etikoak eta inguruarekin duen harremanari buruzkoak (antropozentrikoak, animalistak, Lurraren etika eta abar).

Sinpleenetatik hasita, argi dago klima-aldaketak ez duela eragingo planetan, bere horretan, eta bizian, oro har (gogora dezagun Gaia hipotesia). Iragarri dituzten eragin gehienek giza osasunarekin, azpiegitura artifizialekin eta guretzat balio ekonomikoa duten baliabide naturalekin dute zerikusia, biodibertsitatearekin kasu. Baina, inguruaren gaineko eraginaren atzetik, beste espezie batzuen interesak daude; espezie horietan, eragina negatiboa izango da.

Garrantzitsua da interes guztiek norabide bera dutela, bakoitzaren neurria edozein dela ere. Giza solidaritatearen ikuspuntu batetik (belaunaldi baten barruan edo belaunaldi baten baino gehiagoren artean), beste espezie batzuk kontuan hartuta ere, klima-aldaketa izatea klima-egonkortasun bat izatea baino okerragoa da.



### Rachelle Hollander

Filosofoa eta Center for Engineering, Ethics, and Society-ko zuzendaria

**K**lima-aldaketa arazotzat hartzen ari garenean, galdetzen ari gara zenbat mantsotu behar dugun aldaketaren abiadura espezie askok eta ingurumen-baliabideek moldatzeko aukera izan dezaten. Kontua da gauza asko egin ditzakegula arrisku handiena dutenak babesteko. Eta egiten dugun hori klima-aldaketaren abiadura moteltzeko ere onuragarria izango litzateke.

**N**ire ustez, gure espeziearen arazoa da. Gizakion eboluzioari bidea zabalik utzi behar diogu. Planetak klima-aldaketak izan ditu eta izango ditu, gizakiak eragin ala ez. Naturaren faktore askok hartzen dute parte klima-aldaketa horietan: Eguzkiaren bizi-zikloa eta jarduera, prozesu geologikoak (kontinenteen jitoak adibidez), Milancovich zikloak Lurraren orbitaren parametroetan, sumendien jarduera, eta baita klimaren barne-aldaketak ere.

Gaur egun, gizakia ehunka edo milaka urteko geologiarekin dago lehian. Oso aldaketa azkarrak ari gara eragiten, klima-aldaketa naturalen denbora-eskalarekin konparatuta. Gizakiak berrehun eta berrogeita hamar urtean erre ditu naturak ehunka milioi urtean sortutako erregai fosilak! Eskalatik kanpo gaude. Lurra berezko erritmoa du.

Gure patuari tokatu zaigun denbora-tartean egin behar diogu aurre. Geure burua salbatu nahi dugu, gure arbasoak eta gure ondorengoak barne; giza kultura behar baino lehenago suntsizetik salbatu nahi dugu.



### Roxana Bojariu

Fisikan doktorea da, eta, gaur egun, Bukaresteko meteorologia-administrazioan egiten du lan

**PILAR NICOLÁS**

*EHUko ikertzaile kontratatua. Zuzenbidea eta Giza Genoma unibertsitate arteko katedra.*



# Eskertuko du seme-alabak haren zelulak gordetzea?

## ZILBOR-HESTEKO ZELULEN BANKUAK

**Urte batzuetatik hona, haurdun gelditu, eta pertsona askok galdegiten diote bere buruari baliagarria ote den jaioko den umearen zilbor-hesteko zelulak gordetzea, eta nola eta non egin jakin nahi izaten dute. Zalantza, egia esan, seme-alaben etorkizunerako balizko mesedeari buruzkoa da; baina Espainian zelula horiek ez dira zehazki ikuspegi horrekin gordetzen, edo ez bakarrik, ikusten badugu nola arautu den eta medikuntzak gaur egun zer aukera eskaintzen dituen.**

Zilbor-hesteko zelulak gordetzeak helmuga “zuzen” bat du: gaixo dauden pertsonen hezur-muin transplantatea egin ahal izatea; eta “balizko” helmuga du etorkizunearan tratamendu autologoak (alegia, seme-alabarentzako izango direnak) egitea. Aplikazio klinikoaren eraginkortasuna oso desberdina da kasu batean eta bestean.

Zilbor-hesteko odoleko zelulak oso baliagarriak dira hezur-muineko gaitzak dituzten pertsonen transplantatzeko, adibidez, leuzemiak jotakoei; baina nekez erabili ahal izango ditu jatorrizko banakoak inoiz. Arrazoia da haurtzaroan egiten diren transplante askoren atzean oinarri genetiko edo jaiotzetikoa duten gaitzak daudela, eta, hortaz, litekeena dela gaitza zilbor-hesteko zeluletan presente egotea. Jaiotzatikoak ez diren gaitzentzat, munduan hirutan besterik ez dira egin zilbor-hesteko zelulen transplante autologoak; beste norbaitek emandako zelulekin, berriz, 6.000 transplante baino gehiago egin dira. Kontuan izan behar da zilbor-hesteko zelula ama hematopoietiko oso gutxi izaten duela, eta, horrenbestez, umeei edo oso pisu txikiko helduei transplanta-

tzeko besterik ez direla aski; hain zuzen, beste teknika bat erabiltzen da gaur egun nagusiki: zelula amak zuzenean jasotzen dira odol-zirkulaziotik, konplikazio oso gutxiko metodo sinpleen bidez. Gainera, leuzemia- eta linfoma-mota batzuetan, tratamendua eraginkorra izan dadin, funtsezkoa da emaile baten zelulak jasotzeak eragiten duen arrotzaren aurkako txertaketa-erreakzioa, berriz gaixotzea eragozten baitu.

Transplanterako duen erabilgarritasunaz gain, beste aukera baten berri eman dute birsorkuntza-medikuntzaren arloan izandako aurrerapenei buruzko albisteek: kalteetako ehunak edo organoak osatzeko balioko dutela, etorkizunearan, orain kontserbatutako zelulek.

Egiazki, zelula-terapien arloko ikerketek geroz eta interes handiagoa pizten dute (Espainian bakarrik 50 talde baino gehiago ari dira horretan ikertzen, eta badira horretan bakarrik aritzen diren ikerketazentro batzuk), baina haien aplikazio klinikoek oso garapen-maila txikia dute oraindik. Bestalde, kontuan hartu behar da birsorkuntza-medikuntzan ez dela zil-

bor-hesteko zelulekin bakarrik ikertzen; enbrioiaren eta helduen zelulekin ere lan egiten dute. Hau da, zilbor-hesteko zelulak ez dira izango, izatekotan, etorkizunean halako terapietan aplikatu ahal izango diren zelula bakarrik.

