

ELHUYAR

zientzia eta teknologia



Elkarrizketa

Alejandro Cearreta

Antropozenoaren lantaldeko kidea

Mendekotasuna:

jateak, ez janak

4,70
euro



NEKAZARITZA-PAISAIK

HIZTEGIRIK ba al duzu?

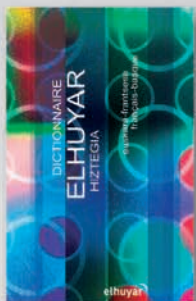
... eta, behar al duzu?

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

elhuyar.eus



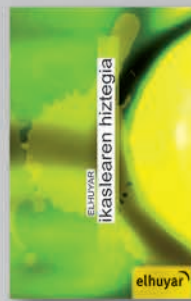
Elhuyar hiztegia, eu-es/es-eu



Dictionnaire Elhuyar
eu-fr/fr-eu



Elhuyar Dictionary
eu-en/en-eu



Elhuyar ikaslearen
hiztegia



Elhuyar sinonimoen
kutxa



- kontsultatu
- harpidetu
- onurez baliatu

hiztegiak.elhuyar.org



Kindlerako



Mugikorretarako

elhuyar

“*L*anaren alde txarrenak lehia eta egonezina dira”

15

“*K*asu honetan, baina, geologiaz gain ideologia dago” 31



“*H*ala ere, ez diogu uko egiten txokolatzeko pastelari, badakigulako hura jateak plazera sortzen digula”

35

“*E*ta argiak, benetan, denbora bat beharko balu Jupiterretik hona iristeko?” 40

“*M*ugarri bat izan zen konturatzea zer harreman dagoen zientziaren eta boterearen artean”

42

Ekainera arte, bagoaz

Bihilabetekari gisa hasi zuen ibilbidea *Elhuyar Zientzia eta [orduan] Teknika* aldizkariak 1986an. Hiru urte geroago, 1989an, hilabetekari bihurtu zen, eta harrez gero hilero argitaratu da. Hamaika zerbaki urtean, zientzia eta teknologia euskaraz gizarteratzea helburu. Hogeita hamar urte betetzera goazen honetan, 11 ez, urtean 12 zerbaki argitaratzeko modua izango dugula iragartzea gustatuko litzaiguke. Egoera oso bestelakoa da, ordea, eta baita esatea tokatzen zaiguna ere: hurrengo zerbakia, 318.a, ekainean jasoko duzue, ez apirilean.

Hala da. *Elhuyar Zientzia eta [egun] Teknologia* aldizkaria hiru hilez behin argitaratuko da hemendik aurrera paperean. Urte hauetan guztietan, Elhuyar taldeak jarri du *Elhuyar* aldizkariaren gastuak sarrerekin berdintzeko falta zen dirua. Kultura zientifikoa hedatzeko eta lan hori euskaraz egiteko gizarte-bokazioari erantzunez jokatu du horrela. Une hauetan, ordea, ez du biderik ikusten proiektuari orain arteko neurrian eusteko, eta argitalpen-maiztasuna murriztea erabaki du. Ekainean, irailean eta abenduan kaleratuko ditugu, beraz, aurtun, beste hiru zerbaki.

Krisi ekonomikoak publizitatearen poltsa argaldu zuen lehenik, eta diru-laguntza txikiagoek are gehiago ahuldu dute *Elhuyar* aldizkari espezializatua. Zoritzarrez, harpidedunen eta erosleen ekarpenak, ezinbestekoak izanagatik, ez dira aski aldizkaria ekonomikoki sostengatzeko.

Gauzak horrela, *Elhuyar* aldizkariaren lantaldea osatzen dugunok egin dezakegunari helduko diogu, eta lanean segituko dugu, zientziaren munduan gertatzen denaren berri jasotzen eta zabaltzen, albiste, erreportaje, elkarrizketa, istorio eta analisisien bidez. Kopuruari ezin diogu eutsi, baina kalitateari ez diogu uko egingo. Eta paperean ezin dena webgunearen eta sare sozialen bidez lantzen ahaleginduko gara, eskura ditugun baliabideekin.

Ezin konta ahala kolaboratzaile, babesle, harpidedun eta erosleri esker hazi da *Elhuyar* aldizkaria hogeita hamar urte hauetan. Eskerrik asko bihotzez guztiei, eta ekainera arte.

**Eider Carton Virto**

Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren zuzendaria

**NEKAZARITZA-PAISAIK**

Lurretik begiratuta ikusten ohituago gauden soroek beste itxura bat hartzen dute goitik begiratuta. Zirkuluak, karratuak, poligonoak, marrak eta izarrak. Antropozenoko paisaiak.



ELKARRIZKETA

Alejandro Cearreta Bilbao

Geologia

Antropozenoaren lantaldeko kide da Alejandro Cearreta, eta, haren esanean, garai geologiko berri bat izendatzeko bezainbestekoa da gizakiok planetan dugun eragina. Eztabaidan geologiaren gain ideologia ere badagoela dio, eta, geologoa izanagatik, ez ditu alde batera utzi nahi Antropozenoaren dimentsio soziala eta ekonomikoa.

15

EKINEAN

Maialen Garmendia Maylin

Maialen Garmendia klima-aldaketari buruzko BC3 zentroko ikertzaileetako bat da. BC3n lan egiteak bere esparrua eta ikuspegia zabaltzeko aukera eman dio.



Jateak sortzen du mendekotasuna, ez janak 34

Azken urteotan, asko zabaldu da elikagai jakin batzuek mendekotasuna eragin dezaketelako ideia. Azukreak, gatza eta gantzak dira susmagarri nagusiak. Ikertzaileen esanean, baina, ez dago frogarik baieztatzeko elikagaiak mendekotasuna eragiteko arriskua dutela; bai, ordea, jateak berak.



LEKUKOA

Enkarni Gomez Genua

Zientzialari feminista

Enkarni Gomez Genua (Donostia, 1965) Euskal Herriko Unibertsitatearen Meatze Eskolan ikasgaiak euskaraz ematen lehenengoetarikoa izan zen. Gaur egun, Arkitektura Goi Eskola teknikoan dabil, Fisika Aplikatuko sailean, eta zientziak eta generoaz hausnartzeko tailerrak ere ematen ditu.

42



40 Argiaren denborak

“Eta argiak, benetan, denbora bat beharko balu Jupiterretik hona iristeko?”, pentsatu zuten. Horrek azal zezakeen zergatik gertatzen ziren Ioren eklipseak batzuetan espero baino lehenago, eta besteetan geroago. Baina, orduan, argiak abiadura finitua zuen, azkenean?



SAREAN+

aurkibidea]

4 ALBISTEAK

15 EKINEAN **Maialen Garmendia Maylin**

16 **Homo** generoak uste baino sustrai sakonagoak ditu

18 MUNDU IKUSGARRIA **NEKAZARITZA-PAISIAK**

28 ELKARRIZKETA **Alejandro Cearreta Bilbao**

34 Jateak sortzen du mendekotasuna, ez janak

38 ANALISIA **Infekzioen globalizazioa**
MIREN BASARAS

40 ISTORIOAK **Argiaren denborak**

42 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK **Enkarni Gomez Genua**

43 SATORRAK ILARGIAN

44 GAI LIBREAN **Katalisi heterogeneoaren bidez, jasangarritasunaren bila**
IKER AGIRREZABAL

48 GAI LIBREAN **Egunero ez ditu 24 ordu egunak**
JON AZKARGORTA

54 ASTRONOMIA

Paleolitoko grabatuak aurkitu dituzte Ekainetik

Goi Paleolitoko grabatu batzuk aurkitu ditu Antxieta Jakintza Taldeak Erlaitz kobazuloan (Deba, Gipuzkoa). Alvaro Arrizabalaga EHUko arkeologoak eta haren taldekideek aztertu dituzte, eta 22.000-15.000 urte dituztela kalkulatu dute.

Arrizabalagak adierazi duenez, ez dago zalantzarik haien egiazkotasunari buruz: “Ildoen higadurak eta gaineko zarakar estalagmitikoak frogatzen dute egiazkoak direla”. [Animalia-itxurako grabatuak](#) dira, eta denak identifikatzerik lortu ez badute ere, garbi bereizten dira zaldi-buru batzuk, uroak eta orein eme bat, besteak beste. Hain zuzen, Arrizabalagak orein emea nabarmendu du.

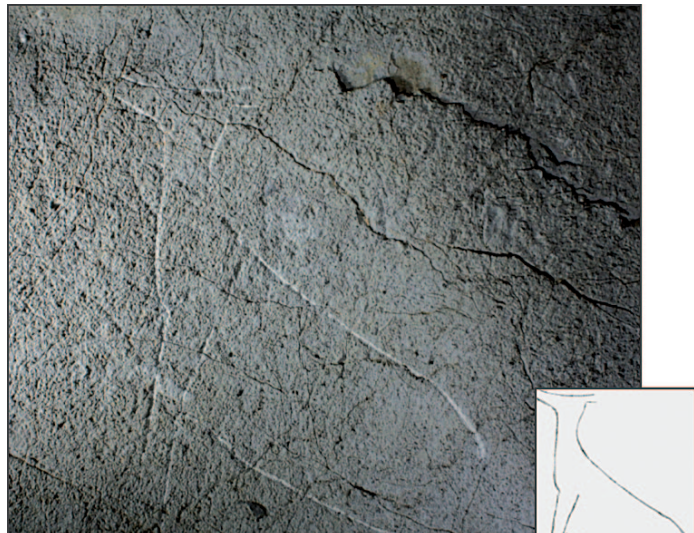
Antxieta taldekoek zehaztu dute zaila izan zela grabatuak ikustea. Izan ere, ez daude leku errazean: “Ganberaren sabaian daude, eta hara iristea oso konplikatu da. Hasieran, gainera, ez ziren bereizten, baina, argia albotik jarrita, irregularta-

sunak nabarmendu ziren, eta orduan azaldu ziren argi eta garbi uroa eta besteak”.

Antxietako lana esker-tzearekin batera, Arrizabalagak aurkikuntzaren garrantzia azpimarratu du: “Lau kilometro ildo batean, Paleolitoko aztarnak dituzten hiru kobazulo daude: [Danbolinzulo](#), Erlaitz eta Ekain. Eta kronologikoki, hirurak nahiko jarraian doaz: zaharrena Danbolinzulo da, gero Erlaitz dator, eta Ekain da berriena. Danbolizulo loko aztarnak Gravettealdi-koak izan daitezke, duela 25.000 urte ingurukoak; Erlaitz-koak Solutrealdiarekin lotu daitezke, edo izan daitezke Madeleinealdi zaharrekoak, duela 22.000-15.000 urtekoak; eta azkenik Ekainekoak datoz, haiek baino berriagoak, duela 15.000-11.000 urtekoak”.

Goi Paleolitoari buruzko ezagutza osatzen

Alvaro Arrizabalagak onartu du ez dela halabeharra koba-



Erlaitz haizuloan aurkitutako grabatuen artetik, orein-eme hau nabarmendu du EHUko arkeologo Alvaro Arrizabalagak. ARG.: ANTXIETA ELKARTEA.

zulo horiek inguru berean aurkitu izana: “Paleolitoko aztarnak biltzen ditugunean, saiatzeko gara ezagutzen zein ziren garai hartako pasabide naturalak, eta haietan egiten ditugu bilaketak. Ahalegin berdinarekin, zerbait aurkitzeko aukera gehiago duzu.

Orduan, seguruenik hor badago ardatz bat lotzen dituen Urola eta Deba bailarak, Endoia bailara eta Lasturerekoa; hortaz, azken urte hauetan inguru horretan gabilta bereziki. Ez da ahalegin handiagoa egitea, baizik eta ahalegin hori leku jakinetara bideratzea”.

Beraz, Arrizabalagaren esanetan, inguru hori oso erabilia izan da iraganean, bizileku izateaz gain, pasabide ere izan delako. “Eta pasabideak oso garrantzitsuak ziren haientzat, talde ibiltariak baitziren”, azaldu du.

Grabatuak margoak bezain ugariak izango zirelakoan dago Arrizabalaga. “Gertatzen dena da identifikatzen askoz zailagoak direla. Askoz azkarrago ikasten da margoak ikusten eta identifikatzen; grabatuak, aldiz, ez dira erraz ikusten, batez ere arinak badira. Grabatu bat ez da zoriz topatzen, joan behar da berariaz horretara. Horren adierazle da lehen aurkikuntzak beti direla margoenak”. Arrizabalagaren hitzetan, “jakin egin behar da zer



Antxieta taldeko kideek aurkitu zituzten grabatuak. ARG.: ANTXIETA ELKARTEA.

hurbil dagoen Erlaitz kobazuloan

bilatu eta horretarako trebatu begiak”.

Kantabrian labar-artedun zenbat kobazulo aurkitu diren kontuan izanda, eta Euskal Herrian dentsitatea txikiagoa denez, Arrizabalagak uste du oraindik geratzen direla aurkitu gabeko kobazuloak. “Inguru antzekoa da, eta Kantabrian 8 edo 9 aldiz kobazulo gehiago daude kilometro koadroko. Horrek esan nahi du bilatzen jarraitu behar dugula”. Bestalde, Erlaitzko horma-irudiek antzekotasunak dituzte Kantauri aldeko kobazulo horietako batzuetakoekin. Antzekotasun nabariak Monte Castilloan ageri dira, bai Castiloko Haitzuloan bertan, bai inguruan dauden Las Chimeneas eta La Pasiegan. Euskal Autonomia Erkidegoan, Bizkaian dagoen El Rincon koba-



Uro baten grabatua. ARG.: ANTXIETA ELKARTEA.

zuloan daude antzekotasun gehien dutenak.

Arrizabalagaren hitzetan, “Gipuzkoan eta Bizkaian igiten ari garen eta egingo

ditugun aurkikuntzei esker, Paleolito garaiko ehiztari-biltzaileen lurraldetasuna ezagutzen ari gara, haien santutegiei lotuta”. ●

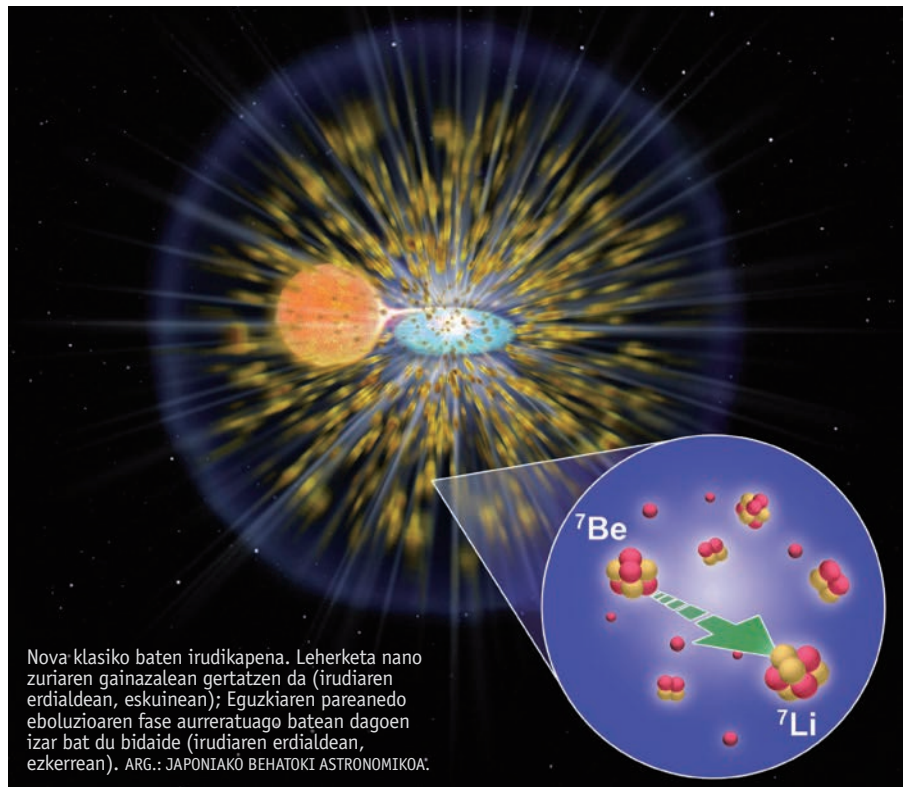


Ikusi grabatuen galeria webgunean

Litioaren jatorri leherkorra

Unibertsoa litioak hainbat jatorri ditu: zati bat Big Bangean bertan sortu zen, eta beste bat izpi kosmikoek eragindako erreakzio nuklearretan. Alabaina, Esne Bidean elementu horrek zer ugaritasun duen ikusita, astronomoek beste bi litio-iturri postulatu dituzte: erraldoi gorriak, eta novak (nano zuriaren leherketak). Lehenengoetan behatu dute litioa; bigarrenean, berriz, orain arte ez da posible izan.

Japoniako Behatoki Astronomikoko astronomoek egin dute behaketa, eta [Nature aldizkarian eman dute horren berri](#). Zehazki, berilio erradioaktiboaren seinalea detektatu dute V339 izeneko novan, leherketa gertatu eta 38-48 egunen artean. Elementu horren desintegrazioan sortzen da litioa, litio-7ren nukleoa, zehazki. Ikerketaren emaitzek adituzera eman dute orain arte uste zen baina zeresan handiagoa izan dezaketela novek litioaren sorreran. ●



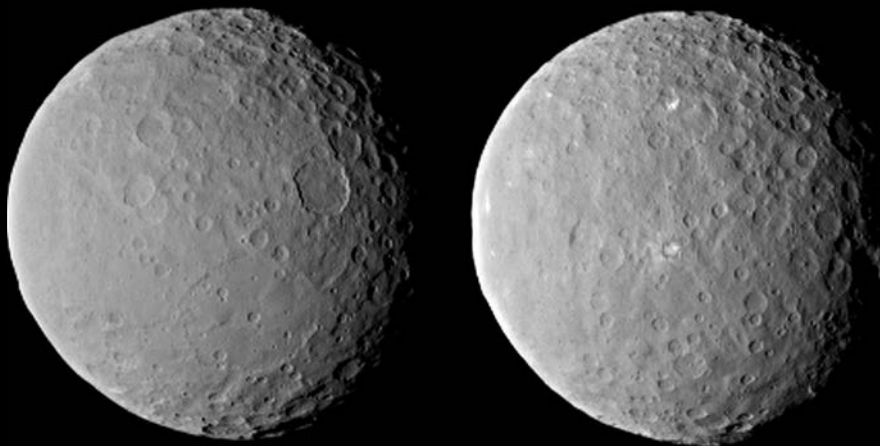
Nova klasiko baten irudikapena. Leherketa nano zuriaren gainazalean gertatzen da (irudiaren erdialdean, eskuinean); Eguzkiaren parean edo eboluzioaren fase aurreratuago batean dagoen izar bat du bidaide (irudiaren erdialdean, ezkerrean). ARG.: JAPONIAKO BEHATOKI ASTRONOMIKOAK.

Zeres planeta nanotik gero eta gertuago

NASAREN Dawn zunda 2007an atera zen asteroideen gerrikorantz. Marte eta Vesta asteroidea inguratu ondoren, bere helburu nagusira heltzear da: Zeres planeta nanoa. Hain zuzen ere, martxoaren 6an sartu da Zeresen orbitan, planeta nanotik 13.500 km-ra, eta orbitan jarraituko du 16 hilabetez, planeta nanoaren ezaugarriak ezagutu nahian. Denbora-tarte horretan, azaroan izango da Zeresetik gertuenen; 375 kilometrora, zehazki.

Eguzki-sistemaren sorrera hobeto ezagutzeko informazioa biltzea da Dawn misioaren helburu nagusia, eta, horretarako, Zeres ezagutzea oso lagungarria izango delakoan daude, hura baita asteroide gerrikoko gorputz handiena. Gainera, hurbildu ahala jaso dituzten irudiek jakin-mina piztu dute astronomoen artean, espero ez zituzten gauzak ikusi baitituzte Zeresen.

Esate baterako, duela gutxi bi puntu distiratsu antzeman zituzten Zeresen azalean. Hain justu, Zeresek krater ugari ditu, eta haietako batean ikusi zituzten bi puntuak. NASAko ikertzaileen arabera, badirudi inpaktu gogor banak azalaren azpiko materiala bistarazi duela. Izan ere, distira ohiz kanpoko del nabarmendu dute, baina, horrekin batera, ondorio garbiak ateratzeko datuak falta dituztela aitortu dute. Bi puntuak ageri dituen irudia otsailaren 19an hartu zuten, Zeresetik



Zeresen bi aldeak, 46.000 km-ko distantziatik, Dawn zundaren bidez. ARG.: NASA.

46.000 km-ra, eta orain leku horri jarraipena egiteko asmoa dute, aldaketarik ba ote duen ikusteko.

Badago, gainera, misterioa areagotzen duen beste datu bat: 2014ko urtaririlean, [Zeresek ur-lurrun zorrotadak isurtzen zituela](#) ezagutu zuten. 2012ko azaroaren eta 2013ko martxoaren artean Herschel teleskopio europarrak jasotako irudiak aztertuta izan zuten horren berri, eta hala kalkulatu zuten zenbat ur-lurrun jaurti zuen: 6 litro segundoko. Horrez gain, zorrotadak bi lekutatik ateratzen zirela ikusi zuten; bada, antza denez, bi puntuak zorrotaden iturburuetako batean daude. "Litekeena da inpaktuaren eraginez gertatzea lurrun-zorrotada, eta, horren ondorioz, izotza edo gatza azaleratzea", azaldu dute NASAkoek.

16 hilabete galderei erantzuteko

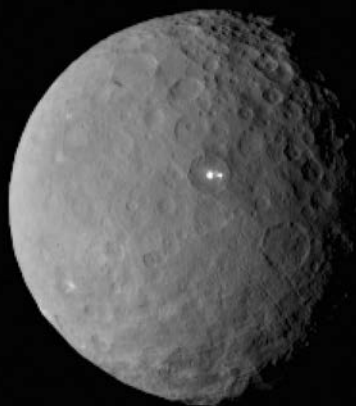
Xehetasun horiek oso interesgarri egiten dute Zeres. Hala adierazi du Jesus Arregi astronomoak eta EHUko Planeta Zientzien Taldeko kideak: "Badakigu ura dagoela, eta badirudi gainazal buzintzua duela eta nolabaiteko prozesu geologikoak jasan dituela. Hori baieztatuko balitz bultzada emango lioke Lurrean biziaren sortzeko osagaiak (ura, molekula organikoak) horrelako gorputzetatik etorri zirela dioen hipotesiari".

Bestalde, Zeres eta Vesta alderatzeak ere ondorio baliotsuak emango dituela

uste du Arregik. 2011ko maiatzetik 2014ko irailera arte aztertu zuen Dawnen Vesta asteroidea (asteroideen gerrikoan daudenetako bat), eta frogatu zuten ez duela Zeresen antza handirik. Esaterako, asteroideen gerrikoko bigarren gorputza handiena bada ere, Zeres baino dezente txikiagoa da (haren ia herena), eta ez du urik, lehorra da. Arregiren ustez, esanguratsua da halako aldea egotea bien artean: "Biak asteroideen gerrikoan izanik, batek pentsa lezake antzekoak izan beharko luketela. Orduan, zergatik izan dute hain bilakaera desberdina? Horri erantzuten lagunduko du Dawn misioak".

Beste galdera nagusi batzuk ere erantzun nahi dituzte datozen hilabeteetan: "Helburu nagusietako bat atmosfera ikertzea da. Uste da baduela nolabaiteko atmosfera. Izan ere, azalaren azpian ura dago, eta goitik etortakoa eta iragazitakoa dela uste da", azaldu du Arregik. Grabitate-eremua eta biraketa-ardatza ere aztertu nahi dituzte, eta baita gainazala ere. "Mapa topografikoa egiteko asmoa dute", zehaztu du Arregik.

Horretarako, Dawn zundaren bi espektrometroak eta bereizmen handiko kamera baliatuko dituzte. Hamasei hilabete igaro ondoren, Dawnen indarra galdu eta itzali egingo da, eta han geldituko da, Zeresen inguruan orbitatzen. ●



Zeresen bi aldeak, 46.000 km-ko distantziatik, Dawn zundaren bidez. ARG.: NASA.