Horrenbestez, garrantzitsua da nabarmentzea bankuek egiazko informazioa eman behar dutela aukera horiei buruz. Araudiak berariaz debekatu du (gehiegikeriei aurrea hartzeko) publizitate engainagarria: gaur egungo jakintzan eta esperientzian oinarritutakotik kanpora, ezin da giza zelulak eta ehunak eskuratzeak,


prozesatzeak eta gordetzeak izan ditzakeen erabilera autologoei buruzko okerreko usterik zabaldu. Gainera, promozioa eta publizitatea ikuspegi orokorrarekin egin behar da beti, ezin da pertsona zehatzentzako onurarik bilatu, eta adierazi egin behar da borondatezkoa, altruista eta desinteresatua dela.

Egoera zein den jakinda, haurdun dagoen emakumeak zilbor-hesteko odol-emaile izan nahi duenean, zilbor-hesteko odol-banku batera jo behar du Espainian, edo baimendutako amaetxeetako batera. Espainian horrelako 132 amaetxe daude,

eta 14 zilbor-hesteko odol-banku publiko (Euskal Autonomia Erkidegoan: Transfusioen eta Giza Ehunen Euskal Autonomia Erkidegoko Zentroa, Gurutzetako Ospitalea eta Donostia Ospitalea). Zerrenda osoa Transplanteen Erakunde Nazionalaren webgunean dago: [www.ont.es](http://www.ont.es)

Umea jaioko deneko zentroak berariazko baimena izan behar du zelulak erazteko, eta jasoko dituen bankuak biltegitratzeko. Gainera, amaetxeak eta bankuak hitzarmen edo akordio bat izan behar dute indarrean.

Espainian horrelako bankuetan biltegitratutako zelula guztiak Hezur Muinaren Emaileen Espainiako Erregistroaren (REDMO) eskura egongo dira, eta transplantea behar duen edozein gaixo tratatzeko erabili ahal izango dira.

 *Jaiotzetikoak ez diren gaitzentzat, munduan hirutan baizik ez dira egin zilbor-hesteko zelulen transplante autologoak.*

Odola atzerrira bidaltzeko, Espainian biltegitratzeko baldintza berdinetan, erazte- eta biltegitratze-zentroek baimena eduki behar dute, eta hitzarmen bat izenpetu. Gainera, zentroa Europako Batasunetik kanpora baldin badago, baimena eskatu behar zaio Transplanteen Erakunde Nazionalari.

Balitzko erabilera autologoari begira, araudiaren eskakizunak betetzen dituen zentro pribatu batean gorde daitezke zelulak. Zentro horien jarduerak irabazi-asmorik gabekoa izan behar du; banku publikoen kalitate-estandar berberak bete behar dituzte; eta biltegitratutako unitate guztiak Hezur Muinaren Emaileen Espainiako Erregistroaren esku jarri behar dituzte, edozein gaixok erabili ahal izateko. ●



HONGQI ZHANG/123RF

ANDONI SAGARNA IZAGIRRE



# Hizkuntzaren teknologiak eta HIZKUNTZAREN INDUSTRIAK

**Informazioaren tratamendu automatikoa da informatika. Hasieran zenbakizko kalkuluak egitera mugatzen zen, baina, pixkanaka, beste era bateko informazio batzuk tratatuz joan da: musika, irudia eta abar. Laster hasi zen, 1950eko hamarkadan, bilakaera horretan giza hizkuntzak prozesatzen ere. Hasiera hartatik 50 urtera, bide aldapatsua egin ondoren, heldutasunera eta merkatura iristen ari dira hizkuntzaren prozesamenduan oinarrituriko aplikazioak, eta horiek lantzen dituzten industria batzuk indarra hartzen ari dira.**

Ederra litzateke japoniera ez dakien euskaldun batek eta euskara ez dakien japoniar batek, esate baterako, telefono bidezko elkarrizketa bat eduki ahal izatea, denbora errealean, nor bere hizkuntzan mintzatuz eta besteak dioena norberaren hizkuntzan entzunez. Hori, jakina, amets hutsa da gaur egun, baina horrantz urrats txiki-txikiak egiten ari garela esan genezake.

Askoz sinpleagoa da idatzizko testuak hizkuntza batetik bestera bihurtzea, baina hori bera ere ez da batere erraza. Gai jakinak (tresnen eskuliburuak, eguraldi-iragarpenak, etab.) eta hizkuntza-bikote jakinak tratatzen dituzten sistema automatikoak dira gizakien zuzenketa handirik gabe emaitza txukunenak lortzen dituztenak.

Halere, itzulpen automatikoaren egoera asko aldatu da azken urteotan, besteak beste egindako itzulpen asko daudelako gordeta euskarri digitalean. Itzulpen automatikoa gramatika-arauetan oinarritzen zen lehen, baina, orain, datu-base handietan oinarrituriko metodo estatistikoak erabil daitezke. Datu-base horiek jatorrizko testuak eta haien itzulpenak

dauzkate, corpus paraleloak osatuz. Itzulpen-sistemak testuen arteko erlazioak ezagutzen ditu, eta antzekoa edo berdina den beste testu-zati bat aurkezten zaionean, gai da hura itzultzeko. Corpus paralelo handiak dauden neurrian, sistema horrek emaitza onak lortzen ditu.

Erregela bidezko metodoak eta metodo estatistikoak konbinatzeko joera nagusitzen ari da gaur egun.

Maila apalago batean, gaur egun oso languarriak gertatzen dira itzulpen-memoria deritzenak. Lehen itzuli izan diren pasarteak gordeta dauzkaten datu-baseak dira horiek. Giza itzultzailea lanean ari delarik, sistemak ikusten badu itzuli beharrezko atal bat edo oso antzeko bat lehendik itzulita dagoela, atal horren baliokideak izan daitezkeen batzuk aurkezten dizkio itzultzaileari, eta honek erabakitzen du horietakoren batek balio duen edo aldaketaren bat eginda erabil dezakeen. Oso mesedegarriak dira sistema horiek, lastertasuna eta kontsistentzia lortzen laguntzen baitute.

Hizkuntza bakarreko testuen lanketan laguntzeko, berriz, hainbat tresna daude:



ortografia-akatsak harrapatzen dituzten zuzentzaile ortografikoak, esaldiak gramatikaren araberakoak diren egiaztatzen duten zuzentzaile gramatikalak, dokumentuetan informazioa aurkitzen laguntzen duten bilatzaileak, dokumentuen laburpena automatikoki egiten duten tresnak, hizkuntzazkoak ez diren datuetatik abiatuz hizkuntzazko azalpenak ematen dituztenak (meteorologiako datuetatik iragarpenak, esate baterako).

Gure artean oso ezagunak dira eskaner bidez jasotako testu inprimatuak interpretatzeko programa informatikoak (OCR).

**Īnbertsio handiak egin behar dira ikerkuntzan, eta horiek berreskuratzeko aukera handirik eskaintzen ez duten hizkuntzak atzera geratzen ari dira.**

Besterik da eskuizkribuak interpretatzea, hori askoz bihurriagoa baita.

Ahozko hizkuntza tartean denean, oso zailtasun desberdina dute ahozko hizkuntza ulertzeak eta ahozko hizkuntza sortzeak. Gaur egun oso arruntak dira idatzizko testuak ozenki “irakurtzen” dituzten sistemak —esate baterako, idatzizko testuek diotena itsuei entzutea ahalbidetzen dietenak—, baina alderantzizkoak egitea, gizaki batek ahoz dioena sistema batek automatikoki interpretatzea, eta testu idatzi bihurtzea, adibidez, askoz zailagoa da.

Aplikazio horiek guztiak pixkanaka laborategietatik irten eta merkatura doaz. Ez hizkuntza guztietan, zoritxarrez. Izan ere, inbertsio handiak egin behar dira ikerkuntzan, eta horiek berreskuratzeko aukera handirik eskaintzen ez duten hizkuntzak atzera geratzen ari dira. Esan gabe doa ingelesa dela nagusi arlo honeetan ere, bera delako interes ekonomikoetara lotuen dagoena.

Osasun-zerbitzuetan asko ari dira sartzen hizkuntza-teknologiak. Osasun-arloan, orain arte, informazio klinikoak egituratu gabeko testu-masa handietan gorde izan da. Hizkuntza-teknologiari esker, osasun-arloko profesionalak denbora asko aurrez dezakete, eta, gainera, segurtasuna areagotu. Orain arte testu librean idazten zen informazio klinikoaren ordeztu, diagnostikoen, tratamenduen eta botikenen deskribapen estandarizatuak erabiltzeko joera dago, horretarako sistema bereziak baliatuz.

Beste sektore batzuetan ere ari da sartzen hizkuntza-teknologia, esate baterako automobilgintzan, hegazkingintzan eta nazioarteko erakundeetan. Sektore horietan, globalizazioaren eraginez, hizkuntza askotan idatzitako dokumentazioa sortu behar dute, eta kultura eta hizkuntza askotako langileak trebatu behar dituzte.

Hori guztia egiteko, ezinbestekoak dituzte itzulpen automatikoa, terminologia erauzteko eta kudeatzeko softwarea, zuzentzaile ortografikoak, dokumentazio eleaniztunaren kudeaketa, eta abar, denbora aurreztu eta emaitzen kontsistentzia bermatu nahi badute. ●



BRAM JANSSENS/123RF

# ZIURGABETASUNA

TESTUA ETA IRUDIA: GUILLERMO ROA ZUBIA  
*Elhuyar Zientziaren Komunikazioa*

## gertutik begiratuta

**E**z dirudi serioa zientziaren oinarrietako bat ziurgabetasuna izatea. Baina bada. Zientzialarien alferkeria dirudi: konpontzeko zaila den zerbait konpondu beharrean, badirudi zientzialariek nahia go dutela esan zientziaren oinarrietako bat dela. Baina ez da horrela. Ziurgabetasuna naturaren ezaugarri bat da.

Hain zuzen ere, fisikaren printzipioetako bat da, hau da, teoria bat baino zerbait handiagoa, zabalagoa. Printzipioak esaten du gizakia ezin dela ziur egon sistema bati lotutako magnitude guztiak neur-tzean. Sistema fisiko baten energia, denbora, abiadura, posizioa eta beste magnitude asko neur daitezke. Baina ez denak aldi berean eta zehaztasun handiz.

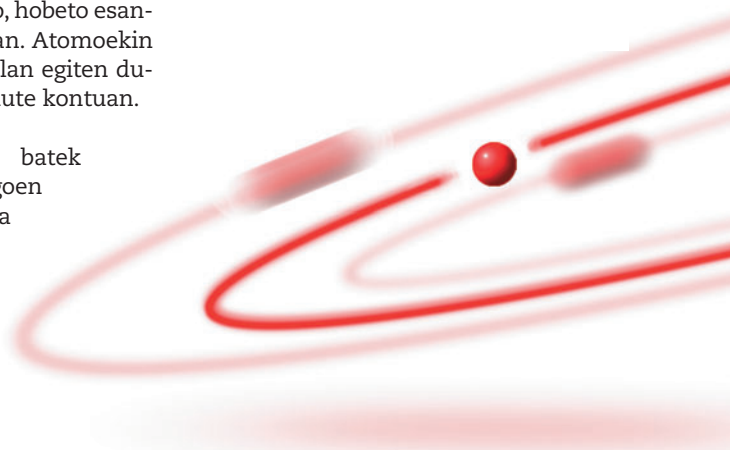
Fisikaren printzipio bat da, baina zaila da ulertzeko, horretan ez baitigu laguntzen intuizioak. Nola ez dugu neurtuko autobaten abiadura zein den eta non dagoen, zehatz-mehatz eta aldi berean?

Kontua da ziurgabetasuna ez dela oso nabarmena gauza 'handien' fisikan; efektu horri antzemateko, tamaina mikroskopikoan egin behar da lan, edo, hobeto esanda, tamaina nanoskopikoan. Atomoekin eta partikula txikiagoekin lan egiten dutenek hartu behar izaten dute kontuan.

Esate baterako, fisikari batek zehaztu dezake non dagoen atomo bat. Baina neurketa horren zehaztasuna handitu ahala, atomo horren abiadura zein den esateko aukera galtzen du. Eta abiadura neurtzeko ahalegina egiten badu, atomoaren posizioaren ziurtasuna galtzen du.

Hori adibide ezagunenetako bat da, baina ez da bakarra; posizioa/abiadura bikoteaz gain, beste magnitude-bikote batzuk ere badaude. Energia eta denbora aldi berean neurtzen direnean, zehaztasuna galtzen da (edo magnitude baten zehaztasuna galtzen da bestearren mesedetan, behintzat).