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

**Ostiraletan,
22:00etan**

**Larunbatetan,
15:00etan**



NORTEKO FERRONKARRILLA

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



Antibiotikoekiko erresistentea den tuberkulosiaren bilakaera historikoa

Tuberkulosia eragiten duen bakterioaren aldaera gogorrenetako baten bilakaera historikoa aztertu du nazioarteko ikerketa-talde batek, haien DNAtik abiatuta. Ikusi dute bakterio horien populazioaren bilakaerak bat egiten duela gizateriaren historian izan diren hainbat gertakari garrantzitsurekin. [Nature Genetics aldizkarian argitaratu dute lana.](#)

Mycobacterium tuberculosis bakterioaren Beijing lerroa arazo gehien sortzen dituenetako bat da, beste lerro batzuen aurka eraginkorrek diren antibiotikoekiko erresistentea baita. Lerro horren eboluzioa ikertzeko, 99 herrialdetan jasotako 5.000 lagin aztertu dituzte. Eta ondorioztatu dute lerroa duela 6.600 urte inguru sortu zela, Txinako ipar-ekialdean. Data horrek bat egiten du Yangtze ibaiaren haranean arroza lantzen hasi zireneko lehen aztarna arkeologikoekin. Hain zuzen ere, aurreko [beste ikerketa](#) baten arabera, gaur egungo *M. tuberculosis* guztien arbasoaren hedapena ere nekazaritza-

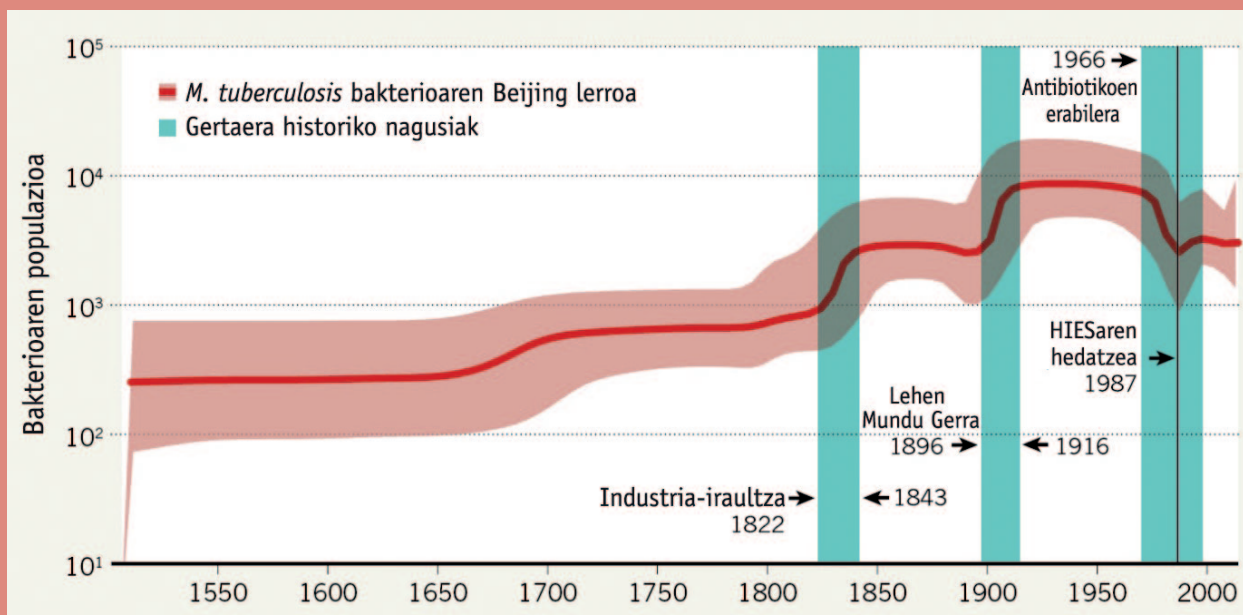


M. tuberculosis bakterioaren Beijing lerroa arroza landatzen hastearekin batera hedatu zen Txinako ipar-ekialdean, duela 6.600 urte inguru. ARG.: BRAD COLLIS/CC-BY.

ren hasierarekin lotuta dago (Mesopotamia eta Niloren delta, duela 10.000 urte).

Ikertzaileen arabera, Zetaren Bideak lagunduko zuen Beijing lerroko lehen bakterio haiek hedatzen, eta baita gero izandako txinatarren beste emigrazio-bolada batzuek ere. Bestalde, azken 200 urteetan lerroaren populazioak izan dituen gorabeherek bat egiten dute historiako gertakari garrantzitsuekin. Esaterako XIX. mendearen hasieran nabarmen gora egiten du bakterio-populazioak, eta horrek lotu-

ra zuzena izan lezake, ikertzaileen ustez, industria-iraultzaren eraginez hiriek izandako hazkunderekin. Gauza bera gertatzen da XX. mende-hasieran, Lehen Mundu Gerraren garaian. Gero, berriz, jaitsiera bat dator, 1960ko hamarkadan antibiotikoak erabiltzen hastearekin bat egiten duena. Eta azkenik, 1980ko hamarkadaren bukaera eta 1990ekoaren hasierako beste igotze bategi bat egiten du hiesaren hedapenarekin eta Sobietar Batasunaren gainbeherarekin. ●



ARG.: MERKER ET AL., 2015.

Giza garunaren garapenean aldeak aurkitu dituzte enbrioi ar eta emeen artean

Giza enbrioiaren garuna garatzean, ar edo eme izan geneen espresio-patroia aldatzen ote den ikertu du Erresuma Batuko ikertzaile-talde batek, eta aldeak detektatu dituzte: emaitzen arabera, % 7 ingurukoa da desberdintasuna.

Extergo Unibertsitateko eta King's College-ko ikertzaileek egin dute ikerketa. Genomaren 400.000 gene aztertu dituzte, 23 eta 184 egun arteko 179 enbrioiaren garuneko ehunetan (enbrioietatik 100 arrak ziren eta 79 emeak). Alde batetik, genomaren gene horien metilazioa neurtu dute ikertzaileek enbrioiaren garapen-fase ezberdinetan, eta, bestetik, elkarrekin alderatu dituzte enbrioi ar eta emeen emaitzak, bien artean alde esanguratsurik ba ote den ikusteko.

Metilazioa geneak isiltzeko mekanismo molekularra da: gene baten gene jakin batean metilo talde bat (molekula bat) gehitzen da, eta horrek

genea ez espresatzea eragiten du. Genomaren espresioa erregulatzeko mekanismo epigenetiko nagusia da metilazioa, eta funtsezkoa da enbrioiaren garapena gidatzen duten prozesuetan.

“Jaioaurreko aldia plastiktasun izugarriko garaia da —adierazi du ikerketaren zuzendari Jonathan Millek—; orduan zehazten dira garunean bitzta osoan zehar funtzio neurobiologikoa kontrolatuko duten egiturak. Fase horretan geneak nola aktibatzen diren jakitea lagungarria izan daiteke neurogarapenari lotutako zenbait asalduren jatorria ulertzeko, besteak beste, autismoa eta eskizofrenia”. Hain zuzen ere, asaldura horietako batzuk ugariagoak edo urriagoak dira gizon edo emakumeen artean, eta horregatik alderatu dituzte enbrioi ar eta emeen emaitzak (autismoak, adibidez, bost bider gehiago erasaten die gizonei).

Bi multzotan bil daitezke Britainia Handiko ikertzaileek



ARG.: ELHUYAR ZIENTZIA

[Genome Research aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak.](#)

Batetik, ikusi dute 28.700 gene ingururen metilazio-maila aldatu egiten dela enbrioiaren garapen-fasearen arabera, eta joera orokorra metilazioa galtzekoa dela, garapenean aurrera egin ahala. Ikertzaileek aipatu dute neurogarapenean zeresana duten hainbat geneen inguruan detektatu dituztela garapen-fasearen araberrako metilazioaren aldaketa horiek.

Bestetik, enbrioi ar eta emeen emaitzak alderatuta, 8.000 gunetan baino gehiagotan aurkitu dituzte aldeak metilazioan. X kromosoman

kokatuta daudenak alde batera utzita (enbrioi emeek bi X kromosoma dituztelako gertatzen baitira), gainerakoen baturak % 6,5eko alde erakusten du enbrioi ar eta eme garuneko ehunen metilazio-patroian, garunaren garapen-prozesuan zehar.

Enbrioiaren sexuaren arabera bereiz metilatuta dauden geneetako batzuk autismoarekin eta eskizofreniarekin loturiko eremuekin bat egiten duten arren, ikertzaileek zuhur ohartarazi dute ikerketalana mugatua dela, enbrioiaren garapenaren lehen faseetako ehunak baino ez baitituzte izan eskura. ●

Bizkarroiak elkarlanean edo lehian, ostalariaren portaera aldatzeko

Bi zizare bizkarroi ostalari berean bizi direnean eta helburu bera dutenean, indarrak batzen dituzte ostalariaren portaeran eragiteko; helburu desberdinak dituztenean, ordea, zaharrenak irabazten du. Ondorio horretara iritsi dira Max Planck Institututuko ikertzaile batzuk, [Evolution aldizkarian argitaratu berri duten lanean](#).

Hainbat bizkarroik gaitasuna dute, beren interesen alde, ostalariaren portaera aldatzeko. *Ophiocordyceps unilateralis* onddoa, esaterako, inurrien mugimenduen jabe egiten da: inurria koloniatik urruntzen da, onddoa hazteko kondizio egokiak dituen hosto bat aukeratzen du, hostoaren azpi-

ko aldetik zain bati hozka egiten dio, eta bertan hiltzen da. *Schistocephalus solidus* zizarearen kasua ez da hain ikusgarria, baina hark ere krustazeo txiki batzuen portaera aldatzen du. Zizareak kopepodo bat infektatzen duenean, haren jarduera murrizten du, hazi bitartean. Gero ordea, nahikoa hazi denean, kontrakoa egiten du: kopepodoa aktiboago egiten du, arrainek errazago ikusi eta jan dezaten. Izan ere, bizkarroi horien bizi-zikloko hurrengo fasean, arrainak dira ostalari.

Max Plankc-eko ikertzaileek *Macrocyclus albidus* kopepodoak infektatu dituzte *S. solidus* zizareekin, laborategian.

Eta ikusi dute kopepodo batean bi zizare aldi berean iristen badira ostalariz aldatzeko garaira, indarrak batzen dituztela kopepodoaren portaera aldatzeko. Hala, bizkarroi bakarra dutenak baino are aktiboago bihurtzen dira kopepodo horiek. Aitzitik, bizkarroietako bat bestea baino zaharragoa denean, eta, beraz, interes kontrajarriak dituztenean, gazteenak ez du lortzen kopepodoaren portaeran eragirik izatea, eta zaharrenak ostalariaren jarduera handitzen du, gaztea egongo ez balitz bezalaxe. Eta, bi gazteren aurka ari denean ere, berdin gailentzen da zaharrena. ●

Marten inoiz hautemandako gandorrik garaiena aztertu du EHUko Planeta Zientzien Taldeak

Astronomoek oraindik ez dute azalpenik fenomenoarentzat

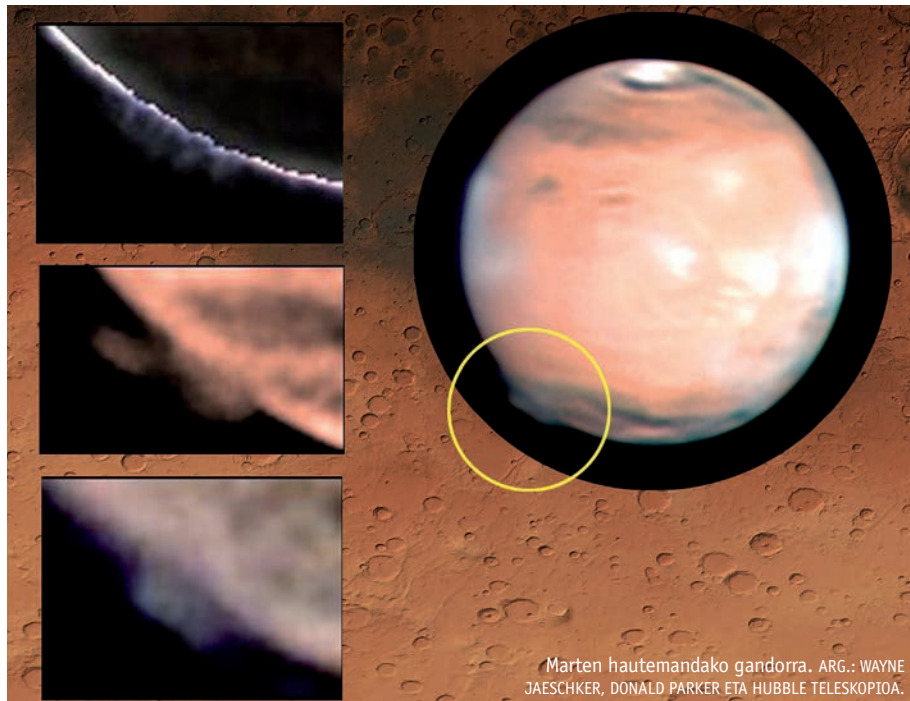
Duela ia hiru urte, 2012ko martxoan, astronomozaleek Marteren diskoaren ertzetik gorantz zihoan gandor baten irudia jaso zuten, munduko hainbat lekutatik. Ordura arte ikusitako handiena bazen ere, garai hartan behaketa hura nahiko isilean geratu zen. Hala ere, EHUko Planeta Zientzien Taldeko ikertzaileen jakin-mina piztu zuen. Orain, ikerketa-taldeak gandorrraren [azterketaren emaitzak plazaratu ditu](#), *Nature* aldizkariaren bidez. Airtu dutenez, oraindik ez dute topatu asebeteko dituen azalpenik; beraz, ziur daude fenomenoak zeresana eman-go duela.

Agustín Sánchez Lavega ikerketa-taldeko buruaren arabera, “duela hiru urte behatutako fenomeno oso ezohikoa da. Astronomiazale aurreratuek jaso zituzten irudiak, eta zientzia-komunitateak oro har arreta handirik jarri ez bazien ere, gu ohartu ginen fenomeno berezia zela. Hortaz, sakonean aztertzea erabaki genuen”.

Irudiak analizatuta, “ezohikoa” zela konturatu ziren: “Batetik, orain arte ikusitako den gandorrik garaiena delako, Marteren gainazaletik 200-250 kilometrorara zegoela kalkulatu baitugu”. Zenbaitetan, 100 kilometroko garaieran dauden hodeiak ikusi izan dituzte, baina inoiz ez hain goian. “Hori azaltzeko bi hipotesi planteatu ditugu, baina, egiaz, ez bata ez besteak ez gaitu asetzen”.



Agustín Sánchez Lavega. ARG.: ARGAZKI PRESS.



Marten hautemandako gandorra. ARG.: WAYNE JAESCHKER, DONALD PARKER ETA HUBBLE TELESKOPIOA.

Sánchez Lavegaren esanean, ez dakite zer maiztasunekin gertatzen den fenomeno hori. “Kontuan izan behar da han dabilzan ibilgailu eta ontziak ez diotela linboari begiratzen, ez diote plantaren ertzari erreparatzen, baizik eta zoruari eta bestelako xehetasunei. Horregatik, ditugun irudi guztiak astronomiazaleek Lurretik jasotakoak dira. Eta astronomiazale deitzen diet amateurrak direlako; bestela, profesionalak bezain ondo egiten dute lan. Nolanahi ere, haiek dira linboari erreparatzen diotenak, eta haiei esker izan dugu fenomenoaren berri”.

Azaldu duenez, gandorra egunsentian baino ez zen agertzen, Terra Cimmeria eskualdean (hego hemisferioko latitude ertainean); “gero, badirudi nahiko azkar desegiten zela”. Hamar egunez jarraian azaldu ondoren, desagertu ezin zen, eta handik egun batzuetara berriro agertu zen, baina ez aurreko eguntean bezain goian”. Hain zuzen, ezohiko garaiera hori, 200 kilometro ingurukoa, lehen aldiko bi egunetan baino ez zuten neurtu, martxoaren 20an eta 21ean. Edozein modutara, fenomeno oso nabarmena izan zen, garaieratik eta hedapenarengatik.

Bi hipotesi

“Fenomeno azaltzeko, bi egoera aztertu ditugu. Batetik, baliteke hodei bat izatea, urezko edo karbono dioxidozko kristal-txoz osatua. Hori sortzeko, tenperaturak ikaragarrizko beharakada izan beharko luke goi atmosferan, eta, ziur aski, kondentsazio-nukleo bat ere beharko luke”, esplikatu du Sánchez Lavegak.

Beste aukera Lurreko auroren antzeko fenomeno bat litzateke. Alabaina, hipotesi hori oso ahula dela onartu du Sánchez. “Nire ustez, baliteke Lurraren Poloetan sortzen diren hodei noktiluzenteen antzeko fenomeno bat izatea. Hodei horiek oso leku hotzetan sortzen dira, eta beste lekutan sortzen diren hodei garaiena (ziurruak) baino askoz ere gorago agertzen dira. Ez hodeien hipotesiak eta are gutxiago aurorarenak, ez gaituzte asebetetzen, baina topatu ditugun azalpen bakarrak dira”.

Sánchez Lavegaren ustez, fenomenoak agerian utzi du merezi duela Marteren linboa aztertzea. “Ea hurrengo misioetan eta behaketetan badugun datu gehiago jasotzeko aukera eta hobeto ezagutzen dugun fenomeno”.

Egin gure bazkide,
izan Elhuyar!



Jar iezaiezu aurpegia Elhuyar anaiei



Juan Jose Elhuyar

Fausto Elhuyar

Duela 230 urte, Bergarako Mintegian wolframa isolatzea lortu zutela jakitera eman zuten **Elhuyar anaiek**. Elementu bat gehiago taula periodikorako, ospea euskal zientzialarientzat.

Sormena. Elkarlana. Dibulgazioa.

elhuyarkide izan

Euskara zientzian, teknologian eta gizartean sendotzen eta harentzako arlo berriak eraikitzen egiten dugu lan, euskal komunitate aktiboa eta kritikoa helburu.

***Horretarako, zure laguntza behar dugu.
Egin gure bazkide, izan Elhuyar!***

www.elhuyar.org/bazkidetza

Zuk ere Elhuyar izan nahi duzu?

65
€/urtean

+

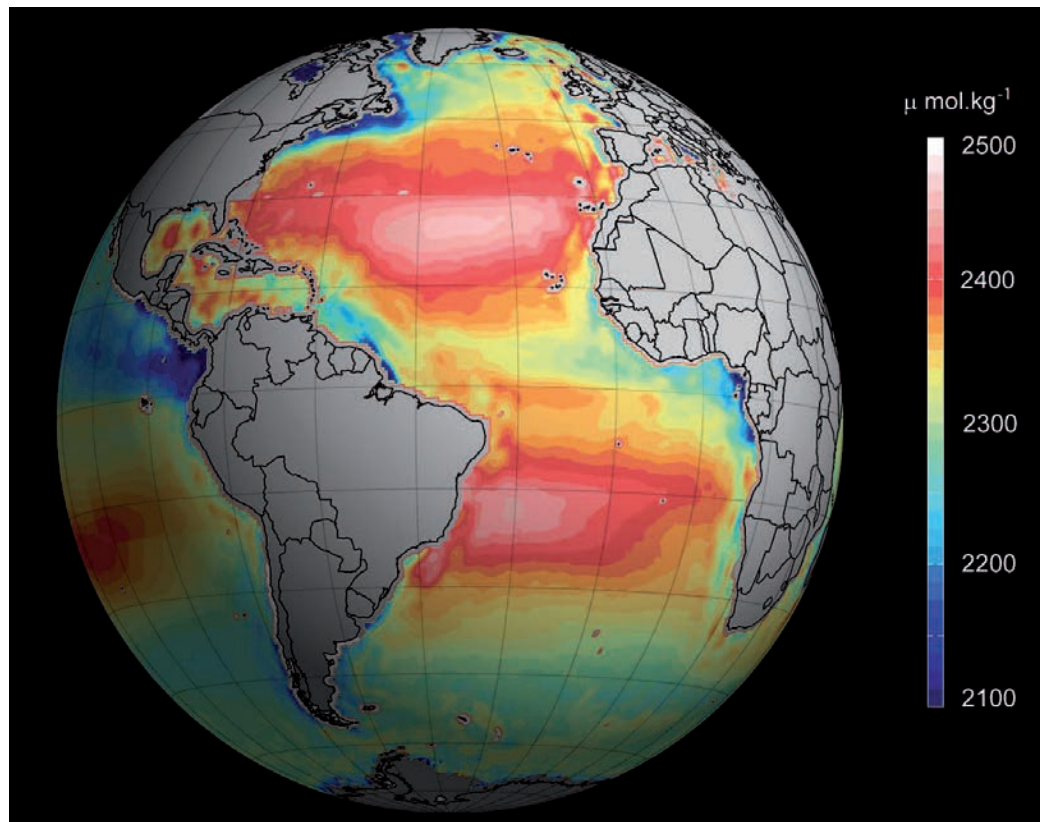
Deskontuak eta abantailak produktuetan. Proiektuetan parte hartzeko aukera

elhuyar

Ozeanoen azidotasuna satellite bidez neurtu dute

Teknika berriak erabiliz, itsasoren azidotasuna satellite bidez neurtu du nazioarteko ikertzaile-talde batek. Lehen hurbilketa bat da, eta bere mugak ditu, baina oso baliagarria izan liteke ozeanoen azidotze globalaren jarraipena egiteko. [Environmental Science and Technology aldizkarian argitaratu dute lana.](#)

Atmosferara isurtzen dugun CO₂-aren laurdena xurgatzen du itsasoak, eta prozesu horretan ura azidotu egiten da. Hori ondorio kaltegarriak izaten ari da hainbat ekosistematan. Azidotze horren jarraipena egiteko modu bakarra azidotasuna *in situ* neurtzea izan da orain arte. Horretarako kostu handia duten kanpaina ozeanografi-koak egin behar dira, eta, gainera, eremu txikiak aztertzen dira normalean. Satellite bidez neurtu ahal izateak guztiz aldatuko luke hori. Dena den, ikertzaileek argi utzi nahi izan dute satellite bidezko neurketa hauek ez dituztela ordezkatzen *in situ* egiten di-



Itsasoko gainazaleko alkalinitatea (azidotasunarekin zuzenean erlazionaturako parametroa), satellite bidez neurtua. ARG.: IFREMER/ESA/CNES.

renak, besteak beste, haiek fidagarriagoak direlako, eta beharrezkoak satellite bidezkoak kalibratzeko.

Itsasoaren gainazaleko temperatura, klorofila, eta gazitasuna neur daitezke gaur egun satellite bidez, eta datu horien bidez kalkulatu dute orain azidotasuna. Gazitasunaren

neurketan egon da gakoa; izan ere, klorofila eta temperatura aspalditik neurtzen dira satellite bidez, baina gazitasuna neurtzeko gaitasuna azken urteotan lortu da, ESAREN SMOS (2009) eta NASA-CONAEREN Aquarius (2011) sateliteekin. Ikertzaileek aitortzen dutenez “tres-

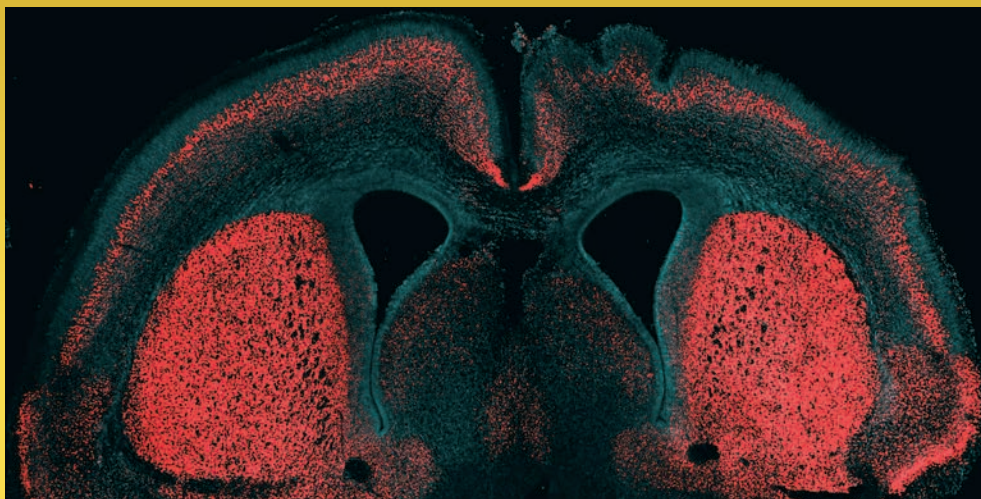
nak berriak dira, eta neurketa erronka bat da oraindik”. Bestalde, teknikaren mugetako bat da gainazaleko irudia bakarrik ematen duela. Hala ere, ozeanoen azidotzearen jarraipena egiteko bereziki garrantzitsua da gainazalean gertatzen dena; atmosferako CO₂-a bertan xurgatzen baita. ●



ARG.: ESA/AOES MEDIALAB

Giza garuna handitzearen gako genetikoak

Neokortexa handitzea eragiten duten giza gene bat eta gene-erregulatzaile bat identifikatu dituzte



Sagu-enbrioi baten kortexa. ARHGAP11B giza genea eskuineko hemisferioan bakarrik espresatu da, eta ikus daiteke alde horretan tolesturak agertu direla neokortexean. ARG.: MARTA FLORIO AND WIELAND B. HUTTNER, MAX PLANCK INSTITUTE OF MOLECULAR CELL BIOLOGY AND GENETICS.

Gizakien garuna gainerako primate eta ugaztunetan baino handiagoa izateko gako izan litezkeen gene bat eta gene-erregulatzaile bat identifikatu dituzte, bi ikerketa desberdinetan. Biek neokortexean eragiten dute.

Kontzientziaz, arrazoitzeaz eta hizkuntzaz arduratzen da neokortexa, besteak beste; eta garunaren zati horren hedatzea da gizakien eta homininioen eboluzioan gertatu zen aldaketa garrantzitsuenetako bat. Bada, aldaketa horretan zerikusia izan dezake gizakiok soilik dugun gene batek,

Alemaniano ikertzaile talde batek gaur [Science Express-en argitaratu duen lan](#) baten arabera.

Gizakien neokortexean espresatzen diren hainbat generen artetik, saguetan zein ez dauden aztertu dute lehenik. Halako 54 gene aurkitu zituzten, eta horien artetik bat azpimarratu dute: ARHGAP11B. Neandertalek eta denisovarrek ere badute gehe hori. Ikertzaileek diotenez, homininoak txinpantzeen lerrotik bereizi eta gero sortu zen, beste gene baten bikoizketa partzialaz. Geneak neokortexean duen eragina ikusteko, garatzen ari ziren sagu-garunetan espresarazi zuten, eta neokortexeko zelulak ugaritzea, eta ondorioz, neokortexa nabarmen handitzea eragin zuen.