Zientzialaria ezin da ziur egon, eta ziurgabetasuna ez da berea, hau da, arazoa ez da teknologia on bat falta duela bi neurketak zehatz egiteko. Inork ez du inoiz asmatuko neurketa-arazo hori konponduko duen gailu edo metodo miresgarririk.




Ez da hori. Ziurgabetasun-printzipioak esaten du berez ezin direla gauza guztiak zehaztasunez neurtu. Ez duela zentzu fisikorik. Oso arraroa da, eta, esan bezala, fisikaren printzipio bat da.

## ARGAZKI-MAKINA

Intuizioa erabilia ulertzeko, gauza txikien argazkilaritzarekin konpara dezakegu. Lore baten, giltza baten edo intsektu baten argazkia oso gertutik egiteak antzeko arazoak ekartzen ditu.

Arazoa da oso-oso gertu dagoen gauza batetik argazki-kamerara iristen diren argi-izpiak oso angelu ezberdinetatik datozela. Intsektu bati argazkia egiteko, litekeena da hamabost zentimetrora egotea objektibotik, gutxi gorabehera. Distantzia horretara, leierra oso zabala da intsektuarekin alderatuta, eta horrek oso zaila egiten du irudia fokatzea. Leia-

 Ez dirudi serioa zientziaren oinarrietako bat ziurgabetasuna izatea. Baina bada. Ziurgabetasuna fisikaren printzipio bat da.

Azkenean, adibidez, intsektuaren begietatik datozen izpiak kontzentratzen badi-

Horrelako argazkiak egiteko teknika konplexuagoa da, makro izeneko objektibo bereziekin egiten delako lan, eta kamera-ren diafragma itxita angeluen arazoa txikiagoa egiten delako, besteak beste. Baina teknika edozein dela ere, fokatuta dagoen eremuaren zabalera, eremu-sakonerara, mugatua da, eta argazkilariak aukeratu egin behar du zer egongo den fokatuta, jakinda bestea fokatu gabe geratuko dela.

Gauza bat fokatzeko, nahitaez, beste guztiak fokatu gabe utzi beharko dira. Fisikaren ziurgabetasuna bezala. Laborategiko tresnak magnitude bat zehatz-mehatz



neurtzeko manipulatzeko badira, —fokatuta ateratzeko—, nahitaez, ez dituzte zehaztasunez neurtuko beste magnitudeak —fokatu gabe utziko dira—.

Werner Heissenberg fisikaria konturatu zen horretaz, mekanika kuantikoaren oinarri matematikoa garatzen ari zela. Eta, geroztik, kontrako iritziak izan dira. Askok ez dute onartzen ziurgabetasuna naturaren ezaugarri bat denik. Albert Einsteinek berak ez zuen onartzen. Baina orain arteko esperimentu guztiek arrazoa eman diote Heissenbergi. Fisikan, magnitude askoren neurketak fokatzea galtzea ekartzen du. ●

rrak izpiak kamera barrura bideratzen ditu, eta fokatzeak esan nahi du intsektuaren toki beretik datozen izpi guztiak puntu jakin batean kontzentratzea kamera barruan.

tugu kameraren barruan, intsektuaren hanketatik datozenak ez dira puntu batean kontzentratuko, eta fokatu gabe ikusiko ditugu.

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

# BISITA CAMBRIDGEKO IRAKASLEARI

IRUDIAK: MANU ORTEGA

**I**saacen bulegoko atea jotzean, Edmond-ek ez zekien oso ongi zer espero behar zuen. Sekula ez zioten elkarri esku-titzik ere idatzi, eta behin bakarrik ikusi zuten elkar, Londresen. Areago, Edmond-ek Hooke jaunarekin zuen harremana ezaguna zen, eta ezin esan Isaacek gizon hura oso begiko zuenik. Baina erantzun baten bila zebilen Edmond, eta esperantzaz zuen Newton irakasleak argibideren bat emango ote zion.

Litekeena da bisita huraxe izatea Edmond Halley astronomo ingelesak zientziari egin dion ekarpenik handiena, nahiz eta haren izena kometa famatuaren bidez iritsi zaigun. Ez zuen berak aurkitu; baina berak 1682an ikusitako kometa hura beste batzuek 1456an, 1531n eta 1607an ikusitako hura bera zela konturatu zen. Eta izena ere ez zion berak eman. Ez zen Halley kometa bihurtu 1758ra arte; ordurako 16 urte zeramatzan hilik Edmond-ek.

Askoz gauza gehiago ere egin zituen: itsasontziko kapitaina izan zen, kartografoa, Oxford Unibertsitateko geometria-irakaslea eta errege-astronoma. Urpekaritzarako kanpaia asmatu zuen, magnetismoari buruz idatzi zuen, eta baita mareei, planeten mugimenduei eta opioaren efektuei buruz ere.

Hain zuzen ere, planeten mugimenduek eraman zuten Halley Newtonengana; planeten mugimenduek eta, hilabete batzuk lehenago, afari batean izandako solasaldiak. Garaiko beste bi pertsonaia ospetsu zituen mahaikide Halleyk 1684aren hasierako afari hartan: Robert Hooke, zelula lehenengoz deskribatu zuen gizona, eta Christopher Wren, arkitekto entzutetsu baino lehen astronomo izan zena —Londresko St Paul's katedralaren egilea—.

*Han zegoen Halley,  
Newtonengandik zer  
espero zuen oso ondo  
jakin gabe, zientziaren  
historiako topaketarik  
garrantzitsuenetako baten  
aurrean.*

Planetek Eguzkiaren inguruan egiten zuten ibilbidearen gaia atera zen afarian. Garai hartarako bazekiten eliptikoa zela ibilbidea, baina ez zekiten zergatik. Bazituzten susmo batzuk ere; uste zuten planetetatik Eguzkira zegoen distantziaren karratuan zegoela gakoa, baina ez ziren gai hori frogatzeko. Hala, desafioa jarri

ziren Wrenek beste bi lagunei: 40 txelineko balioa (garaiko aste pare bateko soldata) zuen liburu bat hurrengo bi hilabeteetan soluzioa aurkitzen zuenarentzat.

Hookek besteren ideiak bere egitearen fama zuen, eta ezin esan umiltasuna zenik haren bertute handiena. Berehala esan zuen soluzioa aurkitu zuela. Baina denbora batez ezkutuan gordetzea erabaki zuen; hala, soluzioa aurkitzen saiatzen ziren guztiek gehiago estimatuko omen zuten aurkikuntza haren balioa.

Pasatu ziren bi hilabeteak, eta Hookek isilik jarraitu zuen. Halleyk, berriz, buru-belarri jarraitu zuen soluzioa aurkitu nahian. Azkenean, Cambridgera joan, eta Isaac Newton irakasleari laguntza eskatzea bururatu zitzaion arte. Eta han zegoen, aurretik hitzordurik jarri gabe, eta Newtonengandik zer espero zuen oso ondo jakin gabe, zientziaren historiako topaketarik garrantzitsuenetako baten aurrean.

Halleyren zorionerako, atsegin handiz hartu zuen Newtonen astronomoaren bisita. Newtonen konfiantzako lagun Abraham DeMoivre-k gerora kontatutakoari esker dakigu han gertatutakoaren berri. Hamaika konturi buruz solasean aritu ostean, Halleyk galdetu zion, azkenean, zein kurba egingo ote zuketean pla-

netek suposatuz gero Eguzkiaren eta planeten arteko erakurpen-indarra haien distantziaren karratuarekiko alderantzizkoa zela.

Sir Isaac Newtonek ez zuen asko pentsatu beharrik izan, berehala erantzun zion: elipsea. Halley gazteak, pozez zorutzen eta zur eta lur, nola zekien galdetu zion. “Kalkulatu dudalako”, Newtonen erantzuna. Halley doktoreak mesedez eskatu zion erakusteko kalkulu haiek. Newton bere paperen artean bila hasi zen; alferrik, ez zituen kalkulu haiek aurkitu. Azkenean, berriz egingo zituela agindu zion Halleyri, eta bidaliko zizkiola Londresera.

Hiru hilabetez itxaron behar izan zuen, baina Newtonek ez zeukan ahaztuta. Hiru hilabete haietan gai horren inguruko 9 orriko lan bat idatzi zuen: *De Motu Corporum in Gyrum*. Halleyk berehala ulertu zuen lan haren balioa, eta argitaratu beharra zegoela ikusi zuen.

*De Motu* lana argitaratzeko Newton konbentzitzeko lanetan zebilela —Newtonek ez baitzion inoiz garrantzi handirik eman lanak argitaratzeari—, 1685eko urtarrilean, honela idatzi zion Newtonek: “orain gai honekin nabilenez, gustatuko litzaidake, ezer argitaratu baino lehen, gaiaren sakoneraino iristea”.

Eta bi urteren buruan argitaratu zuen *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, edo *Principia* soilik gisa ezagutzen den lan ospetsua; askoren ustez, inoiz idatzi den zientzia-lanik handiena. “Inoiz ez da gizabanako bat jainkoetara hainbeste hurbildu” aitortu zuen Halleyk berak. Unibertsoko gorputzen orbitak matematikoki azaltzeaz gain, gorputz haiek mugimenduan jartzen dituen indarra ere identifikatu zuen: grabitatea. Lan hartan bildu zituen Newtonen mugimenduaren bere hiru legeak eta grabitazio unibertsalaren legea.

Baina *Principia* argitaratzeko bidean ere ezinbestekoak izan ziren Halleyren ahalginak. Esaterako, lana bukatzeaz zegoenean, Hookerekin eztabaida sutsu batean sartu zen. Eztabaidaren muina zen, hain zuzen ere, nork frogatu zuen lehenago alderantzizko karratuaren legea. Eztabaida haren ondorioz, Newtonek uko egin zion bere obraren hirugarren liburuki erabakigarria argitaratzeari. Halleyren bitarteka-



ritza diplomatikoa eta lausengu-dosi handiak behar izan ziren Newtoni hirugarren liburukia ateratzeko.

Eta ez zen hura izan arazo bakarra. Hasi-ran Royal Societyk lana argitaratzeko konpromisoa hartu bazuen ere, azkenean atzera egin zuen, zailtasun ekonomikoak zirela eta. Porrot ekonomiko handi bat izan berri zuen, *The History of Fishes* liburuarekin, eta susmoa zuten printzipio matematikoei buruzko liburu batek ere ez ote zuen arrakasta handirik izango.

Azkenean, Halleyk berak ordaindu zuen, dirua batere soberan ez izanik ere, lan haren argitaratzea. Newtonek, ohi zuen moduan, ez zuen sosik jarri. Gainera, Halley Royal Societyn lanean hasi berria zen garai hartarako, eta, aurrekoa gutxi balitz, agindutako soldata ezingo ziotela ordaindu esan zioten. *The History of Fishes*-en aleekin ordaindu zioten dirutan ordaindu beharrean. ●

## Historiaurreko irakurgaiak,

## ALVARO ARRIZABALAGAK

gomendatuak



GUILLERMO ROA ZUBIA  
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



**A**lvaro Arrizabalaga arkeologoa da. Aranzadi Elkarteko kide da, eta historiaurrea irakasten du Euskal Herriko Unibertsitatean. Zientziako liburu batzuk gomendatzeko eskatu diogu; edozeinentzat interesgarriak izan daitezkeen liburuak.

Dibulgaziotik hasi da. Atapuercako aztarnategian indusketa egiten duten paleontologoek idatzitako bi liburu ospetsu gomendatu dizkigu: *La especie elegida* eta *El collar del neanderthal*. Lehenengoan, Juan Luis Arsuagak eta Ignacio Martínezek hominidoen eboluzioa aurkezten digute, gizakia 'aukeratutako' espeziez har daitezkeen ala ez aztertzeo helburuarekin. Bigarrenean, Arsuagak Neanderthalgo gizakiak aztertzen ditu, eta saiatzen da argitzen zenbaterainoko abstrakzio-ahalmena zuten. "Arsuaga bereziki trebea da zabalkunde zientifikoan" dio Arrizabalagak.

Oraindik dibulgazioaren arloan, Stephen Jay Gould biologoaren liburu bat gomendatu digu: *Bully for Brontosaurus* (gaztelaniazko argitalpenean, *Brontosaurus y la nalga del ministro*). Goulden saiakera-bilduma bat da; idazleak istorio harrigarriak kontatzen dizkigu, zientziaren eta beste arloen arteko harremana gai gisa hartuta. Izenburuak txantxetakoak dirudi, baina Arrizabalagak dioenez, "gezurra ematen badu ere, oso liburu serioa da".

Ohiko zientzia-dibulgazioaren esparrutik kanpo ko bi liburu ere gomendatu dizkigu. Fikziozko liburuak dira, baina neurri batean zientzian oinarrituta daudenez, dibulgazio-liburuak ere badira.