Bestetik, Duke Unibertsitateko (AEB) ikertzaileek gene-erregulatzaile batek giza

garunean antzeko eragina duela ikusi dute, [Current Biology aldizkarian berriki argitaratu dutenez](#). Geneen jarduera erregulatzen duten DNA-sekuentzia txikiak dira gene-erregulatzaileak. Garuna garatzen ari denean espresatzen diren erregulatzaileak bilatu zituzten gizakietan eta txinpantzeetan, bi espezieen artean desberdintasun handienak dituztenetan arreta jarritz. Eta ikusi dute HARE5 deitu dioten gene-erregulatzailearen kasuan, gizakien aldaerak neokortexean neurona gehiago sortzea eragiten duela.

Sagu-enbrioiekin egindako esperimenduetan ikusi dute gizakien HARE5 erregulatzailea txinpantzeena baino azkarrago aktibatzen dela garapenean, eta gerora ere aktiboagoa dela. Gizakien erregulatzailearekin hazi ziren sagu-enbrioiaren garunak % 12 handiagoa egin ziren; eta, zehazki, neokortexa handitu zen. ●



Gizakien HARE5 erregulatzailearekin hazi ziren sagu-enbrioiaren garunak % 12 handiagoa egin ziren. ARG.: SILVER LAB, DUKE UNIVERSITY.

Uste baino lehenagoko homininoak ziren tresnak erabiltzeko gai

Hominino batzuk gai ziren tresnak erabiltzeko uste baino askoz lehenago, nazioarteko ikertzaile-talde batek [Science aldizkarian argitaratu duen lan baten arabera](#). Ikusi dute *Australopithecus africanus* eta pleistozenoko beste hominino batzuen eskuko hezurren egitura gizakiaren antzeko dela, eta, hala, eskuak gizakiaren antzera erabiltzeko gai zirela haiek ere.

Ikerketa honen emaitzen arabera, duela 3,2 milioi urte inguru hominino horiek gai ziren eskuekin doitasunez heltzeko eta estutzeko, eta, beraz, tresnak erabiltzeko. Hala, ezagutzen diren lehen harrizko tresnak duela 2,6 milioi urte inguruak badira ere, badirudi haiek erabiltzeko gaitasuna behintzat lehenagokoa izan litekeela.

Metakarpoen barne-egitura (egitura trabekularra) aztertuz iritsi dira ondorio horretara. Izan ere, eskuak modu batera edo bestera erabiltzeak zuzenean eragiten du hatzetako hezur horien barne-egituraren. Eta, ondorioz, egitura hori aztertuta jakin liteke eskuak nola erabili ziren.

Australopithecus africanus eta Swartkransko beste hominino batzuen (zalantza dago *A. robustus* edo/eta *Homo* goiztiarren bat den/diren) metakarpoen egiturek iradokitzen dute, bate-tik, zuhaitzetan ibiltzeko erabiltzen zituztela oraindik eskuak; baina, bestetik, gai zirela hatz lodia gainerako hatzen aurka erabiliz doitasunez eta indarrez heltzeko. Gainera, ikusi dute metakarpoen barne-egitura beste hominino tresna-egile batzuen —neandertalak eta hasierako *H. sapiens*-ak— antzekoa dela, eta tximinoen desberdina. ●



MAIALEN GARMENDIA MAYLIN

Ingurumen Zientzien ikertzailea

“Banuen esparrua zabaltzeko gogoa”

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

Maialen Garmendia klima-aldaketari buruzko BC3 zentroko ikertzaileetako bat da. Bere lana oso gustukoa izateaz gain, aitortu du, BC3n hasiera bultzatu zuen beste arrazoi nagusia Euskal Herrira itzultzea izan zela.

Izan ere, tesia AZTI-Tecnalia egin ondoren, Pasaian, Bartzelonako Unibertsitate Autonomora joan zen. Han urtebete egin ondoren, baina, Euskal Herrira bueltatzea erabaki zuen: “Une hartan gogoeta egin nuen zeri eman lehentasuna, bizitza pertsonalari edo lanari, eta lanak baino pisu handiagoa izan zuen hona etortzeko gogoak”. Horrenbestez, BC3ra curriculuma bidali zuen, eta, azkenean, biak lortu zituen: Euskal Herrian bizitzea, eta ikertzaile-lanarekin jarraitzea.

Garmendiak uste du ikertzaile-lanean ohikoa dela bizitza pertsonala eta lana balantzan jartzea: “Nire lana asko gustatzen zait, baina baldintza gogorak ditu, ez duzu ordutegirik, ez dakizu etorkizunean egiten ari zarenarekin jarraitzerik izango ote duzun... Eta hor ikusi behar duzu zer jartzen duzun aurretik: lana ala bizitza pertsonala”.

Edonola ere, pertsonalki ez ezik, profesionalki ere aukera ona izan zen Euskal Herrira etortzea, BC3n egiten duen lanak ikerketa-esparrua zabaltzeko aukera eman baitio. “Ordura arte, gai bakarrarekin aritu nintzen. Tesiaren helburua zen aztertzea eutrofizazioaren adierazleak, itsas adarretan eta itsasoan. Eta Bartzelonara joan nintzenez, gauza bera egin nuen, baina

Mediterraneoan. Oso interesgarria zen, batean eta bestean adierazleak berberak erabiltzen baitira, baina ingurunea zeharo desberdina denez, emaitzak ere desberdinak dira. Egia da, hala ere, gai bakarrari lotuta nengoela, eta banuen zabaltzeko gogoak”. BC3n lortu du hori.

Garmendiak azaldu duenez, BC3n ekosistemek giza jardueraren ondorioz jasaten dituzten aldaketen eragina aztertzen dute, gizarte-ikuspegitik eta ikuspegi ekonomikotik. Eta, horrekin batera, ekosistemak ondo kudeatzeak ekar ditzaketen onura sozialak eta ekonomikoak ere kalkulatu zituzte. “Hau da, ekosistemek ematen dizkiguten zerbitzuak ere aintzat hartzen ditugu BC3n. Hori guztiz berria zen niretzat. Hasieran arraroa egin zitzaidan arren, orain oso gustura nabil, eta, gainera, uste dut ikuspegi hau eraginkoragoa dela gizarteari eta erabakiak hartzen dituztenei mezua helarazteko”.

Izan ere, ekosistemek jasaten dituzten kalteetara mugatuz gero, iruditzen zaio zaila dela jendearengana iristea. “Adibidez, agerian jartzen bada zer ondorio dituen, esaterako, kostako poluzioak arrantzen edo hondartzen erabileran, bai herritarrak bai agintariak gehiago arduratzen dira, biodibertsitate-galera bakanrik aipatuta baino”.

Orain Europako proiektu batean dabil lanean, Perseus izenekoan. “Esan bezala, helburua da zientzialarien eta erabakitzaileen tartea gaitztea. Horretarako, Mediterraneoan eta Itsaso

Beltzean erabakiak hartzeko tresnak prestatzen ari gara, beti ere, itsasoko arazoei aurre egiteko. BC3n bizpahiru ikertzaile gaude honetan, baina proiektuan Europako erakunde eta ikerketa-talde askok parte hartzen dute, eta haiekin harreman handia dugu”.

Garmendiaren iritziz, bere lanaren alde txarrenak lehia eta egonezina dira. Hala ere, asko gogobetetzen du, “batez ere, beti hazten zoazelako; beti ari zara ikasten”.



UPV/EHU Kultura Zientifikoko Katedrekin lankidetzan egindako atala.



ARG.: MAIALEN GARMENDIA



Ledi-Geraru (Afar, Etiopia) ikerketa-eremuan aurkitutako 2,8 milioi urteko baraila, ezagutzen den *Homo* generoko arrastorik zaharrena. ARG.: KAYE REED.

HOMO GENEROAK uste baino sustrai sakonagoak ditu

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

ORAIN ARTEKO FOSIL ZAHARRENAREN DATAZIOAK ETA
HOMO HABILISEN BERRAZTERKETAK USTE BAINO
ATZERAGO JARRI DUTE *HOMO* GENEROAREN JATORRIA

Etiopian aurkitutako hominino baten fosilak 2,8 milioi urte inguru dituela kalkulatu dute. Inoiz aurkitu den *Homo* generoko fosilik zaharrena da, eta milioi-erdi urte atzeratzen du *Homo* generoaren jatorria. Hain zuzen ere, genero hori uste baino lehenagotik datorrela ondorioztatu dute aldi berean argitaratu den beste ikerketa batean ere, *Homo habilisen* aspaldiko fosil bat ordenagailu bidez berregin ondoren.

Afar eskualdeko Ledi-Geraru ikerketa-eremuan 2013an aurkitu zuten LD 350-1 fosila, barailezurzati bat bost hortzekin, inoiz aurkitu den *Homo* zaharrenaren arrastoa da, *Science* aldizkariaren online-bertsioan argitaratu den lan baten arabera. Australopitekoen eta *Homo*en arteko ezaugarriak ditu. *Australopithecus afarensisen* (Lucy) antzeko kokots primitiboa du. Hortzek, ordea, *Homo*etatik gertuago dagoela erakusten dute.

Orain arte *Homo* generoko arrasto zaharrena duela 2,3-2,4 milioi urtekoa zen. Eta aurkeztu berri den fosilak baino 200.000 urte soilik gehiago

ditu handik nahiko gertu (Hadar, Etiopia) aurkitutako Lucy-k. “Konfiantza osoa dugu LD 350-1en adinean —dio Penn State unibertsitateko Erin N. Dimaggio ikertzaileak—; hainbat metodo erabili ditugu eta denek diote fosila 2,8 eta 2,75 milioi artean dagoela”.

Sciencen bertan argitaratu duten bigarren artikuluan batean, berriz, hura bizi izan zen ingurua nolakoa zen azaldu dute, Ledi-Geraruko beste fosil batzuk aztertuz. Garai bereko antilopeak, hipopotamoak, elefanteak eta krokodiloak aurkitu dituzte, eta batez ere belarra eta zuhaixka txikiak zeudela ondorioztatu dute, baita lakuren bat ere. Edonola ere, Lucyren bizilekua baino irekiagoa eta lehorragoa omen zen.

HOMO HABILISEN BERRAZTERKETA

Aldi berean Naturen argitaratu den beste ikerketa batean OH 7 izeneko 1,7 milioi urteko fosila berraztertu dute. Tanzaniako Olduvai arroilan aurkitutako fosil horretan oinarrituta aurkeztu zuen Louis Leakey-k *Homo habilis* espeziea, duela 60 urte. Banako baten behe-baraila, garezurzati batzuk, eta eskuko hezurak dira OH 7, baina baraila nahiko hondatuta eta garezurra oso zatituta daude. Horregatik, orain arte ezinezkoa izan da beste fosil batzuekin konparatzea. Orain, ordea, Max Planck Institutuko eta College London Unibertsitateko ikertzaileek ordenagailu bidezko tomografia eta 3Dko irudi-teknika aurreratuak erabiliz berregin dute fosila, eta, horri esker, gai izan dira orain arte egin ezin ziren konparaketak egiteko.

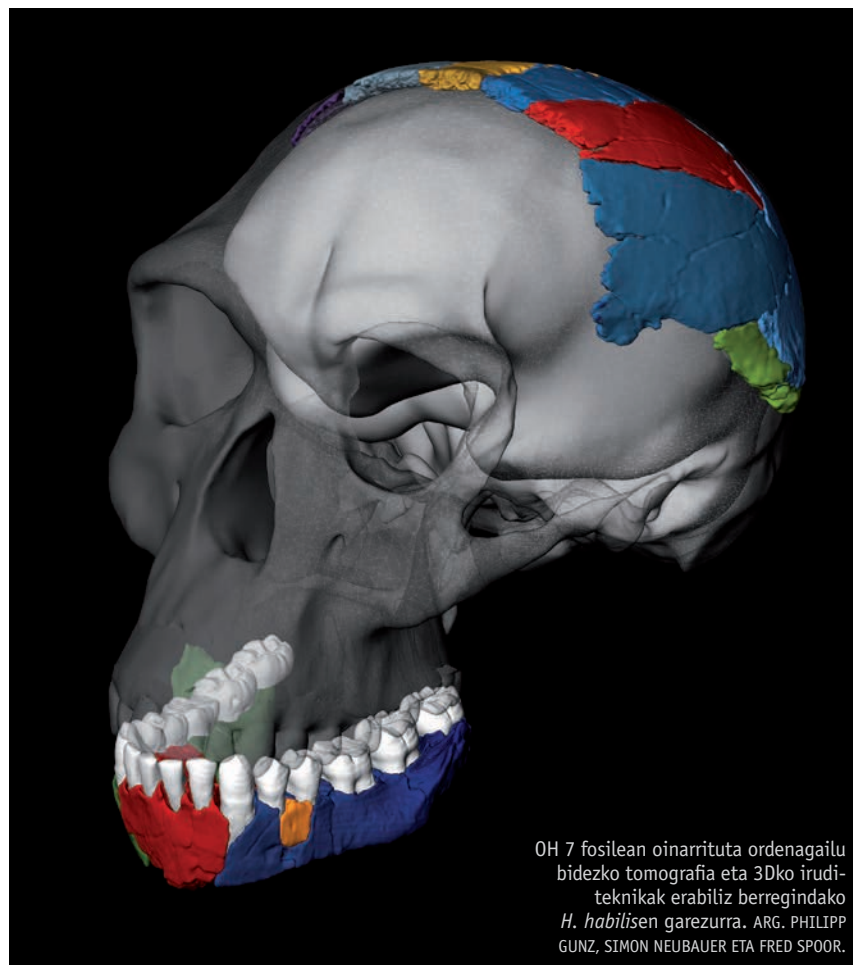
Hala, ikusi dute OH 7 fosilaren baraila nahiko primitiboa dela, *Homo erectus*ena baino *Australopithecus afarensis*en antzekoagoa. Garezurra, berriz, modernoagoa da, eta aurrez uste baino garun handiago zuela iradokitzen du; *H. erectus*en antzekoa.

Ikertzaileen ustez, barailetan dauden desberdintasunetan oinarrituta esan liteke 2,1 eta 1,6 milioi urte artean hiru *Homo* espezie izan zirela: *H. habilis*, *H. erectus* eta *H. rudolfensis*. Bestetik, *H. habilis*en, eta, beraz, *Homo* generoaren, jatorriaren inguruko ondorio berriak atera dituzte. Orain arte, jotzen zen *H. habilis*en arbasoa Etiopian aurkitutako 2,3 milioi urteko AL 666-1 fosila izan zitekeela. Baina, orain ikusi dutenez,

fosil haren ezaugarriak modernoegiak dira horretarako. Aitzitik, proposatu dute AL 666-1 eta OH 7 duela 2,3 milioi urte baino lehenago banatu ziren bi lerro ebolutiboren ordezkariek izan litezkeela.

Hain zuzen ere, aurkeztu berri den LD 350-1 izan liteke haien arbasoa. Izan ere, hark bai, ezaugarri aproposak ditu *H. habilis*en eta beste *Homo* goiztiarren arbasoa izateko. “Behin digitalki aztertuta *H. habilis* benetan nolakoa zen, ondorioztatu genezake haren arbasoa nolakoa izan zitekeen —dio Fred Spoor College London Unibertsitateko eta Max Planck Institutuko ikertzaileak—; baina ez zen halako fosilik ezagutzen orain arte. Orain, hala eskatu izan bagenu bezala, Ledi-Geraruko baraila agertu da, eta iradokitzen du lotura ebolutibo bat egon litekeela *A. afarensis*en eta *H. habilis*en artean”. ●

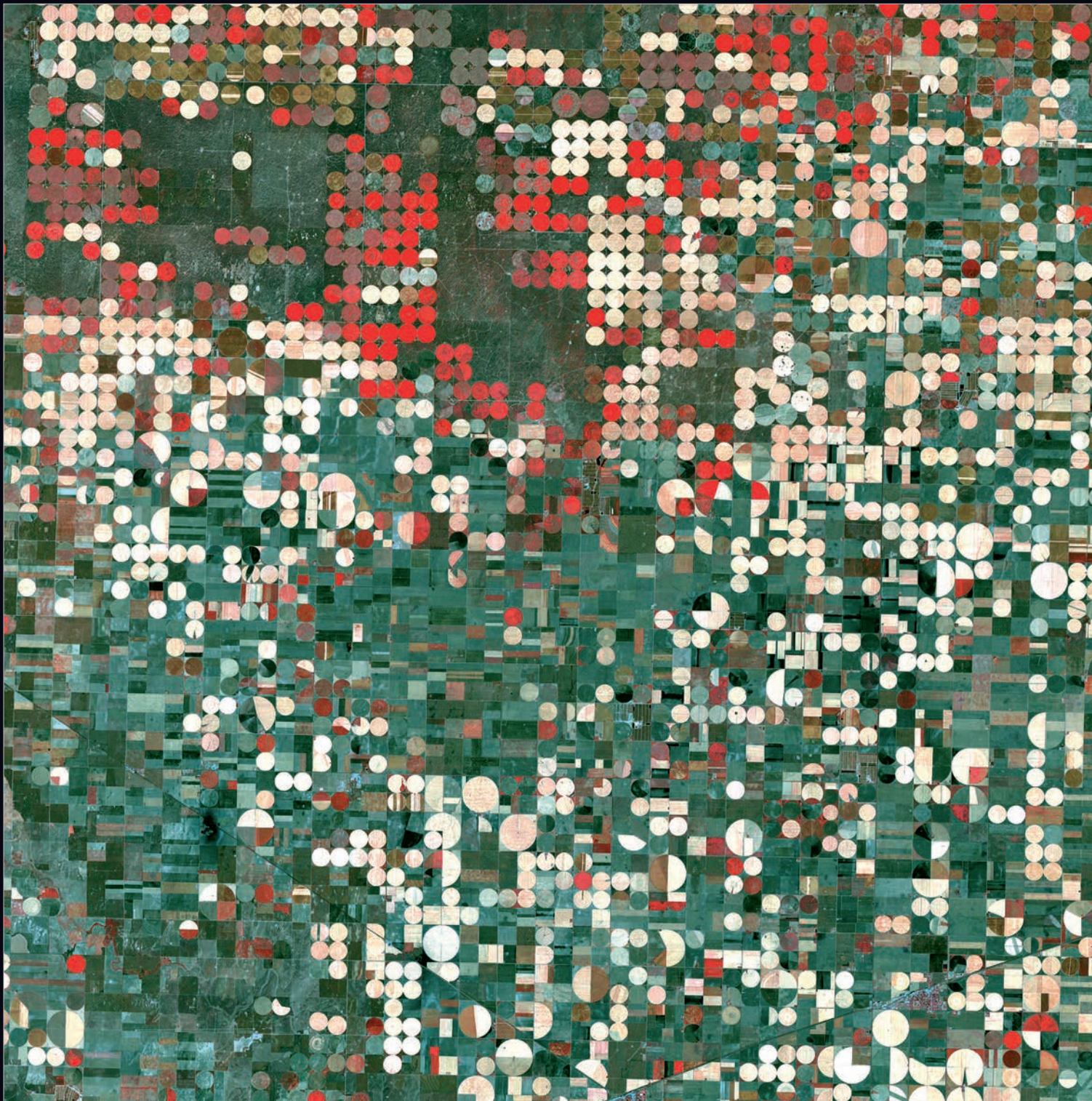
“Aurkeztu berri den fosilak ezaugarri aproposak ditu *Homo* goiztiarren arbaso izateko”



OH 7 fosilean oinarrituta ordenagailu bidezko tomografia eta 3Dko irudi-teknikak erabiliz berregindako *H. habilis*en garezurra. ARG. PHILIPP GUNZ, SIMON NEUBAUER ETA FRED SPOOR.



NEKAZARITZA



PAISAIAK



Zirkuluak, karratuak, poligonoak, marrak eta izarrak.

Bitxiak dira, goitik begira, nekazaritzaren paisaiak.

Ur-baliabideen % 70 erabiltzen da forma horiek marrazteko.

Lehorreko lurrazalaren % 12 dago eraldatua, elikagaiak ekoizteko.

Desertu berdetuak eta baso sorotuak.

Antropozenoko ereduak. ●

Lurretik begiratuta, amaigabeak eta monotonoak izan litezke Kansasko (AEB) gari-soroak, baina beste itxura bat hartzen dute goitik begiratuta. Ureztatze-sistemaren eraginez, biribil-biribilak dira soroetako asko. [Landsat 7](#) sateliteak kolore faltsuan hartutako irudia da hau. Gorritz ikusten da berez berdeena dena, eta zuritik berdera doaz lur soila eta lehortutako landaredia.

ARG.: USGS EROS DATA CENTER.



Zirkuluak eta karratuak Brasilen, Perdizes hiriaren hegoaldean. Ekiloreak, garia, patata, kafea, arroza, soja eta artoa hazten dira lur hauetan. Astronauta batek ISStik ateratako argazkia. ARG.: ISS/NASA.



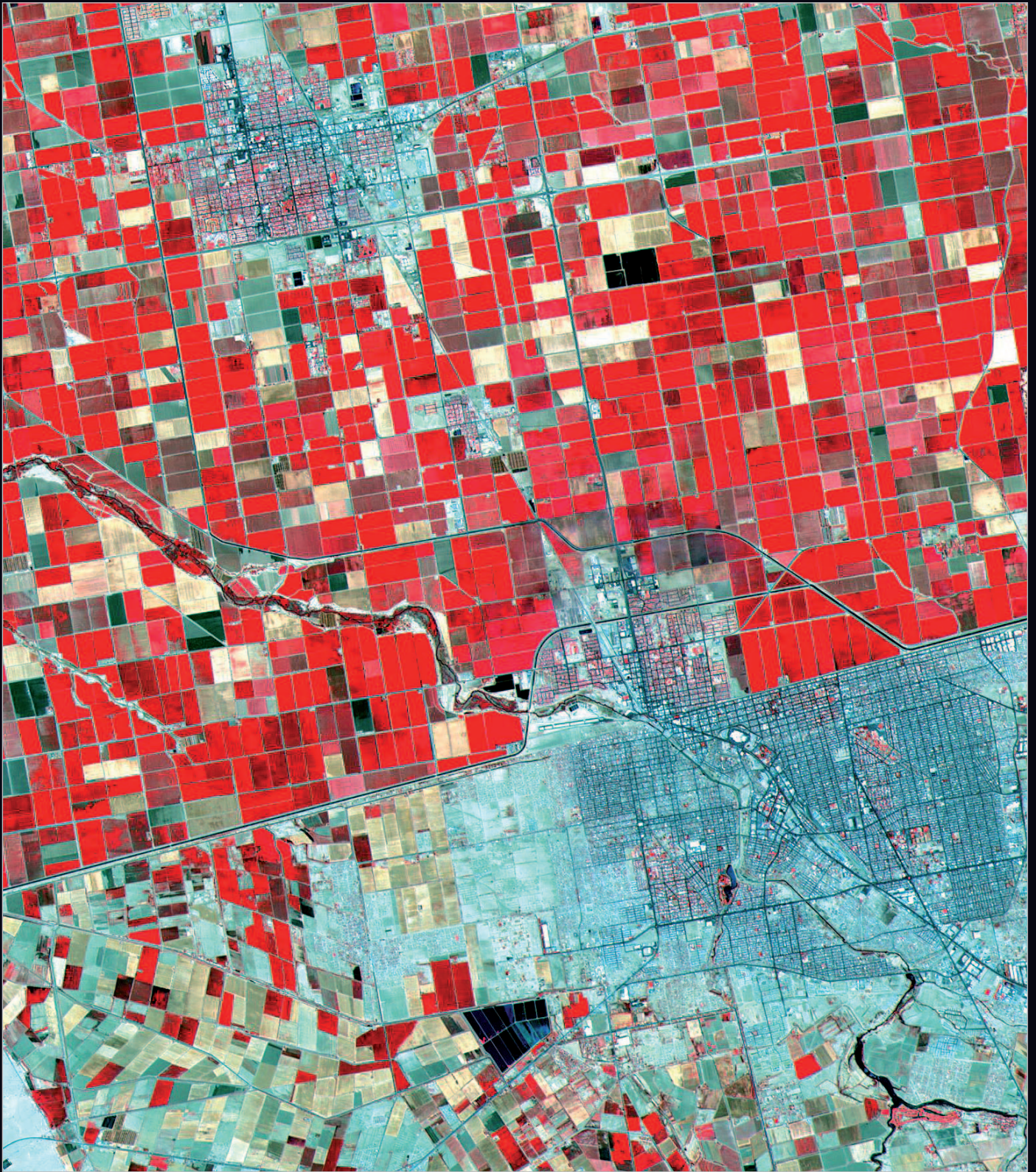
Bolivialian, Santa Cruzen ekialdean, izar-itzura dute sorok. Izarren erdian herrixkak, Andeatatik jaitsitako jendearen bizilekuak. Herrixka batetik bestera, bost kilometro, eta bakoitzean eskola, eliza, taberna eta futbol-zelai bat. Erdigune horretatik abiatzen dira izarren erradioak. Eta izarren inguruan, garai batean dena betetzen zuen oihan tropikala. ARG.: NASA.



Bangkoken (Thailandia), kanpoaldeko paisaia zerrenda berde estuek osatzen dute. Kanalen bidez ureztatutako arroz-soroak dira. ARG.: NASA.



Milaka kilometro kanalen bidez, Nilo Urdineko urek berdetzen dute El Gezirako (Sudan) eremu berez idor hau. Britainiarrak hasi ziren ubide-sistema hori sortzen, kolonialismo-garaian, Europarako kotoia ekoizteko. ARG.: NASA/GSFC/METI/ERSDAC/JAROS ETA U.S./JAPAN ASTER SCIENCE TEAM.



Kalifornia eta Mexikoren arteko muga argi uzten du lurren erabilera desberdinak. Kalexiko (Kalifornia) eta Mexikali (Mexiko) hiriak irudiaren erdialdean, eta El Centro gorago. Gorriz, landaredia. Imperial Valley deitzen zaio Kaliforniako zonalde honi. Coloradotik hartutako uren bidez ureztatzen dute, eta AEBko fruitu- eta barazki-ekoizle handienetakoa da. ARG.: NASA/GSFC/METI/JAPAN SPACE SYSTEMS, ETA U.S./JAPAN ASTER SCIENCE TEAM.