Lehenengoa *The Clan of the Cave Bear* da (gaztelaniazko argitalpenean, *El clan del oso cavernario*). Jean M. Auel idazle estatubatuarren liburu ezaguna da. Bost urteko neska Cro-magnon baten istorioa da, Ayla. Familia lurrikara batek hilda, Ayla bakarrik dago munduan. Istorio horren haritik, Cro-magnon eta Neanderthalgo gizakiak lurralde berean bizi izan zireneko garaia deskribatzen du idazleak.

Azken gomendioa *La guerre du feu* da (gaztelaniazko bertsioan, *En busca del fuego*). Joseph eta Seraphin Boex anaia belgikarrek XIX. mendean idatzitako eleberria da (J. H. Rosny ezizenarekin sinatua). 1981ean, Jean Jaques Anaud frantziarrak film bat egin zuen eleberrian oinarrituta; filmak eleberriak baino oihartzun handiagoa izan zuen. Ulhamr tribuaren istorioa da; tribuak sua erabiltzen du, baina ez dakite nola piztu. Beraz, gorde egiten dute itzali gabe. Baina beste tribu baten aurkako liskar batean galdu egin dute sua. Hiru laguneko espedizio bat bidaltzen dute suaren bila. ●

## i

**La especie elegida**

Juan Luis Arsuaga/Ignacio Martínez  
Temas de Hoy  
180x113 mm.  
978-84-7808-566-8

**El collar del neanderthal**

Juan Luis Arsuaga  
Temas de Hoy  
230x145 mm.  
978-84-7880-793-2

**Brontosaurus y la nalga del ministro**

Stephen J. Gould  
Crítica  
190x125 mm.  
978-84-7423-818-1  
Jatorrizko izenburua:  
*Bully for Brontosaurus*

**El clan del oso cavernario**

Jean M. Auel  
Maeva ediciones  
240x170 mm.  
978-84-9535-460-0  
Jatorrizko izenburua:  
*The Clan of the Cave Bear*

**En busca del fuego**

J. H. Rosny (izengoitia)  
Valdemar  
170x110 mm.  
978-84-7702-357-9  
Jatorrizko izenburua:  
*La guerre de feu*

# SATORRAK

dani fano ILARGIAN





## Ilargiaren efemerideak

- 2** Gehienezko librazioa longitudean ( $l = 6,18^\circ$ ). Itsaso Marginalaren eta Smith itsasoaren zatirik ipar-ekialdekoena ikus daiteke.
- 4** Gehienezko librazioa latitudean ( $b = 6,70^\circ$ ).
- 7** 18:12an, Ilbetea. Urteko punturik beherenekatik igaroko da meridianotik.
- 10** 16:23an, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena).
- 11** 10:12an, goranzko nodora pasatuko da.
- 13** 14:22an, konjuntzio geozentrikoan Neptunorekin. 15:34an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin.
- 15** 22:15ean, Ilbehera.
- 17** Gutxienezko librazioa longitudean ( $b = -7,62^\circ$ ). Ekialdeko Itsasoa beha daiteke.
- 19** Gutxienezko librazioa latitudean ( $b = -6,70^\circ$ ). 12:59an, Ilargia eta Artizarra konjuntzio geozentrikoan  $7,8^\circ$ -ra. 17:20an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin  $6,1^\circ$ -ra.
- 21** 06:51n, konjuntzio geozentrikoan Merkurioarekin,  $6,6^\circ$ -ra.
- 22** 19:36an, Ilberria.
- 23** 10:48an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena). Ilberriarekiko hurbiltasunak marea biziak eragingo ditu.
- 24** 17:24an, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 27** 21:34an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin  $5,8^\circ$ -ra.
- 29** 11:29an, Ilgora.
- 30** Gehienezko librazioa longitudean ( $l = 7,22^\circ$ ).

## Behatzeko proposamena

### Begi hutsez:

**Hilaren 2an**, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 9an, 14an, 20an, 25ean eta 30ean izango dira beste maximoak.

**Hilaren 3an**, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa; 3,3ra iritsiko da haren magnitudea. Hileko gainerako minimoak 6an, 9an, 12an, 15ean, 17an, 20an, 23an, 26an eta 29an izango dira. Algol izan zen aldakor gisa identifikatutako lehen izarra. Maximoan, 2,1eko distira du; beraz, erraz ikusten da begi hutsez erdipurdiko hiri-zeruetan ere. Horrela, errazagoa da haren jarraipena egitea. Haren distira-aldaketa egiaztatzeko, hurbileko Almach (Gamma Andromeda) izarrarekin erka daiteke; 2,1eko magnitudearekin, egonkor izango da Almach.

**Hilaren 5an**, Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,18 egunean behin. Hilaren 12an, 19an eta 26an izango dira beste maximoak.

**Hilaren 19an**, Marte eta Artizarren konjuntzio geozentrikoa, egunsentia baino lehentxeago, ekialde ipar-ekialde horizontearen gainean.

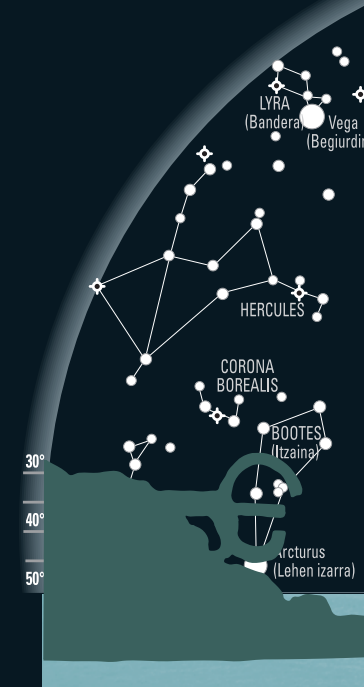
**Hilaren 20an**, egunsentia baino lehentxeago, Ilbehera fin bat ikus daiteke Pleiadeen, Marteren eta Artizarren ondoan, ekialde ipar-ekialde horizontearen gainean.

### Teleskopioarekin:

**Jupiter** eta, haren ondoan, Neptuno. Hilaren 15ean, 01:14an, Iok Europa ezkutatu du 5,2 minutuan. Hilaren 16an, 01:28an, Ganimesek Io eklipsatu du 4,9 minutuan.

## Zerua

2009ko ekainaren 15eko egunsentikoa



Mendebaldea

### ekaina 2009

A A A O O L I						
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

## Planetak

### Ikusgaiak

Goizez: Merkurio (hilaren 15etik aurrera), Artizarra, Marte.  
Arratsaldez: Saturno.  
Gauetz: Jupiter.

### Merkurio

Maiatzaren 18ko beheranzko konjuntzioaren ondoren, gutxienez hilaren 13a arte itxaron behar da, orduan iritsiko baita elongaziorik handienara, Eguzkitik  $23^\circ$  mendebaldera. Egunsentia baino berrogei minutu lehenago ikus daiteke, horizonte argi eta garbi baten gainean, ekialde ipar-ekialdean. Magnitude negatiboa izango du hilaren 20tik aurrera, baina azkar hurbilduko da Eguzkira, eta behaketa zailduko du horrek. 3 h eta 5 h bitarteko igoera zuzena.  $+14^\circ$  eta  $+22^\circ$  bitarteko deklinazioa. Hil osoan Taurusen izango da. Magnitudea 1,9tik  $-0,9$ ra aldatuko zaio.

### Artizarra

Eguzkia baino bi ordu lehenago aterako da hilaren 5ean; orduan, elongaziorik handienan

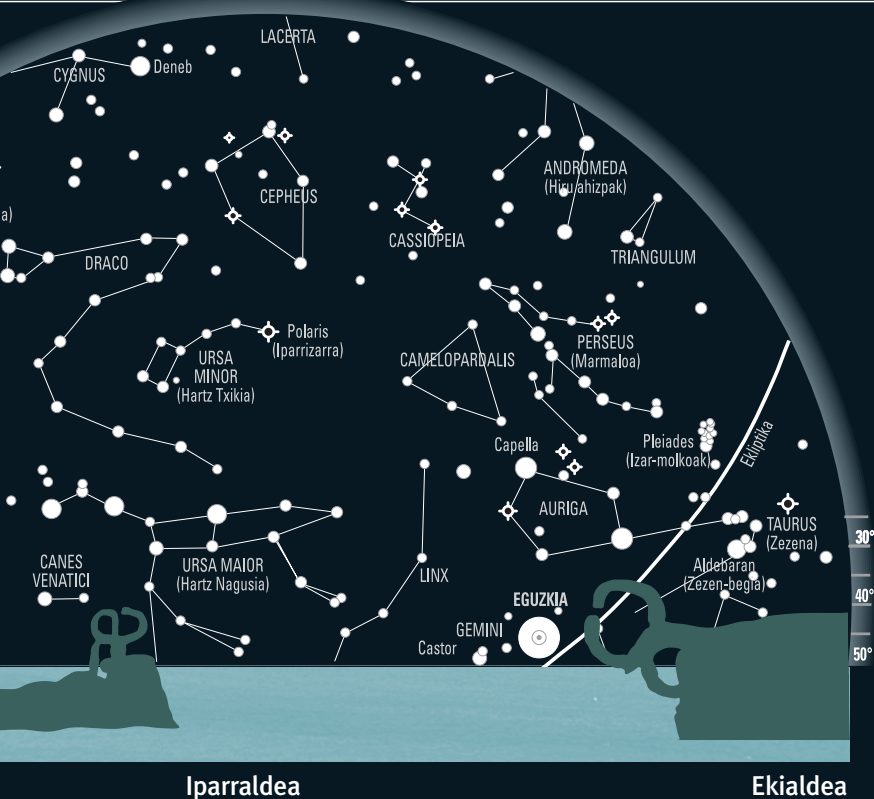
izango da,  $45,8^\circ$  mendebaldera. Ekliptikaren inklinazioa dela eta, ez da igoko  $10^\circ$  baino gehiago ekialdeko horizontetik. Hilaren 30ean, haren elongazioa murriztua izango da, baina ekliptikak angelu handiagoa osatuko du horizontearekin, eta, horregatik, planeta ikusgai egongo da egunsentia baino bi ordu eta erdi lehenago, horizontea baino  $15^\circ$  gorago; distira bizia izango du. 1 h eta 3 h bitarteko igoera zuzena.  $+08^\circ$  eta  $+16^\circ$  bitarteko deklinazioa. Piscisen hasiko du hila; ondoren, Cetus, Aries eta Taurusera igaroko da. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat,  $-4,3$ tik  $-4,2$ ra. Hilaren 19an, egunsentia baino lehentxeago, Ilargiaren eta Marteren ondoan ikusi ahal izango da, ekialde ipar-ekialde horizontearen gainean.

### Marte

Eguzkia baino bi ordu eskas lehenago agertuko da hilaren 1ean, eta ia hiru ordu aurretik hilaren 30ean. Aries konstelazioa zeharkatu, eta Artizarren ondoan izango da hil osoan. Harekin konjuntzioan izango da solstizioan.



zenita



## Beste efemeride batzuk

- 1 Astelehena. Egurdian, 2.454.984. egun juliotarra hasiko da; Kristo aurreko 4713ko urtarilaren 1eko eguerditik igaro diren egunak dira horiek, hain zuzen, eta kalkulu astronomikoak errazago egiteko erabiltzen da datu hori.
- 8 Tau Herkulida izar iheskorren maximoa. Ilbeteak eragotzi egingo du behaketa. Hilaren 7tik 21era, urteko egunsentirik goiztiarrenak izango dira.
- 13 12:00etan, denboraren ekuazioa zero izango da.
- 17 Ekaineko Lirida izar iheskorren maximoa.
- 21 Ekaineko solstizioa Urteko deklinazio boreal maximoa Eguzkiarentzat:  $-23^{\circ} 26' 22''$  Lurreko ekuatorearen gaineko punturik iparraldekoena iritsiko da Eguzkia. Udaren hasiera da. Urtarorik luzeena da: 93,65 egun. Astrologiaren arabera, Eguzkia Cancerren sartuko da. Eguzkia, itxuraz, Geminis konstelazioan sartuko da ( $90,29^{\circ}$ ). Ekainaren 23tik uztailearen 2ra, urteko ilunabarrik berantiarenak izango dira.
- 27 Ekaineko Boootida izar iheskorren maximoa; 7P Pons-Winnecke kometarekin dute lotura.

Askoz distira gutxiago egingo du, baina bere kolore gorrixka mantenduko du. Ikusgai egongo da beti egunsentia baino lehentxeago. 2 h eta 3 h bitarteko igoera zuzena.  $+12^{\circ}$  eta  $+17^{\circ}$  bitarteko deklinazioa. Aries-en izango da hil osoan, eta 1,2-1,1eko magnitudea izango du.

Hilaren 19an, egunsentia baino lehentxeago, Ilargiaren eta Artizarren ondoan ikusi ahal izango da, ekialde ipar-ekialde horizontearan gainean.