El Ejido, Almería (Espainia). Gorriz, landaredia. Zuriz, plastikoa. ARG.: NASA/GSFC/METI/JAPAN SPACE SYSTEMS ETA U.S./JAPAN ASTER SCIENCE TEAM.



Herbehereetako hegoaldeko Zeeland probintzia. Herriak eta soroak, dikez babestutako uharteetan. ARG.: TERRA/ASTER/NASA.



Niloren deltako lur oparoak berde-berde ageri dira ESAren [Proba-V](#) sateliteak hartutako irudi honetan. Hain zuzen ere, munduko landarearen jarraipena egitea du helburu duela bi urte jaurti zuten satelite horrek. ARG.: ESA/VITO.

Egiptoko lur lehorretan, Niloren inguruko nekazaritza-lurak nabarmentzen dira. Zorrotza da basamortuaren eta uholde-lautadako lur emankorren arteko muga, bailararen pareta naturalek mugatzen baitute korridore berdea.

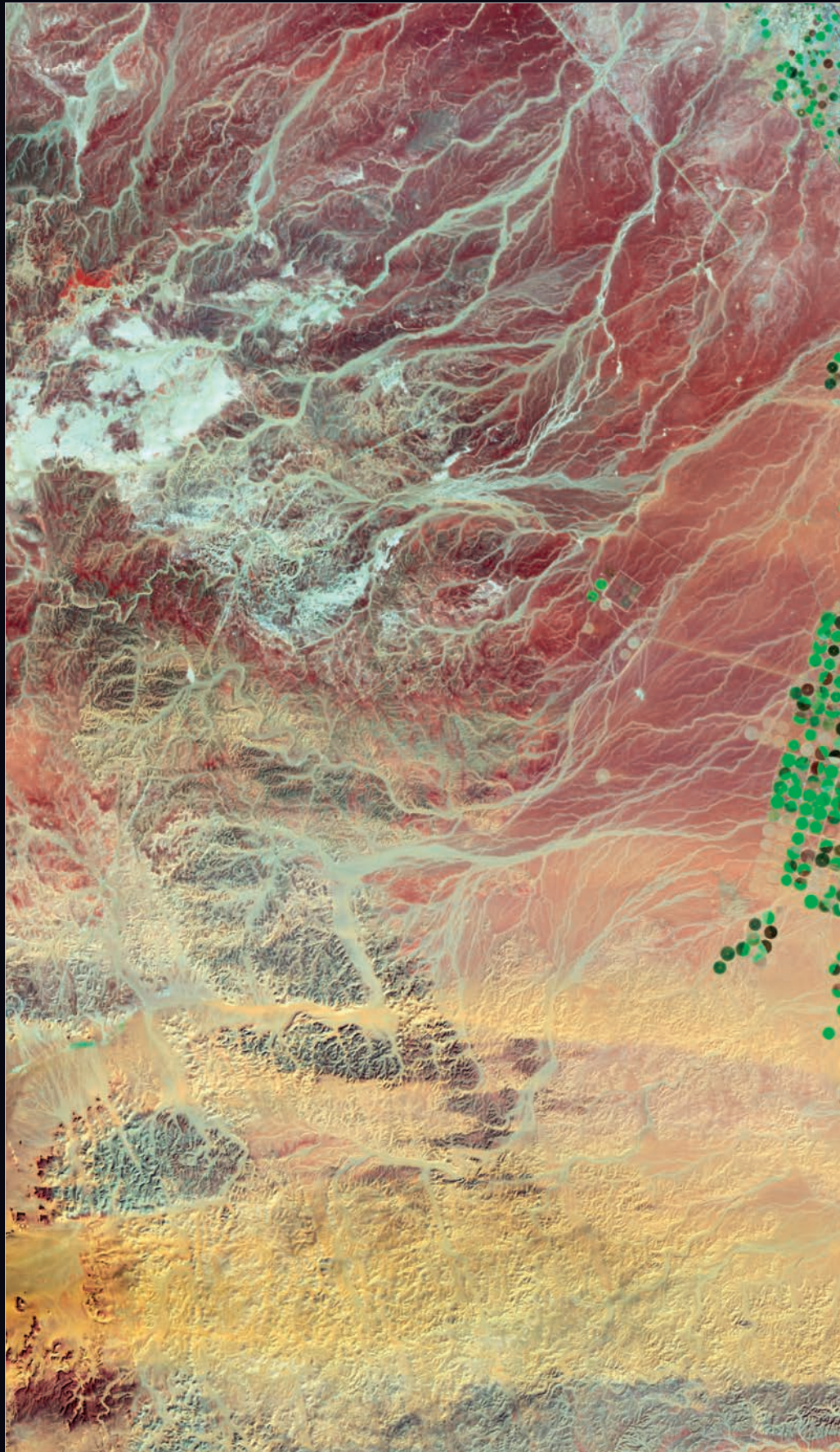
ARG.: NASA/JESSE ALLEN/UNIVERSITY OF MARYLAND'S GLOBAL LAND COVER FACILITY.

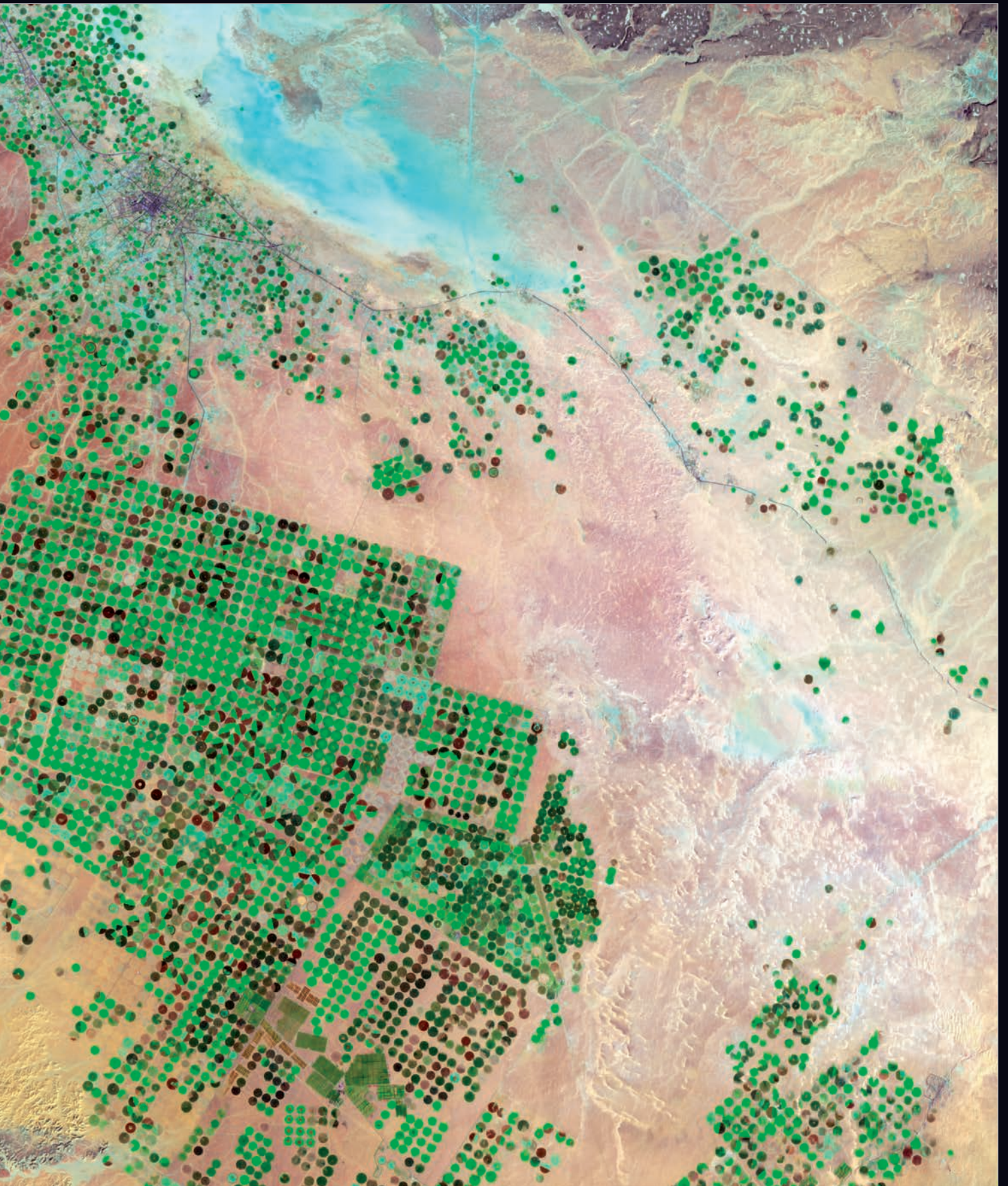


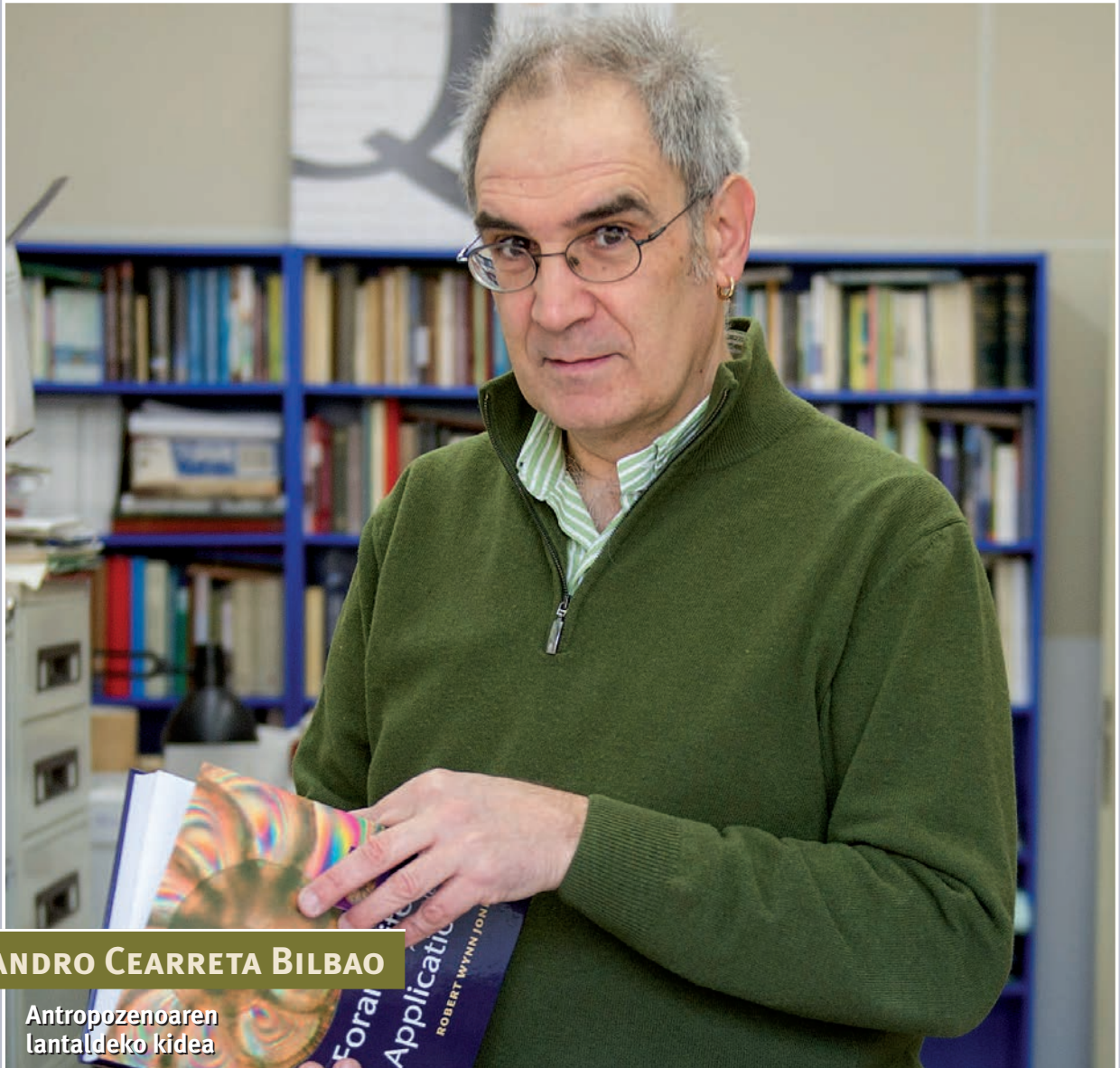




Desertuaren erdian, zirkulu berdeak ugaritzen ari dira, Saudi Arabiako Wadi As-Sirhan arroan. Kilometroko diametroa duten soroak dira, lurpeko urari esker sortuak. Ur fosila da, azken glaziazioan bete ziren lurpeko akuiferoetan dagoena. Inork ez daki zenbat dagoen, baina hidrologoek kalkulatu dute 50 bat urtez izango dela errentagarri ur hori punpatzea. ARG.: NASA/GSFC.







ALEJANDRO CEARRETA BILBAO

Antropozenoaren
lantaldeko kidea

ARGAZKIAK: © MARISOL RAMIREZ/ARGAZKI PRESS

EIDER CARTON VIRTO
Elhuyar Zientzia

“**I**ndar geofisiko bilakatu
gara, eta inoiz egon ez den puntu batera
ari gara eramaten planeta”

“Noiz hasi zen Antropozenoa?” izenburupean, garai geologiko berri baten hasierarako data zehatz bat proposatu du Antropozenoaren lantaldeak, *Quaternary International* aldizkarian: 1945eko uztailaren 16a, lehen eztanda nuklearraren eguna. Estratigrafiaren Nazioarteko Batzordeak eskatuta, lantalde hori ari da aztertzen aro geologiko berri bat izendatzeko bezainbestekoa ote den gizakiok planetan dugun eragina. Taldekideen gehiengoak baietz uste du, Antropozenoak badituela behar beste “meritu” horretarako; tartean, EHUko Alejandro Cearreta geologoak. Antropozenoari buruzko eztabaidan “geologiaz gain ideologia ere badagoela” dio, beldurrik gabe. Izan ere, geologoa izanagatik, ez ditu alde batera utzi nahi Antropozenoaren dimentsio soziala eta ekonomikoa.

Zein da Antropozenoaren lantaldearen zeregina?

Antropozenoaren lantaldea Estratigrafiaren Nazioarteko Batzordeak jarri zuen martxan, duela sei bat urte. 2000. urtean Paul Crutzenek terminoa proposatu zuenetik abiada bizian zabaldu da, nola diziplina zientifikoaren artean hala humanitateetan, ekonomian eta abarretan. Oihartzun eta zabalkunde ikaragarria izan ditu kontzeptuak. Kontuan izanda gure planetaren bizitzaren aldi bati egiten diola erreferentzia, esan dezakegu geologoei tokatzen zaigula, lanbideagatik, zer den zehaztea, baldin eta zerbait baldin bada.

Gure zeregina da aztertzea kontzeptuak ba ote duen behar bezainbeste meritu garai geologiko bat izateko. Eta horrekin batera, ikustea eskala geologikoan zer kategoria izango lukeen —era, periodoa, epoka—, noiz hasiko litzatekeen, zer ezaugarri dituen, zein ebidentzian oinarrituko litzatekeen... Hori lantzen aritu gara bost urtez, eta eztabaidak irekia segituko du 2016ra arte. Orduan, Geologiaren Nazioarteko Kongresuan aurkeztuko dugu gure txostena.

Froga horiez ari gara berriki argitaratutako artikuluan [When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal]. Hala ere, nabarmendu nahi dut guztiok ez dugula Antropozenoari buruzko ikuspegi bera lantaldean. Azken artikulua hori, esaterako, 26 kidek sinatu dugu, ez guztiok.

Zein dira ikuspegi desberdin horiek?

Laburbilduz, lau ideia nagusi daude Antropozenoaz. Batek, jatorrizkoak, Crutzenek 2000n emandako definizioak, esaten du Antropozenoa XVIII. mendearen amaieran hasi zela, lurrun-makinaren asmakuntzarekin eta Industria Iraultzaren zein kapitalismo industrialaren jaiotzarekin.

ALEJANDRO CEARRETA BILBAO



EHUko Estratigrafia eta Paleontologia saileko ikertzailea eta irakaslea da. Exeterreko Unibertsitatean egin zuen doktoretza, eta 1988tik dihardu lanean EHUko Zientzia eta Teknologia Fakultatean. Geologoa izanagatik, material berriak interesatzen zaizkio, duela gutxikoak, baita gizakiok planetan dugun eragina ere. Horregatik bideratu ditu bere ikerketa-lanak Kuaternarioaren azterketara. Zehazki, ingurumenean gertatutako aldaketak eta giza aztarnaren ondorioak ikertzen ditu, euskal kostaldeko sedimentuak aztertuta. Kuaternarioaren arloko erreferentziako ikertzaile batek eskatuta batu zen Antropozenoaren lantaldera. Gaiak zientzialari eta pertsona gisa dituen kezkekin bat egiten duela dio Cearretak, eta aitortzen du asko asebetetzen dutela lantaldean izaten dituzten eztabaidek.

Bigarren ideia arkeologiaren munduak babesten du batez ere, eta esaten du Antropozenoa Neolitoan abiatu zela, gure espeziea animaliak eta landareak etxekotzen hasi zenean.

Une hauetan lantaldean aldeko gehien dituen ideia hirugarrena da, eta dio Antropozenoa XX. mendearen erdialdean hasi zela [ideia horren aldeko argudioak ematen dituzte artikuluan].

Azken ideiak dio Antropozenoa ez dela hasi oraindik, baina litekeena dela etorkizunean hastea, planeta eraldatzen jarraitzen badugu gaur egungo intentsitate berarekin. Ideia horren defendatzaileak kontserbadoreenak dira, eta uste dute halako kontzeptu bat definitu behar bada etorkizunean egin beharko dela.

Guztien adostasunik ez dago, eta ez da egongo. Azkenean, eztabaida guztien amaieran, geologiako erakundeek bozkatu egingo dute, eta bata edo bestea ezarriko da. Edozein kasutan, geologoen komunitateak joko balu ere terminoak ez duela merezi garai geologiko bat

izatea, ez da baztertu behar garai kulturaltzat hartzeko aukera. Eta hor adostasuna erabatekoa da. Paleolitoa, Mesolitoa eta Neolitoa gure espeziaren eboluzio kulturalaren garaiak dira, nahiz eta terminologia geologikoan ez diren jasotzen; Antropozenoa ere baliokidea izan liteke. Terminoa ez da desagertuko, oso errotuta baitago. Beste kontu bat da ezaugarri jakin batzuk dituen garai geologiko gisa onartzea.

Hala ere, artikuluan garai geologiko gisa izendatzearen alde agertu zarete.

Hala da, bai. Lantaldearen gehiengoaren posizio-hartze bat da artikulua.

“Antropozenoa izeneko garai geologiko bat dagoela onartzeak ekartzen du galdetzea zein den gure rola planetan”

Zergatik XX. mendearen erdialdea, eta, zehazki, lehen bonba nuklearraren leherketa?

Data zehatzera, lehen bonba nuklearraren leherketaren egunera, neurri batean, dedukzio bidez iritsi gara. Egia da, baita ere, kazetaritza-ukitua ere baduela.

Grafikoetan ikusten da adierazle guztiak, bai inpaktu sozioekonomikoarenak, bai inguruneari dagozkionak, izugarri igotzen direla 1950eko hamarkadatik aurrera. Dela paperaren kontsumoa, dela giza populazioa, dela hirietako biztanle kopurua, etab. Horrek guztiak ingurumenean eragiten du: CO₂, metano eta nitrogeno-oxidoen gorakada atmosferan, ozeanoak azidotzea, espezieak iraungitzea... Baina datu horiek diotena geologian onartua izan dadin, beharrezkoa da neurgarriak diren asaldura horien erregistro sedimentarioa existitzea. Bada, guk uste dugu badaudela asaldura horien erregistro geologikoak; gure lana da aztertzea zer frogak adierazten duten 1950eko hamarkadatik aurrera jalkitako materialak aurretik jalkitakoekiko desberdinak direla.

Azken 60 urteetako sedimentuek aurrekoekiko dute desberdintasun handienetako bat da isotopo erradioaktibo batzuk ageri direla, zesio-137 eta plutonio-239. Isotopo artifizialak dira, eta atmosferako leherketa atomikoetan dute sorburua. Konposatu horiek haien jatorrira garamatzate, eta, horrek, atmosferan lehertutako lehen bonba nuklearrera, 1945eko uztailearen 16ra. Ikuspegi geologikotik isotopo erradioaktibo horien abantaila da isokronoak direla, hau da, planeta

osoan aldi berean barreiatu zirela, leherketak edonon izanda ere. Ondorioz, hasiera-data hori hartuz gero, planeta osoa aldi berean sartuko litzateke Antropozenoan.

Gainerako aukeretan ez da hori gertatzen?

Antropozenoaren beste balizko hasiera-data batzuek, Neolitoak edo Industria Iraultzak, ez dute ezaugarri hori, eta hori da egiten zaien kritika nagusia. Ez ziren aldi berean hasi planetako bazter guztietan. Toki jakinetan sortu ziren, eta hedatzen joan ziren, denborarekin. Eta geologiaren ikuspuntutik, planetaren garai aldaketa bat adierazten duen seinaleak nahita ez izan behar du sinkronikoa.

Egia da aipatutako isotopo erradioaktiboak ez direla justu 1945ean agertzen. 1953tik aurrera agertzen dira, isotopoen gutxieneko dentsitate bat beharrezkoa delako seinalea detektagarria izan dadin. Halaber, 1963tik aurrera murrizketa bat ere ikusten da, garaiko superpotentziek atmosferan leherketa atomikorik ez egitea adostu zutelako, baina zesio-137-ren seinalea pare bat hamarkadetan desagertuko den arren ziurrenik, plutonio-239-renak hor segituko du milaka urtean.

Azkenean, oso garrantzitsua da definitzea zer den zehazki Antropozenoa, eta hor dago eztabaidaren zati handi bat. Antropozenoa ez da gizakiok planetan azterna bat utzi dugun garaia, azken batean, lehen gizakiak sortu zirenetik ari baikara azterna uzten. Antropozenoak definituko luke noiz atera dugun gizakiok planeta bere aldakortasun naturaletik. Hori da koska. Indar geofisiko bilakatu gara, eta inoiz egon ez den puntu batera ari gara eramaten planeta. Planeta zein norabidetan eta, batez ere, zein intentsitate eta abiadurarekin ari garen eraldatzen ikusteak egiten du posible Antropozenoa garai geologiko gisa definitzea, eta ez soilik giza azterna gisa.

Zerk baldintzatuko du Antropozenoa garai geologiko gisa onartzea edo baztertzea?

Iraganera begiratzen dugunean errazagoa da garai geologikoak mugatzea, denboraren perspektiba osoa baita ukatu, eta, gainera, gizakiak ez daude tartean. Kasu honetan, baina, geologiaz gain ideologia dago. Izan ere, Antropozenoa izeneko garai geologiko bat dagoela onartzeak ekartzen du galdetzea zein den gure rola planetan, zer ari garen egiten gure planetarekin, gainerako bizidunekin eta gure buruarekin. Eta jende askok ez du galdera hori onartu nahi, izan geologiaren arlokoa edo kanpoko. Klima-aldaketaren gaiarekin gertatzen ari denaren antzeko kontua da. Adostasun zientifikoa % 99,9koa bada ere, hor daude ukatzaileak, enpresa, diru eta interes handiak, zarata egin nahian, hain zuzen ere, gaur egun dugun eredu ekonomiko eta soziala ez aldatzeko.

Antropozenoa garai geologikotzat onartzea, eta ez soilik garai kulturaltzat, da onartzea planeta eraldatzen ari garela, eta, horrek, jakina, esan nahi du ekonomikoki eta industrialki gauzak oker ari garela egiten. Baina hori da gure espeziearen handitasunetako bat. Espezie kultural bat gara, eta kultura horrek suntsitzeko aukera ematen digu, baina baita suntsipen horren kontzientzia izatekoa ere, eta kalteak konpontzekoa.

Dimentsio sozial ukaezina du Antropozenoak. Geologoen artean ere bai?

Pertsona eta zientzialari gisa, bizi garen planetari buruz galdegiten diogu gure buruari. Geologo gisa, gure zientziak eskaintzen dizkigun erremintekin, ikusten dugu badagoela aurrekotik desberdina den erregistro sedimentario bat. Hortik abiatuta eraikitzen ditugu egoera horretara eramán gaituzten azalpena, arrazoi-bidea, eragileak eta prozesuak, eta foro zientifikoetan plazaratzen ditugu. Baina Antropozenoak liluragarria du olio-orban baten gisa zabaldu dela, gainerako diziplina zientifiko eta ez zientifikoetan barrena ere bai, —ekonomian, soziologian— gaur egun planetan ditugun arazo handiak azaltzeko marko kontzeptuala ikusi dutelako hor. Kutsadura, klima-aldaketa, espezieak iraungitzea... prozesu horiek guztiak analizatzeko abantaila handiak eskaintzen ditu.

XVIII. eta XIX. mendeetan naturalistek ohartarazi zuten gizakiak planetan duen inpaktuaz. Baina orduan ez zegoen ideia hori ernetzeko gizarte-kontzientziarik. Antropozenoaren ideia, berriz, planeta eraldatzen ari garela jabetzen den iritzi publiko baten eta komunitate zientifiko baten gain isuri zen. Hori da nire ustez kontzeptuak izan duen arrakasta handiaren gakoa. Noiz esaten diren, halako indarra izaten dute batzuetan ideiek.