### Jupiter

Egonkor izango da hilaren 15ean. Oposizioa baino bi hilabete lehenago, ekliptikaren mendebalderanzko erretrogradazioari ekingo dio. Gauaren bigarren erdian izango da ikusgai, Eguzkia baino lau ordu lehenago aterako baita hilaren 1ean, eta sei ordu lehenago 30ean. Hilaren bukaeran, horizontetik  $25^{\circ}$  gora ikusi ahal izango da justu egunsentiaren aurretik.  $130^{\circ}$ -tik gorako elongazioa izango duen arren, ekliptikaren inklinazioa dela eta, turbulentsia atmosferiko askoko eremuetan izango da, eta horrek ez du asko laguntzen behaketan. 22 h-ko igoera zuzena.  $-13^{\circ}$ -ko deklinazioa. Capricornusen.

Haren magnitudeak gora egingo du pixka bat,  $-2,5$ etik  $-2,7$ ra.

Hilaren 2an, lau satelite galileotarrak ikusi ahal izango dira, planetatik ekialdera, ordena honetan lerrotatuta: Ganimedes, Io, Europa eta Kalisto.

Hilaren 13an, egunsentia baino lehentxeago, Ilargiaren ondoan ikusi ahal izango da.

### Saturno

Amaitu egingo da planeta hau behatzeko urteko aldirik egokiena. Eguzkia sartu eta bost ordura baino gehiagora ezkutatu da hilaren 1ean, eta hiru ordura baino ez hilaren 30ean. Hilaren bukaeran, mendebaldeko horizontetik  $10^{\circ}$  baino beherago izango da gauaren hasieran. Eratzunen inklinazioa  $-4^{\circ}$  tik  $-3,3^{\circ}$ -ra aldatuko da. Zeinu negatiboak adierazten du planetaren hemisferio australa ikusten dugula. 22 h-ko igoera zuzena.  $+07^{\circ}$ -ko deklinazioa. Leon jarraituko du. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, 1,1etik 1,2ra.

Hilaren 4an, Titan elongaziorik handienez, planetatik mendebaldera.

Hilaren 12an, Titan elongaziorik handienez, planetatik ekialdera.

Hilaren 19an, Titan elongaziorik handienez, planetatik mendebaldera.

Hilaren 28an, Titan elongaziorik handienez, planetatik ekialdera.

### Urano

Zerua erabat ilun egonez gero, begi hutsez ere ikusi ahal izango da, 5,8ko magnitudea izango baitu eta horizontetik  $10^{\circ}$  gora izango baita. 23 h-ko igoera zuzena.  $-02^{\circ}$ -ko deklinazioa. Piscisen izango da, eta magnitudea pixka bat handituko zaio: 5,9tik 5,8ra.

### Neptuno

Une egokia da lokalizatzeko. Teleskopioarekin ikusi daiteke, Jupiterren ondoan. Uztailearen erdialdera arte,  $1^{\circ}$ -ra baino gutxiagora izango da. Gero, bereizi egingo dira, eta abenduan elkartuko dira berriz. 22 h-ko igoera zuzena.  $-13^{\circ}$ -ko deklinazioa. Capricornusen izango da, eta 7,9ko magnitudea izango du.

\* Gehitu bi ordu denbora ofiziala kalkulatzeko.

## Bateria

energia ematen eta eskatzen duen gailua



Gizaki teknologikoa ez dago inoiz inkomunikatuta. Edozein tokitatik eta edozein unetan, lagun du telefono mugikorra. Eta ordenagailu eramangarri bat ere eskura izanda, aukeraz betetako mundu informatiko batean bizi da. Baina gizaki teknologikoa ez dago pozik. Gailu elektronikoek energia eskatzen diote. Maiz konektatu behar ditu sare elektrikorara, bateriak indarberritu daitezten. Oso maiz. Gizakiak menpekotasun horretatik ihes egiteko premia du. "Hilabete edo gehiago iraungo didan bateria bat nahi dut!" egiten du oihu. Baina ezinezkoa da. Eta kontua da zergatik den hori ezinezkoa.



### Smit detektibearen kasua talkaren teoria

Dinosauroen galera azaltzeko teoriaren artean, onartuena talkarena da. Horen arabera, asteroide handi batek Lurra jo zuen duela 65 milioi urte, eta, talkak eragin zituen aldaketen ondorioz, garai hartako espezie asko desagertu egin ziren; tartean, dinosauroak. Talkaren teoriari Alvarezen teoria ere deitzen zaio, Alvarez aita-seekek plazaratu baitzuten lehen aldiz, 1980an. Baina berdin-berdin dei geniezaioke Smiten teoria, Jan Smiten gauza bera proposatu baitzuen pixka bat geroxeago. Eta, geroztik, teoria hori frogatzen duten aztarnak biltzen eman du ibilbide osoa. Aztarna horietako bat Zumaian dago, eta hantxe izan ginen berarekin, egin duen lanaren berri jasotzeko.



### Vladimir Hachinski

Vladimir Hachinskik neurologia espezialitatea kasualitatez aukeratu omen zuen, baina ez du horren damu handirik izango bere ibilbide profesionalari erreparatzen badiogu. Alzheimerren eta garuneko gaitz baskularren ikerketak munduko neurologo esanguratsuenetako bat egin dute. Alzheimerrek eta iktusak harremana omen dute, eta seguru dago bataren prebentzioak bestearenean lagun dezakeela; gakoa, nola ez, bizimodu osasungarrian omen dago.

#### Argitaratzailea:

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



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

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

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

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

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

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

**Zenbaki honetako kolaboratzaileak:** Gorka Bueno, Antonio Casado, Dani Fano, Luis Alfonso Gámez, M<sup>3</sup> José Iriarte, Igor Leturia, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzi Elkartea), Pilar Nicolás, Mercedes Pardo, Andoni Sagarna, Adolfo Uriarte.

**Jatorrizko diseinua:** BLANCO soluzio grafikoa

**Azalaren diseinua:** BLANCO soluzio grafikoa

**Azaleko argazkia:** ©istockphoto.com/narvik

**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, izaskun@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 SAILA



Gipuzkoako Foru Aldundia

Landa Ingurunearen Garapeneko Departamentua



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



**kutxa**

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 11:00etan



ELHUYAR  
fundazioa

# NORTEKO FERROKARRILLA

Elhuyar Fundazioaren eskutik  
**Zientzia  
gertuago**



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

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



zientziaren  
**ELHUYAR**  
komunikazioa