Antropozenoaren hasieratzat hain data zehatza aukeratzekak badu ikurretik zerbait? Azken batean, eskala geologikoan eguna, hilabetea eta urtea unitate baztergarriak dira erabat.

Data bada goiburu bat, zentzu batean. Atmosferako isotopo erradioaktiboen jatorriak lehen bonbaraino eramaten gaitu, hortik aurrera iritsi ziren besteak. Gainera, gertakari historiko horren botoia zein egun, ordu eta segundoan zapaldu zen ezagutzen dugu. Ezin da ahaztu, halaber, nuklearrak indar handia duela gure iruditerian.

Zein dira Antropozenoaren lantaldeak emango dituen hurrengo pausoak?

Argitalpen hauek guztiak azken txostenerako ekarpenak dira. Hurrengo urratsa txostena amaitzea da, 2016ko udarako, eta Geologiaren Nazioarteko Kongresuan aurkeztu, Hegoafrikan. Hortik aurrera hasiko





dira eztabaidak dagozkien foro eta estamentuetan, besteak beste, Estratigrafiaren Nazioarteko Batzordean, txostena baloratu eta ekarpenak egiteko.

Garai geologiko guztiei buruzko eztabaidek atzera-aurrerak izaten dituzte, eta, kasu honetan, iruditzen zait eztabaidak bereziki luze joko duela, bizi garen gizarte kapitalista industrialari kritika gogorra egiten diolako. Gauza bat da dinosauroen desagertzeaz eztabaidatzea, eta pena izango dugu edo ez desagertu zirelako, baina beste mundu batzuk ziren; gure planetakoak, baina urrunekoak. Honek, berriz, ondorio politikoak ditu, eta konnotazio ideologikoak. Klima-aldaketarekin bezala gertatuko da; aurkako jarrerak egongo dira, eta geologoek komunitatea oso kontserbadorea da.

Ez da erraza izango eztabaida geologiara mugatzea...

Nik neuk, nahi ere, ez dut nahi. Uste dut oso garrantzitsua dela geologiak zeresana izatea planetan dugun rolari buruzko eztabaida honetan. Azkenean, beti atzera begiratzeari utzi diogu geologoek, eta pixka bat atzera eta orainaldiari begiratzen hasi gara. Etorkizunarekin ez naiz ausartzen, gure zientziak ez dituelako iragarpenak egiten. Baina orainaldiaz eta iragan hurbilaz galde-

gitea oso ona da lanbidearentzat, nire irudirako. Eta, bidez batez, zientzien ahatetxo itsusiaren konplexu hori gainditzeko aukera ematen digu.

“Ondorio politikoak ditu, eta konnotazio ideologikoak. Klima-aldaketarekin bezala gertatuko da”

Hala ere, lantaldeko kide guztiek ez diogu berdin begiratzen Antropozenoaren alderdi sozial horri, batzuek kontserbadoreagoak dira. Erronka dugu hor. Garbi dago nire arlotik ez dagokidala politikari edo ideologiari buruzko artikulua bat argitaratzea, ez ditut horretarako formazioa eta erremintak. Baina zientzialari gisa bada gokit lotzea neurgarria den prozesu geologiko bat eta ingurumen-inpaktuko prozesu historiko bat, eta hori azaltzea kapitalismo industrialaren ondorio gisa, edo dena dela. Hori bada egin dezakegun zerbait, hori bada gogokitu geologoei. ●

Hitzmix

elhuyar

Hizkuntza jolasgai baduzu,



edo matematikazalea bazara...



elhuyar.eus

Probatu, jokatu eta gozatu!

Tabletatarako jokuak (Android eta iOS)

Jateak sortzen du mendekotasuna

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

EZ JANAK

Azken urteotan, asko zabaldu da elikagai jakin batzuek mendekotasuna eragin dezaketelako ideia. Azukreak, gatza eta gantzak dira susmagarri nagusiak, eta txokolatearekiko mendekotasuna duenari izena ematera ere iritsi dira batzuk: *chocoholic*. Ikertzaileen esanean, baina, ez dago frogarik baieztatzeko elikagaiak mendekotasuna eragiteko arriskua dutela; bai, ordea, jateak berak.

Ez da erraza obesitatearekin erlazionatutako faktore eta mekanismoak ezagutzea eta ulertzea. Gaiak hari-mutur asko ditu, eta haietako batek jokabidearekin du zerikusia. Adibidez, elikadura-asaldurak nahiko zabaldua daude, eta badira janarekin drogazaleek drogakiko duten antzeko jokabidea duten pertsonak. Hala, duela urte batzuk zenbait ikertzailek proposatu zuten litekeena dela elikagai jakin batzuk mendekotasuna eragiteko gai izatea. Geroztik, eztabaida bizia sortu da horren inguruan.

Eztabaida areagotu egin zen 2009an. Izan ere, urte hartan janariarekiko mendekotasuna diagnostikatzeko galdeketa bat argitaratu duen lehen aldiz Yale Unibertsitateko Elikadura Politika eta Obesitatearako Rudd Zentroak. Janariarekiko mendekotasunaren Yale eskala da (YFAS, *Yale Food Addiction Scale*), eta DSM-IV buruko gaitasunaren gidaliburuaren irizpideen arabera egin zuten (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*).

Buruko gaitasunaren gidaliburu hori Estatu Batuetako Psikiatria Elkarteak egiten du, eta nazioarteko osasun-sistema askotan dago onartua. DSM-V da azkenekoa, eta, besteak beste, mendekotasuna eragiten duten substantziak sailkatu, eta haiek diagnostikatzeko eta tratatzeko jarraibideak ematen ditu.

Hala, DSM-IV gidaliburuak droga-mendekotasuna diagnostikatzeko erabiltzen diren irizpideen parekoak erabili zituen Rudd Zentroak Yale eskala egiteko. Haren helburua da jakitea ea janariarekiko jokabide desegokia duen norbaitek elikagai-mendekotasuna duen ala ez. Horretarako, aztertzen dute eskalak biltzen dituen 25 adierazpenekin bat ote datorren eta zer neurritan.

Adierazpen horien artean daude, esaterako, “Fisikoki gaixo sentitzera iritsi arte jaten dut”, eta “Jaki batzuk ohi baino gutxiago janez gero, edo jateari utziz gero, abstinentzia-sindromearen sintomak izan ditut, adibidez, egonezina, antsietatea, edo beste sintoma fisiko batzuk”.

Yale eskala DSM-IV gidaliburuaren arabera diseinatu zuten arren eta zenbait adituren oniritzia jaso badu ere, komunitate zientifikoak oraindik ez du onartu, ezta Estatu Batuetako Psikiatria Elkarteak ere. Izan ere, askoren ustez, ez dago garbi elikagaiak mendekotasuna eragiteko gaitasuna dutenik.

ELIKAGAI-MENDEKOTASUNA, AUZITAN

Hain justu, auzi hori aztertu du Europako ikertzaile-talde batek, Europako Batasunaren babesarekin. Eta haien ondorioa da elikagai-mendekotasuna ez dagoela frogatuta; izatekotan, jateak berak eragin dezakeela mendekotasuna kasu batzuetan.

Ikertzaileek *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* aldizkarian eman dute beren ikerketaren berri, “Jatearekiko mendekotasunak janariarekiko mendekotasunak baino hobeto adierazten du mendekotasun-gisako jateko portaera” artikulua-
ren bitartez ([“Eating addiction”, rather than “food addiction”, better captures addictive-like eating behavior](#) jatorrizkoan).

Artikuluak izenburuan bertan ematen badu ere ondorioaren berri, testua mendekotasunaren definiziotik abiatzen da. Jarraian, mendekotasunaren sailkapena eta neurobiologia ere azaldu dituzte, eta, horren barruan, beharzagatik edo hedonismoagatik jatearen arteko bereizketa egin dute.



ARG.: PHOTOANDSHARE/CC-BY

Bereizketa hori ez da hutsala. Artikuluaren egileetako bat Carlos Dieguez da, Santiago de Compostela Unibertsitateko eta CIBERobn ikerketa-taldeko kide; haren hitzetan, alde nabarmena dago batetik bestera, eta ezinbestekoa da ezberdintasun hori aintzat hartzea obesitatearen ikerketan.

Dieguezek azaldu duenez, gorputzak funtzionatzeko behar dituen kaloriak eta mantenu gaiak hartzeko jaten dugu beharragatik jaten dugunean. “Hori oso nabarmena da ariketa fisiko gogorra egiten dugunean. Bukatutakoan, gose izaten gara, eta gorputzak gastatu duena berreskuratzeko jaten dugu”.


Aldiz, hedonismoagatik jatean, inolako beharrik gabe hartzen da janaria. “Kasu horretan, gustatzen zaigulako hartzen dugu janaria, plazera ematen digulako, eta ez gose garelako. Ohiko adibidea familia bazkariak dira: azkenburukoa iritsi baino lehen, aseta ditugu gure behar energetikoak, eta, hala ere, ez diogu uko egiten txo-

kolatezko pastelari, badakigulako hura jateak plazera sortzen digula”.

AZUKREA, GANTZA, GATZA

Batzuentzat, tartean Yale eskala aintzat hartzen dutenentzat, elikagai-mendekotasuna izango litzateke jokabide horren azalpena, zenbait kasutan behintzat. Dieguezek eta taldekideek ohartarazi dutenez, baina, gehienek elikagai jakin batzuk aipatzen badituzte ere (pizza, txokolatea, patata frijituak...), haietako bakoitzak osagai asko ditu, eta ez da lortu identifikatzea zein den mendekotasun-eragilea. Elikagaia osorik hartuta ere, ez da frogatu drogen antzeko eragina dutenik eta haien pareko mendekotasuna sortzen dutenik.

Artikuluaren mendekotasun-eragiletzat jo izan diren hiru substantziekin egindako ikerketak aztertu dituzte: azukrea, gantza eta gatza. Azukrearen kasuan, esperimenduek erakutsi dute arratoiek abstinentsia-sindromearen antzeko sintomak izaten dituztela azukrea ukatuz gero.

 Yale eskalaren helburua da jakitea ea janarekiko jokabide desegokia duen norbaitek elikagai-mendekotasuna duen.

➤ *Pertsonetan, mendekotasun-portaera elementu psikologiko eta psikiatrikoekin nahastuta agertzen da.*

Horrez gain, ahalegin bat egitearen truke eskaintzen bazaie (palanka bat zapaldu), prest daude gero eta ahalegin handiagoa egiteko, azukre-dosia eskuratzearren. Are gehiago: arratoi gehienek nahiago dute azukre-dosi bat jaso, kokaina-dosi bat baino, kokaina kontsumitzera ohituta dauden arratoiek izan ezik.

Ikertzaileek, baina, ohartarazi dute ezin dutela bereizi arratoinen portaera azukreak eragindakoa ote den, ala ohiturak berak, ezta neuroirudi-tekniak erabilia ere. Bestalde, zaila da arratoiek gertatzen zaiena pertsonetara estrapolatzea. Ikertzaileen arabera, pertsonetan, mendekotasun-portaera elementu psikologiko eta psikiatrikoekin nahastuta agertzen da, hala nola memoria, lotsa, erruduntasuna, ohikeria, oldarkortasuna, depresioa eta antsietatea, eta zaila da konplexutasun hori guztia arratointara eramatea eta haietan probatzea.

Gantzarekin egindako ikerketak aztertzean, ikertzaileek gogorarazi dute ugaztun gehienentzat (guretzat barne) gantzak gustagarriagoa egiten duela janaria. Hala, nahiago dugu gantz askoko janaria, gantzik ez duena baino. Horrez gain, nabarmendu dute apetitua erregulatzen duten hormona asko (grelina, leptina...) gantzarekin lotuta daudela. Horrenbestez, ez zaie ha-

ritzekoa iruditzen mendekotasunaren antzeko jokabideak garatzea gantz askoko janarietarako.

Saguetan, adibidez, ikusi dute gai direla ingurune desatsegin bat onartzeko, gantz askoko janaria eskuratzearren truke. Maila neurokimikoan, gantzak eragindako aldaketa batzuk azukreak sortutakoaren parekoak dira, baina gantza ukatzen zaienean, ez dute opiazioek eragindako abstinentzia-sindromearen parekorik erakusten. Edonola ere, azukrearekin aipatutako arazo edo zalantza berberak dituzte gantzarekin, sagu eta arratointan egindako ikerketak pertsonetara estrapolatzeko.

Azkenik, gatzaren eragina ere aztertu dute. Hain zuzen, gantzak janariaren zaporea indartzen du, eta erakargarriagoa egiten du. Gainera, kaloriak ez dituen arren, gorputzak behar du, neurri batean. Baina saguei jaiotzatik nabarmentzen bazaie ere gatzarekiko erakarmena, badirudi pertsonetan ez dela gauza bera gertatzen. Nonbait, gure espezieak gozoarekiko du jaiotzatiko erakarmen hori, eta, gero ere, ez du garatzen gatzarekiko erakarmen berezirik.

Ikertzaileen ustez, litekeena da gantzarekin batera dauden beste osagaiekin duen elkarrekintzak sortzea harekiko erakarmena. Horrez gain, ez

Persona batzuek mendekotasunaren antzeko jokabidea dute, gehiegi jarten baitute, baita kalte egingo diela jakinda ere.

ARG.: WILLIAM MURPHY/CC-BY-SA.





Mendekotasuna eragiten dutelakoan, hiru osagai aztertu dituzte ikertzaileek: azukrea, gatza eta gantza. Alabaina, jakietan osagaiak nahasian daude, eta zaila da bakoizaren eragina bereiztea. ARG.: MARK SCHELLHASE/CC-BY-SA; DAVID LEGGETT/CC-BY 2.0.

dute azukreak eta gantzak sortutako eragin neurologikoaren parekorik ikusi gantzaren kasuan. Eta, aldi berean, azukreak eta gantzak ez dute substantzia psikoaktiboek eragiten dituzten aldaketak sortzen garunean eta portaeran. Horra ikertzaileen ondorioa.

ONDORIOETATIK NEURRIETARA

Dieguezek artikuluan jasotakoa berretsi du: “Egindako ikerketen arabera, ezin da ondorioztatatu substantzia horiek [azukrea, gantza, gatza] kokainak, alkoholak eta beste batzuek sortzen dituzten aldaketak eragiten dituztenik, ez maila neurokimikoan, ez jokabidean ezta abstinentsia-sindromearen sorreran. Beste era batera esanda, gaur egun dugun ebidentzia zientifikoak ez du baieztatzen hipotesi hau: droga mendekotasuna sortzen duten faktoreen eragin berak sortzen dituztela elikagaien osagaiek. Izatekotan, kafeina izan daiteke salbuespen bakarra”.

Hori bai, onartu du pertsona batzuek mendekotasunaren antzeko jokabidea dutela elikagai batzuekiko. “Gehiegi jaten baitute, baita kalte egingo diela jakinda ere”, dio Dieguezek. “Baina elikagai edo osagaien batek, ezta osagaien arteko elkarrekintzak ere, mendekotasuna sortzen duela baieztatzeko frogarik ez dagoenez, DSM-V mendekotasunen sailkapenean ez da elikagaiekiko mendekotasuna agertzen”.

Horrek eragina du mendekotasunaren antzeko jokabidea duten pertsonen tratamenduan:

“Mendekotasuna elikagai jakin batek sortua izango balitz, tratamendua elikagai hori jatea eragoztera bideratuko genuke. Alkoholikoek edozer gauza edan dezakete, alkohola izan ezik; bada, antzekoa bilatuko genuke. Aitzitik, jatearekiko bada mendekotasuna, tratamenduaren helburua jokabidea aldatzea da”.

Mendekotasuna janak ez baizik eta jateak sortzen duela pentsarazten duten zantzu gehiago ere eman dituzte artikuluan. Esaterako, mendekotasunaren antzeko jokabidea duten pertsonen normalean ez dutela mugatzen beren dieta elikagai edo osagai gutxi batzuetara. Alderantziz, zenbat eta aukera handiagoa izan, orduan eta gauza desberdin gehiago jaten dituzte, eta, azkenean, alferrikako are kaloria gehiago hartzen dituzte. Horrek, jakina, obeso izateko joera areagotzen du.

Alde horretatik, ikertzaileek uste dute elikagai-industriak eragin zuzena duela jokabide hori izateko joera duten pertsonengan, haien eskura jartzen baititu kaloria ugari janari erakargarri eta desiragarriak. Horrenbestez, dei egiten diete agintariei, neurriak har ditzaten eta elikagai-industria erregula dezaten. Horrekin batera, ildo horretan ikertzen jarraitzea beharrezkoa dela irizten diote, jatearekiko mendekotasunaren kontzeptua oraindik “umezaroan” dagoela onartzen baitute. ●

➔ Gaur egun dugun ebidentzia zientifikoak ez du baieztatzen hipotesi hau: droga-mendekotasuna sortzen duten faktoreen eragin berak sortzen dituztela elikagaien osagaiek.

MIREN BASARAS*Mikrobiologiako Irakasle Titularra. EHU.*

INFEKZIOEN globalizazioa

Azken urteotan, sarri entzun izan ditugu zenbait infekzioen izen bereziak; entzun izan dugu, halaber, mehatxu bat direla infekzio horiek, hala nola hegazti-gripea, Ebola birusa, SARS edo MERS koronabirusak eta abar luze bat. Baina, zergatik dira mehatxu XXI. mende honetan?

“Azaleratzen ari diren infekzioak” deritze-gu gaitz horiei, mikroorganismo berriak direlako, edo lehendik ezagunak zirenak lekuz aldatu eta arazo bihurtu direlako.

Gaixotasun infekziosoak dira mundu oso-ko heriotzen % 20ren eragile; portzentaje horretatik, heren bat gaixotasun birikoek eragiten dituzte. Beste animalia batzuetatik etorri ohi dira gizakiak infektatzen dituzten patogeno gehienak (patogeno zoonotikoak).

Hona zer zioen Estatu Batuetako Osasun Institutuak 1992an: “...gaixotasun infekzioen testuinguruan, munduan ez dago guztiz isolatutako lekurik eta inor ez dago gaitz horietatik erabat babestuta”.

“Bidaiez aparte, aldaketa klimatologikoak eta demografikoak ere laguntzen diete infekzioei hedatzen”

Gaur egun, garraibide berriak direla medio, nahiko denbora laburrean egin daitezke bidaia luzeak. Sarritan, infekzio-eragilearen inkubazio-epea baino laburragoak izan ohi dira bidaia horiek; hori dela eta, gaixotasunaren sintomak, batzuetan, helmugan gaudela izaten dira detektagarriak. Ezohiko pneumoniaren eragile berri den SARS koronabirusaren lehenengo kasuak, esate baterako, Txinako hegoaldean detektatu ziren, eta handik Europara eta Amerikara hedatu, bidaiariekin garraiatuta. Une hartan, bidaiariei emandako informazioa eta abisuak eragina izan zuten infekzioaren hedapen-kontrollean.

Honenbestez, lurralde jakin bateko gaixotasun infekzioso bat gainerako lurralde guztientzako mehatxu bat dela ondorioztatzen da, mikroorganismoek ez baitituzte muga geografikoak aintzat hartzen.

Bidaiez aparte, beste faktore batzuk ere lagundu ohi diete azaleratzen ari diren infekzioei; besteak beste, aldaketa klimatologikoak eta demografikoak. Klima-aldaketaren eraginez, hainbat leku ezberdin koloniza ditzakete era guztietako eltxoek, eta, hartara, garraiatzen dituzten mikroorganismoak hedatu. Horren adibide argia dugu West Nile birusa, zeina, hasieran, Ugandako West Nile barrutian bakarrik zen detektagarria baina egun munduko lurralde ezberdinetan aurki daitekeen (Estatu Batuetan, Frantzia, Grezia, Alemanian,...). *Culex* generoko eltxo batek transmititzen du birus hori. Bere ziklo basatian, hegaztiak infektatzen ditu eltxo horrek, baina gizakia zein zaldia ere infekta ditzake. Azken urteotan ikusi denez, *Culex* espezie ezberdinak izan daitezke bektore; bestalde, transmisio-denbora luzatu denez, errazago hedatzen da latitude eta altitude ezberdinetara. Era berean, aldaketak izan ditu birusak, eta igo egin da, hegaztietan, haren patogenotasuna, eta hegazti gehiago hilarazten ditu. Laburbilduz, poliki-poliki, moldatuz joan da birusa.

Bestalde, nabarmen ari dira gehitzen bai biztanleria, bai kontsumorako animalien populazioa, eta animalien eta gizakien artean kontaktu gehiago egotea dakar horrek. Era berean, gizakiek eta animaliek ingurugiro partekatu batera migratzeak bien arteko harreman estuagoa dakar, animalien patogenoak muga naturalak zeharkatu eta gizakiak infektatu baititzakete (azken 25 urteotako izurriteen % 65 zoonosiak izan dira). Hegazti gripe-larriek (H5N1, H5N8, H7N9...) oilasko-haziendak kutsatzean sortu izan dituzte arazoak, infektaturiko oilasko horietatik gizakira zuzenean transmititu direlako birus berriak, gaixotasun larriak eraginez gizakiari. Zorionez, arnasbidetik hedatzen diren birus horiek gaitasun handirik ez dute, oraingoz, gizakitik gizakira transmititzeko; hori dela eta, oilasko infekta- tuak suntsituz kontrolatu izan dira infekzioak. Baina birus horiek gizakien artean hedatzeko ahalmenik lortuko balute, arazo oso larria bihurtuko litzateke, doministiku bakar bat eginda milioika birus kanporatzen direlako eta epe laburrean hainbat pertsona infektatzen eta mundu osoko pandemia eragiten.

Batzuetan, nazio barruko edo nazioarteko gatazkak ere izan daitezke infekzio-iturri. Egun, Osasunaren Mundu Erakundeak (OME) baditu zenbait plan gaixotasun batzuk ezabatzeko; poliomielitisa eta elgorria, besteak beste. Baina azken urteotan ikusi denez, gaixotasun horiek berriro ari dira hedatzen lurralde batzuetan (Afganistan, Nigeria...), gatazka armatuak direla-eta gobernuak edo talde militarrek ez dutelako uzten umeak txertatzen. Horrenbestez, zenbait umek gaitz horietakoren bat harrapatzen dute, eta kontrolik gabe geratzen da gaixotasuna.

Gaixotasun infekziosoen agerraldiek osasun publikoko baliabideen eskasia adierazten dute; ikusi besterik ez dago, adibidez, nola gertatu den ebolaren krisia. Egia da eskasia horiek agerian jartzean konponbideak bila daitezkeela eta, akatsetatik ikasi ondoren, hobetu egin daitekeela, baina argi dago, mundu globalizatu honetan



Ebolak eragin du azken larrialdia. ARG.: CDC/CC-BY-2.0.

azaleratzen ari diren infekzioak kontrolatzeko ezinbestekoa dela nazioarteko lankidetzak. Nazio bakoitzak ezin du bere kasa jardun; mundu mailako zenbait erakunde (OME, adibidez) infekzioen arazoez arduratzen dira eta aholkuak kaleratzen dituzte infekzio-agerraldiak izaten direnean.

Baina dena ez da iluna; zorionez, baditugu mikroorganismo horien kontrol mugatua ahalik eta arinen egiteko teknologia berria Baliabide berri horiei esker, azaleratzen ari diren mikroorganismoen identifikazioa egin daiteke, genomaren sekuentziazio proteomiko edo epigenomikoaren bidez. Horrela detektatu izan dira mikroorganismo berriak (SARS edo MERS koronabirusak, esate baterako) edo anduiaren aldakortasuna (hegazti-gripe ezberdinak, giza immunoeskasiaren birusaren aldaerak...). Era berean, diagnostiko-teknikak asko hobetu dira azken urteotan, eta, agerraldi bat dagoenean, azkar jakiten dira emaitzak, denbora

errealeko polimerasaren erreazio kateatua erabiliz. Ebola birusak eragindako gaixotasunean erabili izan da teknika kuantitatibo hori.

Bestalde, txerto eta botika berriak ere ari dira egiten, beste ikuspegi batzuetatik: txertoei dagokienez, teknologia errekonbinantea eta kaltegarriak ez diren birusak erabiltzen dira; botika berriak egiteko, berri, eremu zabaleko farmakoak prestatzen dira (esate baterako, hainbat birusmota suntsitzeko gai direnak). Botika horietako batzuek birusen entzima espezifikoak suntsitzen dituzte; beste batzuek, berriz, RNA-molekulak.

Beraz, nahiz eta azaleratzen ari diren infekzio horiek mehatxu bat izan gizakia- ren biziraupenerako, teknologia zientifikoak lagundu egin digu prest egoten eta erantzuna ahalik eta azkarren ematen. Argi dago, dena dela, beti erne egon behar dugula. ●

ARGIAREN

denborak

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

“**E**ta argiak, benetan, denbora bat beharko balu Jupiterretik hona iristeko?” pentsatu zuten. Cassini eta Rømer azalpen baten bila zebiltzan; ezin baitzuten ulertu zergatik Ioren eklipseak batzuetan espero baino lehenago gertatzen ziren, eta besteetan beranduago. Eta argiaren kontu horrek azal zezakeen. Baina orduan, argiak abiadura finitua zuen, azkenean? Cassinik baztertu egin zuen ideia hura. Rømerrek berriz, aurrera egin zuen. Parisko Zientzia Akademian kontatu zuen, 1676ko irailean, eta urte bukaeran argitaratu. Ez zioten kasu handirik egin astronomo danimarkarrari. Gehienek argi zuten, Kepler eta Descartes handiek zioten bezala, argiaren abiadura infinitua zela.

Mende askotako eztabaida zen. Greziar filosofoen garaian, Enpedokles izan zen lehena argiak abiadura finitua zuela proposatzen. Baian Aristotelesen ikuspegia izan zen gehien zabaldu zena: “argia ez da mugimendu bat”. Gero, Alexandriako Heronek mugimendua bai, baina abiadura infinitua zuela defendatu zuen, begiak ireki orduko hain urrun dauden izarrak ikus ditzakegula argudiatuz. Izan ere, argia begietatik ateratzen zela uste zuten, garai hartan.

XI. mendearen hasieran [Ibn al-Haytham](#)-ek frogatu zuen argi-iturri batek igorritako argia objektuetan islatzen dela norabide guztietan, eta objektuek islatutako argia begietara sartzean ikusten dugula; eta ez, alderantziz, begietatik igortzen ditugun argi-izpien bidez. Al-Haythamen ustez argiak abiadura finitua zuen, eta, gainera, aldakorra, zeharkatzen duen materiaren dentsitatearen arabera. XIII. mendean, Roger Baconek ere, al-Haythamen idatzietan oinarrituz, argiaren abiadura finitua defendatu zuen.

“**Cassini eta Rømer konturatu ziren Ioren eklipseekin zerbait arraroa gertatzen zela**”

Baina, XVII. mendearen hasieran, Keplerrek berriz ere proposatu zuen argiaren abiadura infinitua zela, ikusi baitzuen hutsa ez zela oztopo argiarentzat. Haren ustez, A puntutik igorritako argia une berean ikus zitekeen B puntuan, nahiz eta bi puntuen artean bilioika kilometro egon. Gainera, Descartes filosofo eta matematikari handia bat zetorren Keplerren ideiekin, eta bere argumentuekin sendo defendatzen zuen.

Galileo saiatu zen eztabaida hartan argi pixka bat jartzen. Pentsatu zuen egon

behar zuela moduren bat auzi hura enpirikoki frogatzeko. Eta, 1638an, esperimentu bat proposatu zuen: Bi muinotan, pertsona bana jarriko zen estalitako linterna batekin. Batek linterna desestaliako zuela, eta haren argia ikusi orduko, gauza bera egingo zuen beste muinoan zegoenak. Lehenak linterna desestali zuenetik bigarrenaren argia ikusi zuen arte pasatako denbora neurtuko zuen. Horrela jakingo zuten argiak abiadura finitua ote zuten. Badirudi Galileo bera saiatu zela, eta 1667an Florentziako Accademia del Cimento-ko ikertzaileak ere egin zuten esperimentua; baina ez ziren gai izan ondorioz ateratzeko.

Cassinik eta Rømerrek bai, ikusi zuten Ioren behaketetatik ondoriozta zitekeela argiak denbora bat behar zuela Lurrera iristeko. Berez, beste kontu bat ikertzen ari ziren. Galileok, 1610ean Jupiterren lau ilargi aurkitu zituen, eta gerora proposatu zuen longitudea kalkulatzeko erloju bikainak izan zitezkeela Jupiterren ilargi haiek. Horretarako, ordea, ilargien orbiten neurketa zehatzak behar ziren.

Horretan hasi zen Rømer, Kopenhageko Unibertsitatean ikasketak amaitu ondoren. 1671an, hainbat hilabete egin zituen Jean Piccard astronomo frantziarrari laguntzen, Danimarkako Hven uhartean, Tycho Braheren Uranienborg behatokian. Ioren eklipseak behatzen aritu ziren. Haren orbitaren iraupena neurtzeko modu bat zen. Izan ere, Lurretik ikusita, Jupiterren atzean ezkutatzen zen Io, orbita bat

osatzen zuen bakoitzean. Beraz, eklipsetik eklipsera zegoen tartea zen Ioren orbitaren iraupena.

Hurrengo urtean, Parisko Behatokira joan zen Rømer, Giovanni Cassiniren laguntzaile gisa aritzera. Cassinik ere urteak zera-zeratan Ioren eklipseak behatzen. Cassini eta Rømer, biak konturatu ziren, Ioren eklipseen arteko denborarekin zerbait arraroa gertatzen zela. Bazekiten Ioren orbitaren iraupenak finkoa izan behar zuela, beti berdina. Halaxe zen gure Ilargiarena ere, eta berdin gainerako ilargi eta planetena. Baina datuak aldakorrek ziren. Eta, gainera, konturatu ziren eklipseen arteko tartea handiagoa zela, Lurra Jupiterretik urruntzen ari zenean, eta, txikiagoa, Lurra Jupiterrera gerturatzen ari zenean.

Baina nola zitekeen Lurraren orbitak Iori eragitea? Ezin zitekeen. Azalpen bakarra argiaren abiadura zen. Argiak denbora bat behar bazuen Iotik Lurrera iristeko, Lurra urruntzen ari zenean denbora gehiago beharko zuen, eta, beraz, eklipsea beranduago ikusiko zen. Cassini izan zen ideia hura eman zuen lehena. 1676ko abuztuan honela idatzi zuen: “diferentziak iradokitzen du argiak denbora behar duela satelitetik guregana iriste-

ko”. Baina, Cassini ez zegoen konbentziturik, eta erabat baztertu zuen ideia, behaketa-erroreak izango zirela, edo beste arrazoiren bat egongo zela pentsatuz.

Rømerrek, berriz, aurrera egin zuen. Datuak ongi aztertu, eta kalkulatu zuen 22 minutu behar zituela argiak Lurraren orbita zeharkatzeko. Abiadura ez zuen kalkulatu; azken finean, garrantzitsuena abiadura finitua zuela frogatzea zen. Christiaan Huygens-ek gogotsu hartu zuen ideia hura. Eta, Rømerren lanean oinarrituz, hark egin zituen kalkuluak: 230.000 km/s (gaur egun onartutakoaren % 76). ●





ENKARNI GOMEZ GENUA

Zientzialari feminista

Enkarni Gomez Genua (Donostia, 1965) Euskal Herriko Unibertsitatearen Meatze Eskolan ikasgaiak euskaraz ematen lehenengoetarikoa izan zen. Ingeniaritzan doktore da, eta, gaur egun, Arkitektura Goi Eskola teknikoan dabil, Fisika Aplikatuko sailean. Azken urteotan, zientziaz eta generoaz hausnartzeko tailerrak ere ematen ditu. ARG.: © JUAN CARLOS RUIZ/ARGAZKI PRESS.

“Zientzia ez da letra larriz idatzitako balio horien jabe, hortik oso urruti gaude”

Eztarria urratua izanagatik, oso garbi eman ditu erantzunak Gomez Genuak. Zientziarekiko eta ikerketen helburuekiko kritiko ageri da, eta, aurrera begira jarrita ere, nahiago du atzera begiratu, eta gogoeta egin. Are gehiago, hori izango litzateke hari gustatuko litzaiokeen iraultzaren lehen pausoa: atzera begiratzea eta jabetzea nolako gizartea ari garen eraikitzen.

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

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

Niretzat mugarririk bat izan zen konturatzea zer harreman dagoen zientziaren eta boterearen artean. Ohartu nintzen zientziak ez dituela bezekoak letra larriz idazten diren balio horiek: Neutraltasuna, Egia, Objektibotasuna... Zientzian sekulako eragina dute politikak, ekonomiak, botereak; zientzia ez da letra larriz idatzitako balio horien jabe, hortik oso urruti gaude. Teknozientzia da. Horretaz jabetzea funtsezkoa izan da niretzat. Horregatik ni beti definitzen naiz zientzialari feminista gisa, beste balio batzuk agerian jartzen ditudalako mahai gainean, eta balio horien alde egiten dudalako.

Beti kezkatu nauen beste gauza bat da determinismoa, batez ere zientzia biologikoetan. Azken

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Aurrera begirakoa ere beldur baten inguruan da. Izan ere, uste dut iruditzen zaigula zientziak emango digula irtenbidea. Pentsatzen dugu lortuko dugula minbiziaren aurkako sendabidea, edo aurrerapen baten bidez konponduko ditugula ingurumenari egindako kalteak, edo asmatuko dugula hazi transgeniko bat gosea desagerarazteko... Aurrerantz ihes egiteko saiakera bat dela uste dut. Zientziak emango digunez konponbidea, ez gara hasiko galdetzen gure buruari zerk eragiten dituen arazo horiek, eta zer egin beharko genukeen haiek saihesteko. Arduragure gainera kientzeko modu bat da. Adibidez, agian bizimodua aldatu behar dugu, osasu-

genearen bila ibiltzea, azalpena emango diguna. Adibidez, homosexualitatearen genea bilatu nahi izatea; kezkatzen nau gure izaeraren edo jokabidearen genearen bila ibiltzea.

Eta, azkenik, izugarria iruditzen zait armen sofistiazioa. Etxeko sofian eserita egonda, gai izatea Afganistan bonbardatzeko drone baten bidez, horrek izutu egiten nau. Nik materialen inguruan egin nuen tesia, eta orduan ohartu nintzen materialen zientzia zuzenean erlazionatuta dagoela interes militarrekin. Gaur egun, gauza bera: ikerketa asko helburu militarrekin egiten dira. Beldurgarria da.

na eta ingurumena zaintzeko, eta baliabideak berdintasunez banatu, desorekak ez izateko.

Aurreranzko ihesaldi horrek ez digu ekarriko nik nahiko nukeen iraultza. Niri gustatuko litzaidakeen iraultza atzera begiratzea da eta pentsatzea zein den pertsonaren esentzia. Eta esentzia hori izango da jarri behar duguna bizitzaren erdigunean, edo pentsamenduaren erdigunean. Atzera begiratu behar dugu jabetzeko nolako gizartea ari garen eraikitzen, eta benetan irauli nahi badugu, ardura gure gain hartu beharko dugu. ●

SATORRAK

dani fano ILARGIAN



IRUDIA: DANI FANO/CC BY-NC-ND

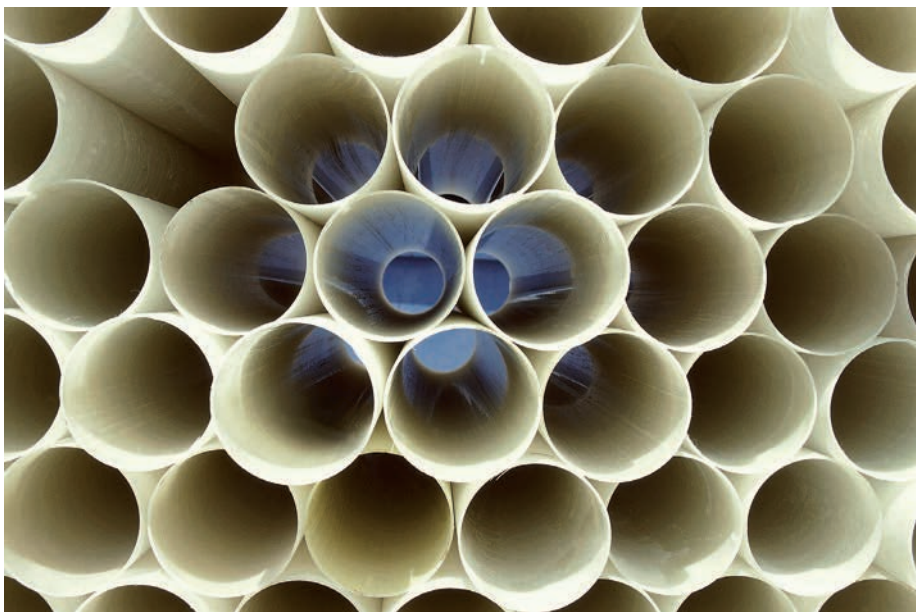
KATALISI HETEROGENEOAREN BIDEZ, JASANGARRITASUNAREN BILA

IKER AGIRREZABAL TELLERIA
Bilboko Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa,
Ingeniaritza Kimikoa eta Ingurumenaren
Ingeniaritza Saila, UPV/EHU

XIX. eta XX. mendeetako industriaren iraultzak produktu berriak ez ezik produktu horiek ekoizteko prozesuen aldaketak ere ekarri zituen. Burdina eta altzairua dira iraultza horretan indar gehien hartu zuten konposatuak; hala ere, petrolioa dugu produktu-aukera ahalik eta zabalena eraldatzeko aukera eman duen iturria. Petroliorik gehiena —findua; adibidez, gasolina, gasolioa eta kerosenoa— energia-merkatura bideratzen da; beste parte handi bat, berriz, lubrifikatzaileak eta asfaltoak egiteko erabiltzen da. Bestalde, plastikoen ekoizpena dugu petrolioari lotutako beste iraultzetako bat. Plastikoen propietate nagusiak moldagarritasuna eta erresistentzia kimikoa dira, pisu txikia izan ohi dutela kontuan harturik batez ere. Baina zer faktorek edo egoerak eragiten dute petrolio gordina hainbeste produktu bihurtzea?

KATALISIAREN GARRANTZIA

Dударik gabe, bere aurrekarien araberakoa da produktu baten izaera, egitura molekularren araberakoa alegia. Adibide garbienetakoa bat polimeroak dira: errenkan lotutako monomero berdinek luzera jakin bateko polimero-egitura sor dezakete. Funtsean, egitura kimikoa bera da, baina lehenago genioen moduan, kate luze bihurtzean, propietate gehigarriak hartzen dituzte polimero horiek. Erreakzio-kondizioez gain (tenperatura, presioa, fluxuak, etab.), katalizatzailearen izaera izan ohi da produktu baten bideragarritasuna erabakitzen duen faktoreetako bat. “Katalisi” terminoa Berzelius ikertzaileak erabili zuen lehenengo aldiz, 1836an. Halere, antzinako hartxidura-prozesuetan ere (ardoaren ekoizpena, kasu) erabili ohi zen katalisia. Nahiz eta orduko erabiltzaileek kontzeptu horren ezagutzarik ez eduki, hartxidura azkartzen eta produktu jakin bat lortzen laguntzen zuen konposatu hura biokatalizatzaile bat zen.



ARG.: ELHUYAR ZIENTZIA

Beren izaera fisiko eta kimikoaren araberakoa sailka daitezke katalizatzaileak. Biokatalizatzaileak, berriz, jatorri biologikoko katalizatzaileak dira (entzima izeneko proteinak, oro har). Industrialki elikagaiak (ogia, *Saccharomyces cerevisiae* bidez) edo erregaiak (Brasilen, azukre-kanaberatik eratorritako bioetanola) ekoizteko ere erabili ohi dira. Prozesu kimiko askotan baino erreakzio zailagoak bideratzeko aukera ematen du entzimen konplexutasunak. Dena dela, Mendebaldeko herrialdeetako kontsumo-eskaera kontuan hartuta, eragozpenik nagusia hau dute: ekoizpen-abiadura baxua edo printzipio aktiboen desagerpena, batez ere prozesu termokimikoekin alderatuta.

Erreakzio-abiadura ahalik eta azkarrena izan dadin, jatorri mineraleko katalizatzaile asko garatu dira azken hamarkadetan, azido sulfurikoa edo sodio hidroxidoa kasu. Azke-

nik, katalizatzaileen konposizio kimikoa aldatuz, produktu desberdinen formazioa bizi-kortzeaz gain, prozesua produktu jakin batera bideratzea ere lor daiteke, merke gainera. Katalisi kimikoaren adibide garbienetakoa bat autoen kearen errekuntza dugu. Izan ere, hainbat hidrokarburo eta nitrogenodun konposatu sortzen dira autoen kearen konposizioan. Horien kutsakortasun-maila jaisteko, metal desberdinekin osatutako katalizatzaile kimikoak erabili ohi dira, kasu gehienetan solido moduan.

Industrian, bestalde, katalisi homogeneoa erabili ohi da konposatu gehienak egiteko. Bi likido edo bi gasen arteko kontaktua katalisi homogeneoa bi fase berdin artean burutzea ahalbidetzen du. Jakina, eragozpen nagusienak, berriztagarritasun murrizta edukitzeaz gain, prozesuak eragindako arazoak dira. Instalazioaren oxidazioak eta produktu/katalizatzailearen bereizteak



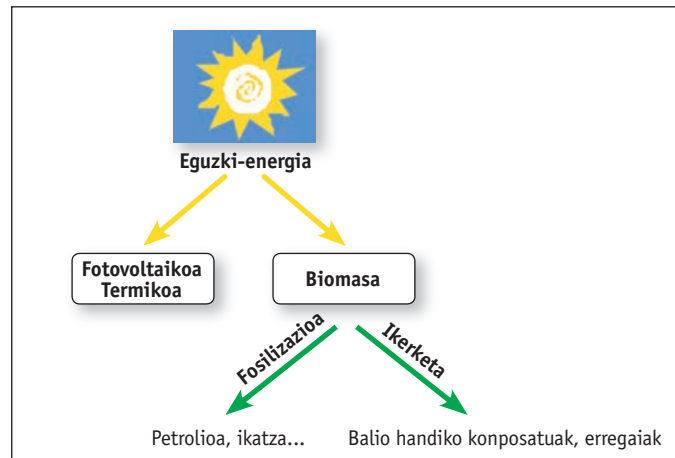
sistema osoaren kostuak igotzea eragiten du, eta, bereziki, ingurumenarentzat hain kutsagarriak diren korrante toxiko asko sortzea.

XXI. MENDEKO JASANGARRITASUNAREN IRAULTZA: BIOMASA ETA KATALISI HETEROGENEOA

Gaur egungo produktuen iturria eta haien eraketa-prozesua ardatz dituzte ekonomia eta bizimodu jasangarriak. Halere, gure ekoizpen-sistemak jatorri fosilak dituzte oinarri, oro har, : petrolio, gas naturala edo ikatza. Beraz, adierazle horiek jasangarriki egikaritzea erabat oztopatzen du sistema horrek. Gabezia hori ikusirik, alternatiba gisara biomasa eta katalisi heterogeneoa uztartzen dituen ikerketa bat egin da: Alde batetik, iturri berriztagarri bat; bestetik, korronte askoren toxikotasuna murrizteko bide egoki bat.

Petrolio da gaur egungo iturri nagusia, eta lan honen helburua hau da: lurra berak sortzen duen biomasari bide berriak irekitzea. Definizioari bagagozkio, eguzki-energia kontzentratua da biomasa. Prozesu entzimatikoko konplexu batzuen ondoren, karbono moduan gordetzen du energi hori. Fosilizazioaren eraginez, petrolio eta konposatu batzuk sortu dira, milioika urteren poderioz (ikusi 1. irudia). Biomasa "gaztea" aprobetxatzea du helburu ikerketa honek.

Biomatik eratorritako 30 konposatu nagusi identifikatu dituzte adituek. Horien artean dago furfurala, ikerketa honen ardatza. Industrialki garatutako prozesu baten bidez lor daiteke furfurala gaur egun, eta



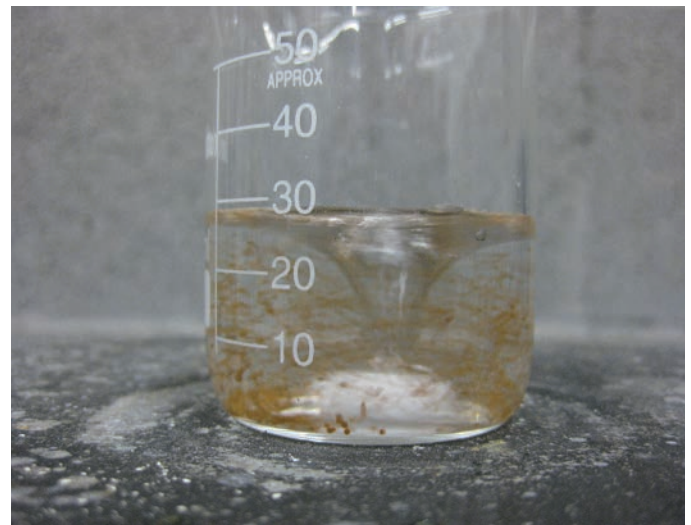
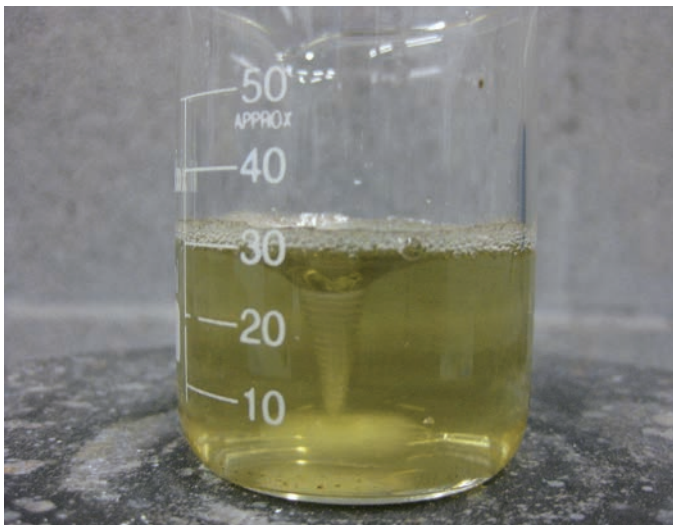
1. irudia. Eguzki-energiaren aprobetxamendua eta biomasaren eraldaketa-prozesuak.

hainbat erretxina, produktu farmazeutiko eta lubrifikatzaile ekoizteko erabili ohi da. Txina da ekoizle nagusia. Herrialde horretan, sekulako ingurumen-kalteak eragiten ditu erregulaziorik ezak. Arazo-iturri nagusia katalisi homogeneoen erabilera da; kasu honetan, azido sulfurikoa edo azido fosforikoa. Biomasa furfural bihurtzeko katalisi heterogeneoen sintesia du aztergai nagusi, honenbestez, ikerketa honek.

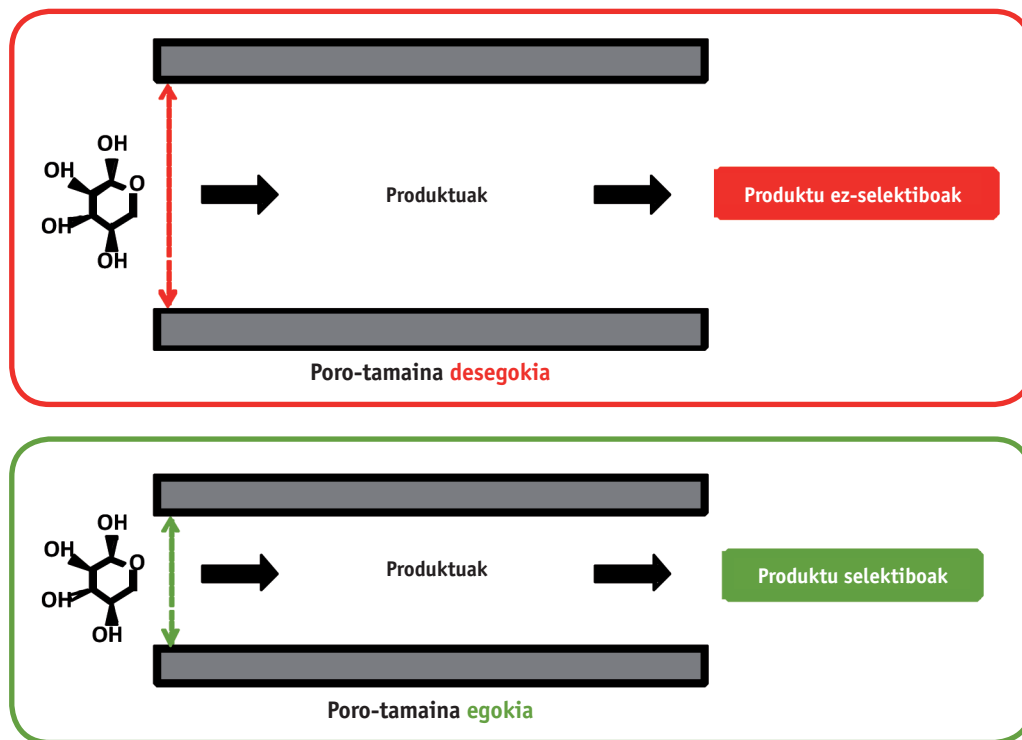
Material bat heterogeneo izateak hau esan nahi du: erreakzioa jazotzen den fase nagusia eta katalizatzailea egoera desberdinean daudela, hau da, erreakzioa, fase likidoan/gaseosoan, eta katalizatzailea, fase solidoan (2. irudia). Kasu horietan, katalizatzailearekin kontaktuan jartzean soilik gertatzen da erreakzioa. Bi eratara sailka ditza-

kegu katalizatzaile heterogeneoak, beren propietateen arabera gehienetan: material osoaren propietate fisikoak eraldatuta (kasu gehienetan, poroen tamaina) eta geruzako zentro aktiboen izaera aldatuta.

Katalisi heterogeneoaren funtsa molekular bere tamainaren arabera sailkatzean datza. Horretarako, geruza handiko materialak behar izaten dira. Hori lortzeko, material porotsuak (esponjen modukoak) erabil daitezke. Har dezagun furfurala adibide moduan: kasu honetan, xilosa izeneko azukretik abiatuko gara, zeinak furfural bihurtzeko deshidratazio-erreakzio bat jasango duen. Jakina, erreakzioa gerta dadin, konbertsio-puntura heldu behar du azukre horrek. Horretarako, poro-egitura egokia diseinatu behar izan da, xilosak 0,72 nm-ko tamaina duela kontuan



2. irudia. Katalisi homogeneoan fase bera sortzen da (ezk.); heterogeneoan, bi fase (esk.).



3. irudia. Katalisi heterogeneoaren helburua da poro-tamaina estuarekin produktu selektiboak lortzea.

hartuz. Poroak handiegiak badira, nahi ez ditugun produktuak era daitezke. Bestalde, poroaren tamaina optimizatuz gero, asko errazten da furfuralaren ekoizpena (ikus 3. irudiaren bigarren zatia). Emaitzen arabera, materialaren sintesi-temperatura 10 °C aldatzeak propietate fisikoetan aldaketa erabakigarriak eragiten ditu. Hona emaitza nagusietako bat: silizioz osatutako katalizatzaile azido baten poro-tamainarik egokiena aurkitu da.

Parametro bakarra aldizka aldatzeko, ikerketaren bigarren zatiak magnesio eta fluorarekin osatutako materialen propietate kimikoak aldatzeari ekin dio. Propietate fisiko oso antzekoak dituzten materialetan oinarrituz, zentro kimikoen kantitatea eta izaera aldatzeko sintesi-prozedura garatu da. Kasu honetan, furfurala lortzeko bide desberdinak aurkitu dira. Zentro azido sendoek zuzeneko bidea ahalbidetzen dute; ahulek, bestalde, tarteko konposatu desberdinak sortuz ematen den erreakzio-bidea definitu dute. Jakina, produktu-errendimendu desberdinak eman dituzte kasu batek eta besteak, eta batez ere erreakzio-abiadura az-

kartu duten zentroak identifikatu dira. Bi zentroen kantitatea 0 eta % 100 artean aldatu da, eta, emaitzen arabera, kantitate optimo bat duen katalizatzailea sintetizatzea lortu da.

Katalizatzaile heterogeneo horien abantailetakoa bat hau da: erreakzio ondorengo bereizketa erraztu egiten dutela. Erreakzio horiek fase likidoan gauzatu ondoren, katalizatzaile solidoa iragazi eta berreskuratzea lortu da. Horrez gain, prozesu horren bideragarritasuna ebaluatzeko, katalizatzaile berrerrabili eta aurrez lortutako errendimendu-balio berak lortu dira. Hartara, katalisi homogeneoak dituen bereizte-arazoak saihestu eta prozesu "berdeago" bat diseinatzea lortu da.

Lanak ondorioztatu duen moduan, garatutako katalisi eta teknologiak gaur egun bideragarriak ez diren prozesu asko balioztatzea eta jasangarritasun-maila altuago bat lortzea ekar dezakete; horrez gain, ingurumenak biziki eskertuko dizkigun pausoak ematen jarraitzeko aukera eskainiko digute. ●

ERREFERENTZIAK

- AGIRREZABAL-TELLERIA, I.; REQUIES, J.; GÜEMEZ, M.B.; ARIAS, P.L.: "Pore size tuning of functionalized SBA-15 catalysts for the selective production of furfural from xylose". *Appl. Catal., B.* 115-116 (2012) 178.
- AGIRREZABAL-TELLERIA, I.; HEMMANN, F.; JÄGER, C.; ARIAS, P.L.; KEMNITZ, E.: "Functionalized partially hydroxylated MgF₂ as catalysts for the dehydration of d-xylose to furfural". *Journal of Catalysis*, 305 (2013) 81.
- CORMA, A.; IBORRA, S.; VELTY, A.: "Chemical Routes for the Transformation of Biomass into Chemicals", *Chem. Rev.*, 107 (2007) 2411.
- FARNETTI, E.; DI MONTE, R.; KAŠPAR, J.: "Homogeneous and heterogeneous catalysis". *Inorganic and Bio-organic Chemistry*, Vol II.
- KARINEN, R.; VILONEN, K.; NIEMELÄ, M.: "Biorefining: Heterogeneously Catalyzed Reactions of Carbohydrates for the Production of Furfural and hydroxymethylfurfural", *ChemSusChem*, 4 (2011) 1002.

**Gure independentzia harpidedunak zareten
pertsona eta talde askoren sarean oinarritzen da**

Eskerrik asko ARGIAzale! Zure ekarpenari esker hau guztia egin dugu:

Argia Eguna Usurbilen: Gure balioak elkarrekin praktikan bizitzeko eguna

Durangoko Azokaren harira, #darpidegu harpidetza kanpaina arrakastatsua

Kike Amonarrizen "Azken Txorakikeriak" liburuaren argitalpena

"Gure esku dago": giza-katearen jarraipena egiteko medioen arteko elkarlanaren sustatzaile

ARGIA English kanala martxan, nazioartean Euskal Herriaren berri emateko

Prekariatatearen aurpegiak eta Auzolan esperientziak sailak argitaratu ditugu astekarian urte osoan zehar

Hainbat ekimenen zuzeneko jarraipena egin dugu: Ondarroako Topaketa Feministak, Herri Harresiak, Zestoako TS Fundicionesen langileek egindako itxialdia eta Iruñeko abortu eskubidearen aldeko manifestazioa

Bidea urratu duten bertsoak liburuxka plazaratu genuen

2014ko urtarrileko Presoen Euskal Herriratzearen aldeko manifestazioaren posterra

Euskarazko kalitatezko kazetaritza seinalatzen duten ARGIA Sarien 25. Edizioa

**Egizu. Egiozu.
Jarri ekonomikoki zure tanta
etorkizuna margotzen jarrai dezagun**

ARGIA astero 12 euro baino ez*

ARGIA hilean behin 4 euro baino gutxiago**

Eskaerak: ☎ 943 371 545 | harpidetza@argia.eus | www.argia.eus/harpidetza

EGUNERO EZ DITU 24 ORDU EGUNAK

JON AZKARGORTA ARETABALA
Fisikan doktoa. Bilboko Ingeniaritza
Goi Eskolako irakasle eta ikertzailea. EHU.

Demagun halako egun batean Eguzkiari begira zaudela, eta, kontu pixka batekin, haren posizioa markatzen duzula makila batekin, soka batekin edo eguzki-erloju batekin. Eguzkia, apurka-apurka, eskuinerantz mugituz joango da, ipar hemisferioan bazaude (I.H.), baina, zenbat denbora pasatuko da Eguzkia, biharamunean, berriz ere marka horretaraino iritsi arte?

Askok erantzungo duzue: **“JUSTU-JUSTU HOGEITALAU ORDU!”**. Bada, **BATEZ BESTE, BAI**, baina **segundo batzuetako aldea egon daiteke**, urteko egunaren arabera, batzuetan Eguzkiak aurreratu egiten baitu, eta beste batzuetan, atzeratu.

Segundo batzuk agian gutxi irudituko zaizkizue, baina kontutan izan, Eguzkia egunero-egunero segundo batzuk atzeratzen bada, pilatuz joango zaizkiola segundoak, eta, azkenean, **pilatutako** atzerapen edo aurrerapen hori nabarmena izan daiteke. Izan ere, **hamasei minuturaino** iristen da!

Denok dakigunez, udazkenean, arratsaldeetan, goizago iluntzen du egunero-egunero, eta, goizean, berriz, geroago argitzen du; eta udaberrian, alderantziz. “Nik uste nuen bi **solstizioek** mugatzen zituztela bi egoera horiek, urte-sasoik bezala. Adibidez, negukoan, abenduak 21, “San Tomas”, gaurik luzeena zela, goizen iluntzen zuena eta beranduen argitzen zuena. **Bada hori ez da horrela**: abenduaren erdialdean hasten da luzatzen arratsaldeko argia, alegia, argiak

gehiago irauten du. Santa Luzia (abenduak 13) aipatzen dute esaera zahar askok —Gozton Garatek bilduak— [1], baina **abendua-ren 9–10 inguru da Eguzkia goizen sartzen den eguna: 17ak eta 36 minutuan, Bilbon [2]**. Urteko beste edozein egunetan, negu zein uda, beranduago iluntzen du, eta, egun hori solstizioa baino hamabi egun lehenago da! Hala ere, oraindik, abenduaren erdialdean, goizeko egunsentia ez da goizago hasten; beranduago argitzen jarraitzen du egunak! Eguzkia beranduen irteten den eguna **urtarrilaren 3a da, gutxi asko: 8ak eta 44 minutuan [2]**. **Konturatuta al zeunden horretaz?**

Udako solstizioan ere —ekainaren 21a— beste horrenbeste: ez dira simetrikoak egunsentia eta ilunabarra. Eguzkia goizen ateratzen den eguna (egunsentirik goiztiarrena) **ekainaren 15a da (6ak eta 31 minutuan [2])** eta Eguzkia beranduen sartzen den eguna, berriz, **ekainaren 27a (21ak eta 56 minutuan [2])**. Gaurik laburrena eta luzeena solstizioetan bertan izaten dira, bai, baina Eguzkia sartzeko eta ateratzeko orduak ez dira simetrikoak izaten, **pilatutako** atzerapen hori dela medio (bisurteek egun bat atzeratu edo aurreratu ditzakete hemen aipatutako datak, baina lau urtean behin errepikatzen dira; esate baterako, bi solstizioak abenduaren eta ekainaren 20tik 22ra bitartean gerta daitezke. Beste efektu txikiago batzuk aipatuko ditugu geroago). Halaber,

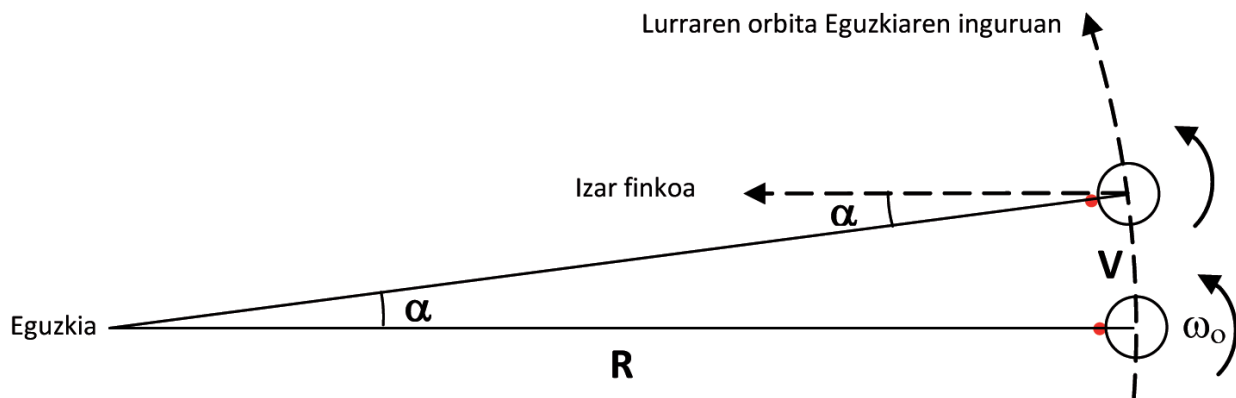
Eguzkiaren argia aprobetxatzeko ordu-aldaketa ofizialak ez ditut kontutan hartzen (hori ere beste arazo bat da).

Nolakoa da, bada, Lurraren biraketa? Lurrak biratu egiten du bere ardatzaren, edo bere buruaren inguruan (**errotazioa**); gutxi gorabehera, **egun batean bira bat**, baina ez da zehatza. Bira bat eta pixka bat gehiago da, hain zuzen, **Eguzkia berriz ere aurrez aurre atzematen duen arte** (eguzki-eguna deritzo horri). Kontuan izan Lurrak, Eguzkiaren inguruko orbitan ere, bira bat egiten duela urtero (**translazioa**) eta, beraz, translazioan zehar, bira gehigarri hori irabazten joaten dela egunero-egunero errotazioa.

Urte osoan zehar Lurrak $365,25 + 1$ bira ematen ditu, alegia, $366,25$. Gogoratzen duzu Jules Verne-aren “Munduari itzulua 80 egunetan”? Phileas Fogg abenturazaleak apustua irabazi egin zuen, ezustean, egun gehigarri horri esker [3–4].

Alegia, urte osoan bira bat gehiago emateko, bira baten $365,25$ rena biratu behar du egunero gehigarri gisa ($0,25$ bira horiek dira bisurteak eragiten dituztenak lau urtean behin, baina hori ere beste kontu bat da).

Beraz, $360 \text{ gradu}/365,25 \text{ egun} = 0,986 \text{ gradu/egun}$. Egun batean, Lurrak bira bat osorik eta **0,986 gradu gehiago** egiten ditu (ia gradu bat gehiago. 1. irudian α izendatu da, beraz, egunero 361 gradu inguru biratzen da Lurra bere ardatzaren inguruan).



1. irudia. Lurrak, egun batean, bira bat eta eta pixka bat gehiago, α , egiten du.



2. irudia. Lurrak bira bat osatzeko, izar finkoekiko, egun sidereo bat behar du, eguzki-egun bat baino lau minutu gutxiago. Ordu jakin batean begiratzen badiozu izarriari, konturatuko zara izar horrek, biharamunean, ordu horretan, gradu bateko aurrerapena daukala (lau minutu). Irudian, erreferentzia finkotzat zuhaitz jakin bat hartu da (izarrek ezkerretik eskuinera desplazatzen dira I.H.). ARG.: STELLARIUM.

Lurraren errotazioaren *abiadura angeluarra* hau da:

$$\omega_0 = \frac{366,25 \text{ bira}}{365,25 \text{ egun}} = 1,002738 \frac{\text{bira}}{\text{egun}}$$

beraz, bira bat eta pixka bat gehiago.

Eta Lurrak bira bakar bat osatzeko behar duen denbora:

$$t = \frac{1}{\omega_0} = \frac{1}{1,002738} = 0,99727 \text{ egun} =$$

23 ordu 56 min 4 s (*egun sidereo*a deritzo horri).

Izan ere, Lurrak bira bat emateko, baina **izar finkoekiko**, ez ditu 24 ordu behar, 23 h 56 min 4 s baizik (horixe da *egun sidereoaren* iraupena); alegia, egun bat, lau minutu gutxiago. Adibidez, gauean izar finko bati ordu jakin batean begiratzen badiozu eta Lurrean erreferentzia finko bat hartzen baduzu, konturatuko zara izar horrek, biharamunean, ordu horretan, gradu bateko **aurrerapena** daukala (ia lau minutukoa, 2. irudiak erakusten duen bezala).

Berriz ere 1. irudiari erreparatzen badiogu, *eguzki-egun* baten iraupena erraz kalkula dezakegu:

Biratutako Angelua = Abiadura Angeluarra · Denbora $\rightarrow 2\pi + \alpha = \omega_0 \cdot T_E$

Hemen, $2\pi + \alpha$, biratutako angelua da (2π , bira bat, radianetan eta, α , angelu gehigarria), ω_0 Lurraren errotazio-abiadura angeluarra eta T_E , **eguzki-egun baten iraupena**. Berez, α angelu gehigarria ere egunaren

iraupenaren mendekoa da, alegia, Lurrak egun batean osatzen duen angelua Eguzkiaren orbitan zehar:

$$\alpha = \frac{V \cdot T_E}{R}$$

V Lurraren translazio-abiadura Eguzkiaren inguruan, eta R, Eguzkirainoko distantzia. Angelu gehigarri hori goiko ekuazioan ordezkatzuz, honako adierazpen hau lortzen da eguzki-egunaren iraupenerako:

$$T_E = \frac{2\pi}{\omega_0 - \frac{V}{R}} \quad (1)$$

Lurraren orbitak 150 milioi kilometro inguruko erradioa du, batez beste ($R = 1.5 \cdot 10^{11}$ m). Grabitazio unibertsalaren arabera, abiadura orbitala 30 km/s ingurukoa da ($V = 3 \cdot 10^4$ m/s), batez beste. Beraz, **$V/R = 2 \cdot 10^{-7}$ rad/s**. Errotazio-abiadura angeluarra, unitate egokietan: $\omega_0 = 7.2922 \cdot 10^{-5}$ rad/s. Kalkuluak eginez, eguzki-egunaren iraupen hau ateratzen zaigu: 86.400 s (+60) = 1.440 minutu (+60) = 24,00 h. Horregatik, gure erlojuek 24 orduko egunak neurtzen dituzte zehatz-mehatz, egunero-egunero berdin-berdinak, urteko edozein egunetan, horixe da-eta Eguzki-egun baten batez besteko iraupena.

Alabaina, adierazpen horretako bi magnitude, R eta V, ez dira konstanteak izaten urtean zehar. Horregatik, eguzki-egunaren iraupena ere (T_E) ez da konstantea, aldakorra baizik, eta horregatik izaten du Eguzkiak atzerapena edo aurrerapena, erlojueki-

ko, urteko egunaren arabera. Gorabehera horien azalpenari “Denboraren ekuazio” deritzo [5–6].

Eguzkiaren atzerapen-aurrerapen horrek bi faktore ezberdin ditu:

Lurraren orbitaren eliptikotasuna

Lurraren orbita ez da zirkulua, elipsea baizik. Lurra Eguzkitik pixka bat urrunago dago afelioan eta hurbilago perihelioan. Izan ere, afelioa eta perihelioa ez dira solstizio-egunetan bertan, aste pare bat beranduago baizik: gutxi gorabehera, urtarrilak 4 eta uztaialak 4 [7]. Eliptikotasuna txikia bada ere ($\epsilon = 0.0167$) distantziarik handiena eta txikiena honela kalkulatu behar dira: **$R \cdot (1 \pm \epsilon)$** .

Bestalde, distantzia handiena duenean, hain zuzen ere, abiadurarik txikiena dauka Lurrak, eta distantzia txikiena duenean, abiadurarik handiena (Keplerren legearen edo Momentu Angeluarraren kontserbazioaren arabera): **$V \cdot (1 \pm \epsilon)$** .

V/R terminoak balio minimoa atzematen du afelioan (α angelu minimoa) $V/R = 1.934 \cdot 10^{-7}$ rad/s, eta balio maximoa perihelioan (α angelu maximoa) $V/R = 2.067 \cdot 10^{-7}$ rad/s. Bata eta bestea eguzki-egunaren iraupenean ordezkatzun baditugu, (1) ekuazioan, 8 segundo **luzeago** ematen du perihelioan batez bestekoak baino, eta 8 segundo **laburrago** ematen du afelioan batez bestekoak baino (7.9 segundo dira, baina hamarrenak ez ditugu zehaztuko).

Beraz, orbitaren eliptikotasunaren eraginez, eguzki-egunaren iraupenak oszilatatu

egiten du; 24 ordu balioko du, doi-oi, urtean bi egunez bakarrik, afelioaren eta perihelioaren arteko erdiko egunetan hain juxtu (apirilak 5 eta urriak 3 inguru). Perihelioan, berriz (urtarrilak 4 inguru), 24 ordu baino zortzi segundo gehiago iraungo du, eta afelioan, berriz, zortzi gutxiago (uztailak 4 inguru).

Hirugarren irudiko marra beltzak erakusten du eguzki-egunak duen atzerapena batez besteko egunarekiko, urteko eguna zein den (0-365). Gutxi gorabehera, "sinu" formakoa da, 8 segundoko anplitudea dauka eta urtebeteko periodoa. Urriaren "3an" abiatzen da (0 eguna), perihelioan dauka maximoa (erlojuak baino atzeratuago dabil Eguzkia), apirilaren "5ean" berriz ere nulu bilakatzen da (182 eguna), afelioan minimoa (erlojuak baino aurrerago dabil Eguzkia) eta, 365. egunean, berriz abiatzen da zikloa.

Zortzi segundoko atzerapenak txikia dirudi; baina hurrengo egunean ere beste zortzi segundo atzeratuko ditu, eta hurrengoan, eta hurrengoan (atzerapena gutxituz doan arren). Eta atzerapenak pilatuz joango dira, egunero-egunero, eta pilatutako atzerapen totala kalkulatzeko, urte-erdiko atzerapenen batuketa egin behar da (edo sinu funtzioaren integrala urte-erdian). Eta pilaketa hau ematen du:

$$\Delta T_E(\text{pilatuta}) = \frac{\Delta T_{E_{\text{max}}} \cdot 365,25}{2\pi} = \frac{8 \text{ s} \cdot 365,25}{2\pi} = 465 \text{ s} = 7 \text{ min eta } 45 \text{ s}$$

Ia zortzi minutuko atzerapena pilatzen du Eguzkiak urte-erdian!

Hirugarren irudiko marra gorriak erakusten du Eguzkiak erlojuekiko **pilatutako atzerapena**, urteko eguna zein den (eta eskuineko ardatzeko balioak). Urriaren 3an abiatuta (0 eguna, eta aurreko hilabeteetako pilaketak kontuan hartuta), -8 minutuko atzerapenetik abiatzen da (+8ko aurrerapenetik), pilatutako atzerapena handituz doa eta perihelioan nulu bilakatzen da (urtarrilak 4 inguru). Ondoren, atzerapenak pilatzen segitzen du urte-erdia pasa arte eta, orduan, apirilaren 5ean, ia zortzi minutu pilatu dira. Gero, Eguzkia aurreratzen hasten da (atzerapen negatiboa). Pilatutako atzerapena jaitsiz doa, eta berriz ere afelioan (uztailak 4 inguru) nulu bilakatzen da. Berriz, urriaren 3ra arte (365. egunean), atzerapenak negatibo izaten segitzen du (aurrerapena) eta justu amaieran, -8 minutuko atzerapena pilatu da.

Afelioa eta perihelioa, urte luzeetan zehar, desplazatzen ari dira Eguzkiaren planoaren inguruan eta, beraz, ekinokzioak ere bai. Fe-

nomeno horri "apsideen prezesioa" deritzo. Ziklo bat osatzen dute 26.000 urtean, alegia, 50 arku segundo urtero. Zenbait efektoren gainezarpenak eragiten du hori, erlatibitatearen teoria orokorra ere barne dela[8].

Eguzki-egunaren atzerapen-aurrerapenak beste faktore bat ere badu:

Lurraren errotazioaren inklinazioa

Lurraren errotazioaren plano (Ekuatorea) eta Lurraren orbita (Ekliptika) ez dira paraleloak: 23,5° osatzen dute elkarrekiko [9]. Angelu horrek eragiten ditu, hain zuzen ere, urte sasoiak. Laugarren Irudiak erakusten du Ekliptika, ia orbita zirkularra, eta Ekuatorea, plano karratu gisa irudikatuta, Lurrarekin batera lau posiziotan: bi solstizioetan (ezkerrean, udakoa, eta eskuinean, neguko I.H.) eta bi ekinokzioetan (aurrean, udazkenekoa, eta atzean, udaberrikoa). Bi planoen arteko angeluari δ deituko diogu.

Eguzkia egun batetik bestera, pixkanaka, desplazatu egiten da zeruan, izar finkoekiko, eta ez da soilik ezker-eskuin desplazatzen: gora eta behera ere bai. Eguzki-egunaren iraupena kalkulatzeko, Eguzkiaren abiaduraren *osagai horizontala* bakarrik hartu behar da kontuan, alegia, meridiano berera iristeko behar duen denbora. Eguzkiaren desplazamendu bertikalak ez du eraginik ordua kalkulatzeko. Abiadura-bektorea, V, bi solstizioetan,

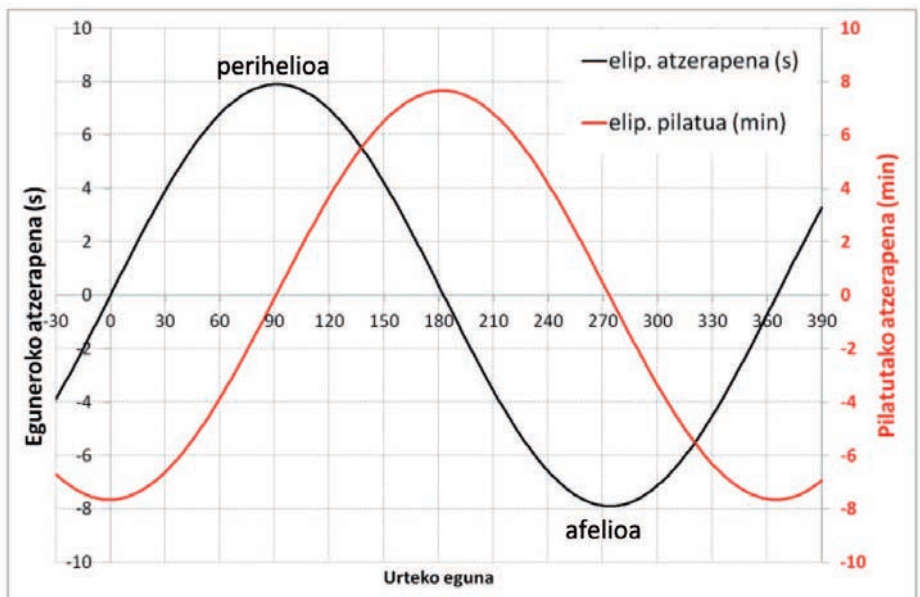
Ekuatorean datza, beraz, osorik da horizontala, baina bi ekinokzioetan δ angelua osatzen du Ekuatorearekiko, eta desplazamendu bertikala maximoa da. Horregatik, Lurretik ikusita, solstizioetan maximoa da Eguzkiaren abiadura horizontala (V) eta bi ekinokzioetan minimoa (V·cosδ); horregatik, osagai horrek urtero bi maximo dauka eta bi minimo, edo urte-erdiko periodoa.

Bestalde, R bektorea Ekuatorean datza bi ekinokzioetan; bi solstizioetan, berriz, δ angelua osatzen du Ekuatorearekiko. Beraz, R distantziaren proiektzioa maximoa izango da urtean bi aldiz (ekinokzioetan, R), eta minimoa beste bitan (solstizioetan, R·cosδ). Ikusten denez, efektu horrek ere urte-erdiko periodoa dauka [10].

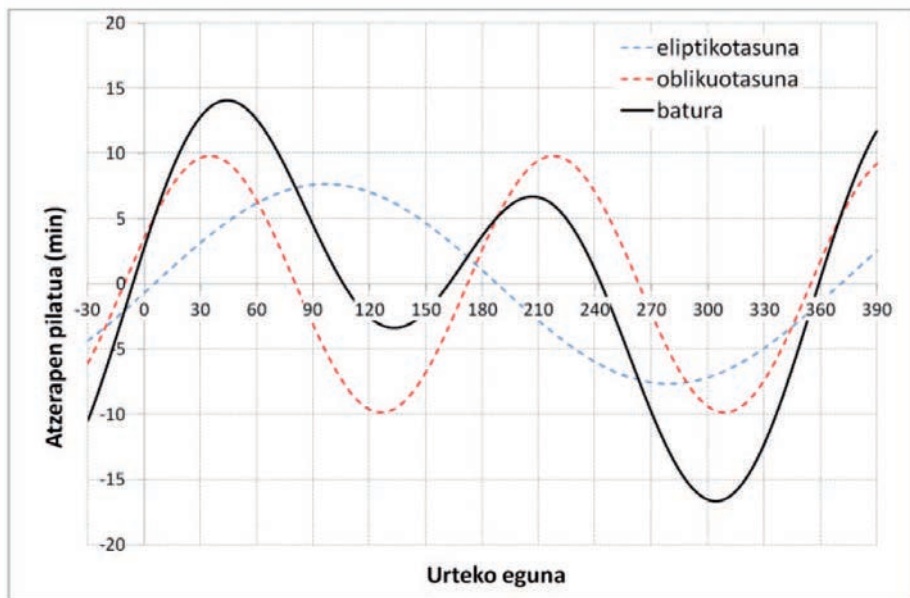
Denetara, (1) ekuazioan, eguzki-egunaren iraupena kalkulatzeko, R-ren ordez R·cosδ ordezkatu behar da, eta V-ren ordez, V·cosδ, baina ez biak aldi berean: iraupen maximoa kalkulatzeko, V abiaduraren proiektzioa maximoa denean, eta R posizioarena minimoa, alegia, bi solstizioetan:

$$\frac{2\pi}{\omega_0 - \frac{V}{R}} = \frac{2\pi}{\omega_0 - \frac{V}{R \cdot \cos\delta}} \approx 86420 \text{ s}$$

eta iraupen minimoa, V abiaduraren proiektzioa minimoa denean eta R-rena maximoa, alegia, bi ekinokzioetan:



3. irudia. Lurraren orbitaren eliptikotasunari dagozkion atzerapen-kurbak, urteko egunaren arabera (0-365. 0 eguna, urriaren 3a). Kurba beltza eta ezkerreko ardatza: eguzki-egunak egun batean erlojuekiko duen atzerapena (segundotan). Gehienez zortzi segundo inguru, egun bakar batean. Kurba gorria eta eskuineko ardatza: eguzki-egunaren eguneroko atzerapenek erlojuekiko pilatu duten atzerapen totala (minututan). Gehienez, zortzi minutu inguru.



6. irudia. Bi atzerapenen efektuak elkartuta: batetik, eliptikotasunak ia zortzi minutuko oszilazioa eragiten du, urte osoko periodoaz, eta perihelioan abiatzen da (marra urdina). Bestetik, Ekuatorearen inklinazioak ia hamar minutuko oszilazioa eragiten du, urte-erdiko periodoaz, eta solstizioan abiatzen da (marra gorria). Eta bi efektuen batura: marra beltza edo “denboraren ekuazioa”.

baina erritmo motela dauka: gaur egun, 0,2 gradu gutxitzen ditu 2.000 urtean [9].

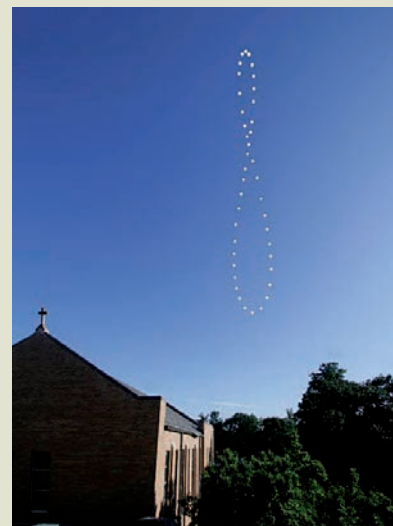
Bi efektuak batera (Denboraren ekuazioa)

Eguzki-egunaren “atzerapen pilatua” elkarrekin baditugu, batetik, orbitaren *eliptikotasuna* eta, bestetik, Ekuatorearen *inklinazioa*, “sinu” formako bi funtzioen batura egin behar dugu. Lehenak, zortzi minutuko anplitudea eta urtebeteko periodoa du, eta bigarrenak, hamar minutuko anplitudea eta urte-erdiko periodoa. Gainera, bi funtzioen fasea ez da aldi berean abiatzen: lehena nulua da perihelioan (urtarrilak 4 inguru), eta bigarrena nulua da solstizioan (abenduak 21).

Bi kurba horien baturak ziklo bitxi samarra ematen du, 6. irudiak erakusten duen bezala, non eguzki-egunaren erlojuekiko atzerapen pilatua urteko egunaren arabera (0-tik 365-ra; 0 eguna, urtarrilak 1) adierazten den. Ikusten denez, urtean lau aldiz dabil Eguzkia doi erlojuekin (24 ordu). Hona gutxi gorabeherako datak: apirilak 15, ekainak 13, irailak 1 eta abenduak 25. Bi tartetan atzeratuta dabil (abendutik apirilera eta ekainetik irailera), eta beste bitan, aurreratuta (apiriletik ekainera eta irailetik abendura). Bi maximo dauzka: otsailak 11 (14,26 minutu) eta uztailak 26 (6,48 minutu), eta bi minimo: maiatzak 14 (-3,69 minutu) eta azaroak 3 (-16,41 minutu).●

ANALEMMA

Egunero ordu berean eta toki berean argazki bat ateratzen badiogu Eguzkiari, “analemma” deritzon “zortziko formako” ibilbide bat egiten duela ikusiko dugu. Zortzikoaren altuera maximoa eta minimoa tokiaren latitudea gehi eta ken Luraren ardatzaren inklinazioa dira ($23,5^\circ$) (eta urte-sasoik eragiten dituen); “zortziko formako” ibilbidearen zabalera, berriz, Eguzkiaren ezker-eskuineko atzerapen eta aurrerapen pilatua: ez da simetrikoa; goiko biribilak -4 minutu, eta +6 minutu, eta behekoak -16 minutu eta +14 minutu (gradu bat, lau minutu) [11].



Eguzkiari urte osoan zehar ateratako argazkien sekuentzia. Eguedian atera dira argazki guztiak. Eguneko beste ordu bat aukeratuz gero, “zortziko” inklinatuta ateratzen da.

ARG.: CRAIG LENT.

ERREFERENTZIAK

- [1] GARATE, G. “Atsotitzak”: <http://www.ametza.com/bbk/htdocs/garate.htm>. Bilaketa: “santa” eta “luzia”
- [2] Espainiako “Fomento-Ministerioaren” web orria, Eguzkiaren irteera eta egunsentia, “Bilbo eta 2015” aukeratuta: <http://www.fomento.gob.es/salidapuestasol/2015/Bilbao-2015.txt> Donostia aukeratuz gero, Bilbon baino lau minutu lehenago dira egunero.
- [3] VERNE, J.: “Munduari itzulia 80 egunetan”, *Elkarlanean*, 2001, Itzultzailea: Manuel Arregi, Bilduma: Klasikoan kutxa.
- [4] VERNE, J.: “Munduari itzulia 80 egunetan”, *Erein*, 2002, Itzultzaileak: Jesus M^a eta Juan Carlos Arrieta Sagasti, Bilduma: Auskalo Bumeran.
- [5] ARREGI, J.: “Denboraren Neurketa”, *Elhuyar Aldizkaria*, 4. zenbakia, 1986/08/01, <http://aldizkaria.elhuyar.org/erreportajeak/denboraren-neurketa/>
- [6] Wikipedia: “Equation of Time” http://en.wikipedia.org/wiki/Equation_of_time
- [7] Wikipedia: “Earth Orbit”: http://en.wikipedia.org/wiki/Earth%27s_orbit
- [8] Wikipedia: “Axial Precession”: http://en.wikipedia.org/wiki/Apsidal_precession
- [9] Wikipedia: “Axial Tilt”: http://en.wikipedia.org/wiki/Axial_tilt
- [10] Irakurri ditudan artikuluetatik, askok ez dute aipatzen R-ren proiektzioa, V-rena soilik, eta, jakina, 20 segundoko atzerapena lortzeko ez da nahikoa; izan ere, erdia ematen baitu.
- [11] Wikipedia: “Analemma”: <http://en.wikipedia.org/wiki/Analemma>

BERRIaren harpidetza

%25 merkeago*

Aukeratu ondoen datorkizuna

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



izan zaituz **berrialaguna**

Jari zure alea BERRIA egiteko, garatzeko

BERRIAlagun harpidedunen beharretara egokitutako zerbitzua:

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

Harremanetarako:

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



berria·mundua·euskarari·emana

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



Ilargiaren efemerideak

- 1** 02:36an, Geminiko Lambda izarra (magnitueda: 3,6) ezkutatu egingo da. 03:04an azalduko da berriro.
- 3** 04:52an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin, 5,3°-ra.
- 4** 12:03an, konjuntzio geozentrikoan Leoko Regulus izarrekin, 3,8°-ra.
- 5** 06:53an, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 406.390 km (aurreko perigeoan baino 49.384 gehiago).
18:07an, lurmendua ondoren lurra mugitzen duten harren Ilbetea. Urteko ilargirik txikiena izango da, 2015eko bi apogeo urrunenetako batetik ordu gutxira iritsiko baita. Perigeo batean baino % 12 txikiagoa izango du diametroa. Ekialdetik irtengo da, justu Eguzkia kontrako aldetik ezkututzen ari dela.

- 7** 21:03an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 8** 22:46an, konjuntzio geozentrikoan Virgoko Spica izarrekin, 3,5°-ra.
- 12** 08:03an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin, 2,2°-ra.
- 13** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -7,8^\circ$). Une egokia da Ekialdeko Itsasoaren ertzari eta Clavius kraterrari behatzeko.
17:49an, Ilbehera.
- 15** Gutxieneko librazioa latitudean ($b = 6,8^\circ$).
- 19** 19:18an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 357.578 km (aurreko apogeoan baino 48.812 gutxiago). Perigeoaren eta Ilberriaren arteko hurbiltasunak marea biziak eragin ditzake.

- 20** 09:37an, Ilberria.
09:45ean, eguzki-eklipse osoaren maximoa, Islandian eta Faroe uharteetan ikusgai. Gure latitudeetatik partzialki ikusiko da. Eguzki-diskoaren % 75, gutxi gorabehera, estaliko du Ilberriak.
- 21** 02:16an, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 22** 19:50ean, konjuntzio geozentrikoan Artizarrekin, 2,8°-ra, Marte horizontearen pean ezkututzen den bitartean.
- 24** 13:33an, konjuntzio geozentrikoan Tauruseko Pleiadeekin, 8,2°-ra.
- 25** 19:54an, konjuntzio geozentrikoan Tauruseko Aldebaran izarrekin, 0,9°-ra.
- 26** Gehienezko librazioa longitudean ($l = 7,2^\circ$).
- 27** 07:43an, Ilgora.
- 30** 07:15ean, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin, 5,4°-ra.
- 31** 18:18an, konjuntzio geozentrikoan Leoko Regulus izarrekin, 3,9°-ra.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 8a (eta hurrengo 15 egunak) egokia izan daiteke gauaren hasieran mendebaldeko horizontearen gainean argi zodiakala ikusten saiatzeko. Piscis, Aries eta Taurus zeharkatuko ditu.

Teleskopioarekin:

Hilaren 4an, 22:00ak aldera, planetaren mendebaldean egongo dira lerrokatuta lau ilargi galileotarrak, ordena naturalean: Io, Europa, Ganimedes eta Kalisto.

Hilaren 15ean, 01:30etik 02:00etara, Jupiterren aurretik igaroko dira Europa eta Kalisto.

Hilaren 21ean, eguraldia lagun bada, gaua bikaina izan daiteke Messierren maratoia egiten saiatzeko, hau da, gau batean Messierren ahalik eta objektu gehien argazkiak egiteko.

Beste efemeride batzuk

- 1** Igandea, eguerdian, 2.457.083. egun juliotarra hasiko da.
Egunak 11 ordu eta 11 minutuko iraupena du hilaren 1ean, eta 12 ordu eta 41 minutuko hilaren 31n.
- 12** 18:41ean, Eguzkia Piscisen konstelazioan sartuko da, itxuraz (351,86°).
- 20** 22:45ean, martxoko ekinokzioa. Ipar hemisferioan, udaberria hasiko da.
- 29** Udako ordutegira aldatuko dira Europar Batasuneko herrialdeak. Goizaldeko ordu bietan, ordubete aurreratu behar dira erlojuak. Urriaren 25era arte iraungo du ordutegi berriak, hil horretako azken igandera arte alegia.

martxoa 2015

A	A	A	O	O	L	I
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Planetak (Lurraren orbita-abiadura: 107.280 km/h)

Merkurio

Ikusteko oso zaila, eta hilaren 5a baino lehen bakarrik; orbita-abiadura: 172.440 km/h.

Lehenbiziko egunetan, ekialde hego-ekialdeko horizontearen arrasean izango da ikusgai, Eguzkia irten baino 40 minutu lehenago. Zuzeneko igoera, 21:00etik 24:00etara. -17 eta +03° bitarteko deklinazioa. Capricornusen hasiko du hila, gero Aquariusera igaroko da, eta Piscisen amaituko du. Magnitueda 0,0tik -1,1era aldatuko zaio.

Artizarra

Arratsaldearen amaieran izango da ikusgai. Orbita-abiadura: 126.000 km/h.

Eguzkia baino bi ordu eta erdi geroago ezkutatu da hilaren 1ean, eta Eguzkia baino

hiru ordu baino gehiagora hilaren 31n. Oso distiratsu, mendebaldeko horizontetik 15° baino gehiagora. Zuzeneko igoera, 01:00etatik 03:00etara. +04 eta +17° bitarteko deklinazioa. Piscisen hasiko du hila, eta Ariesera igaroko da gero. Magnitude bera izango du hil osoan: -4,0. Hilaren 4an, arratsaldearen amaieran, Uranoren ondoan eta Marteren gainean izango da ikusgai, mendebaldeko horizontearen gainean.

Marte

Gauaren hasieran bakarrik izango da ikusgai. Orbita-abiadura: 86.760 km/h.

Eguzkia baino bi ordu eta laurden geroago ezkutatu da hilaren 1ean, mendebaldeko horizontean, eta Eguzkia baino ordubete pasatxo geroago hilaren 31n. Zuzeneko igoera,

01:00etatik 02:00etara. +04 eta +03° bitarteko deklinazioa. Hil osoan Piscisen izango da. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, 1,6tik 1,7ra.

Hilaren 4an, arratsaldearen amaieran, Artizarren eta Uranoren azpian izango da ikusgai, mendebaldeko horizontearen gainean.

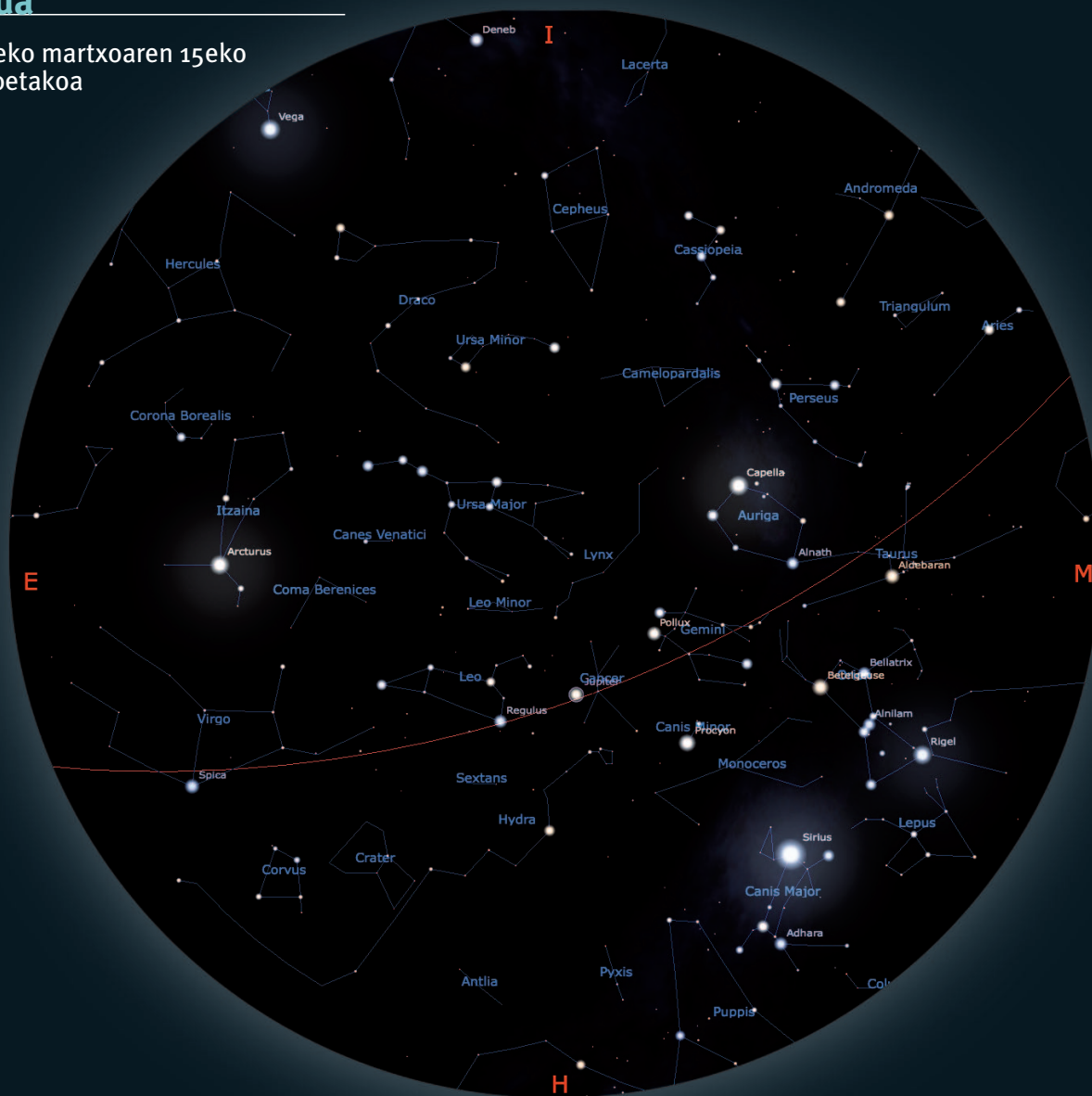
Jupiter

Gau osoan izango da ikusgai. Orbita-abiadura: 47.160 km/h.

Eguzkia sartu baino bi ordu eta erdi lehenago aterako da hilaren 1ean, eta bost ordutik gorako aurrerapenarekin 31n. Egunsentia baino pixka bat lehenagora arte izango da ikusgai. Behatzeko baldintza bikainak. Zuzeneko igoera, 09:00etan. +17° eta +18° bitarteko deklinazioa.

Zerua

2015eko martxoaren 15eko
23:00etakoa



Hil osoan Canceren izango da. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat, $-2,6$ tik $-2,4$ ra.

Saturno

Gauaren bigarren zatian izango da ikusgai. Orbita-abiadura: 34.560 km/h.

Gauaren erdialdera aterako da, ekialde hego-ekialdeko horizontetik, eta egunsenti aldera izango da ikusgai, hegoaldeko horizontearen gainean, 25° -ra. Hilaren 14an hasiko du eretrogradazio-begizta, zeinak Libraraino atzeraziko duen. Oposizioan izango da, han, maiatzaren 23an. 25° -ko inklinazioa du gure ikuslerroarekiko; hori dela eta, haren Ipar poloa ikus dezakegu. 20 cm-ko gailu batekin, planetaren itzala atzematen da eratzunen

ipar-mendebaldeko partean. Zuzeneko igoera, 16:00etan. -19° -ko deklinazioa. Hil osoan Scorpiusen izango da. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, $0,4$ tik $0,3$ ra.

Hilaren 5ean 09:03an, Titan elongaziorik handienez planetatik ekialdera.

Hilaren 13an 08:18an, Titan elongaziorik handienez planetatik mendebaldera.

Hilaren 21ean 8:42an, Titan elongaziorik handienez planetatik ekialdera.

Hilaren 29an 07:46an, Titan elongaziorik handienez planetatik mendebaldera.

Urano

Gauaren hasieran bakarrik izango da ikusgai. Orbita-abiadura: 24.480 km/h.

Hilaren lehenbiziko egunetan bakarrik izango da ikusgai, gaueko lehen orduetan. Zuzeneko igoera, 01:00ean. $+05^\circ$ -ko deklinazioa. Hil osoan Piscisen izango da. 5,9ko magnitudeari eutsiko dio.

Neptuno

Ez da ikusgai izango hil honetan. Orbita-abiadura: 19.440 km/h.

Ezingo da ikusi. Zuzeneko igoera, 22:00etan. -09° -ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen izango da. 8,0ko magnitudeari eutsiko dio.

*Ordu guztiak denbora unibertsalean eman dira. Negin orduetegian, gehitu 1 ordu denbora ofiziala kalkulatzeko. Hilaren 29an udako orduetegia hasten da; handik aurrera, bi gehitu).

Zenbaki honetatik aurrera, urtean lautan argitaratuko dugu *Elhuyar* aldizkaria

Zenbaki honen Atarikoan azaldu bezala, *Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkariak hilabetekari izateari utziko dio, eta hiru hilez behin argitaratuko da hemendik aurrera paperean.

Horrenbestez, **hurrengo zenbakia ekainean** izango duzue eskura.

Ordura arte, <http://aldizkaria.elhuyar.org> webgunean aurkituko gaituzue, zientzia eta teknologiaren munduak ematen duenaren berri kontatzeko.

ELHUYAR
zientzia eta teknologia

ZIENTZIA ALDIZKARIA

- Aholkaria berri
- Informatika
- Zuzen
- Informatika digitala
- Batez besteko kontak
- Laguntza
- Herriak
- Opatu nagusiak

HOMO GENEROKO FOSIL ZAHARRENA
2,8 milioi urte ohi Etiopian aurkitutako fosil horrek, eta uste zen baino 500.000 abarago jairu du Homo generoaren sorrera.

ZERES PLANETA NANORA IRISTEAR
NASAren Dawn zunda 2007an atara zen asteroiden gerkorantz, eta helburu nagusia heliztar da: Zeres planeta nanoa. Marboaren 6an sartuko da Zeresen orbitan.

PALEOLITIKO GRABATUAK AURKITU DITUZTE EKAINETIK HURBIL
Debako Erriatz haitzaren aurkitu dituzte; 22.000 eta 15.000 urte artean izan ditzaizkete uste dute.

ELKARRIZKETA: ANDER RAMOS
Izatez dorrofilari, Asemariako Etorkizun Handiko Ikerketa Zentriko Onenaren Sarria jasotzen du. Lehen aldiz eman dote sariaren ez den ikerketa bati.

Entzun zientzia.net!

ERREPORTAJEAK
Homo generoak uste baino sustrai sakonagoak ditu
2015/03/04
Etiopian aurkitutako hominid baten fosilak 2,8 milioi urte inguru dituzela kalkulatu dute. Inoiz aurkitu den Homo generoko fosil zaharrena ...

ANALISIAK
% 1eko fetu-galeraren dogma, gainbehera
2015/03/16

JARRAI GAITZAZU

ZU IDAZLE

- Ciel librean
- Itzazteko arauak

ZIENTZIA ALDIZKARIA

- Aldizkaria ikusi
- Erroli
- Harpidetu

Eta nahi baduzue, sare sozialetan ere jarrai diezaiokezue *Elhuyar* aldizkariari:

<http://www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria>

@elhuyaraldizk

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

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

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

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

Hizkuntza-arduradunak: Xabier Aranburu, Saroi Jauregi.

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

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Juan Antonio Alduncin, Josexto Minguez (Aranzadi Zientzia Elkarte), Iker Agirrezabal, Jon Azkargorta, Miren Basaras, Dani Fano, Manu Ortega.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikokoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikokoak

Azaleko argazkia: NASA/GSFC

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: Leitzaran Grafikak

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

Harpidetza: Maier Tapia, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 16 €*.

Beste herrialdeak: 28 €*.

Edizio digitalaren harpidetza: 7 €. Ale digitala: 3,50 €.

CC BY-NC-ND Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-769/85

ISSN: 2255-4998

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

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:

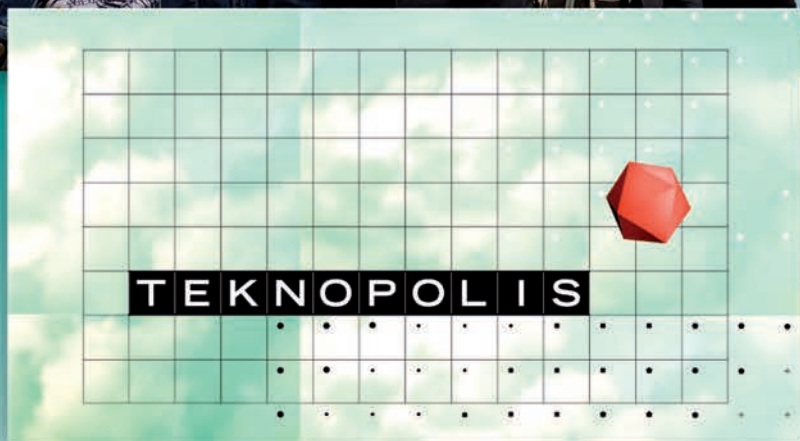


EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, HIZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA

ORONA Koop. Elk.; LAGUN ARO Koop. Elk.



etb 1 Larunbatero, 13:20an
Astelehenero, 15:00etan

etb 2 Igandero, 9:30ean
Ostegunero, 11:00etan

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



BABESLEAK

EUSKO JAURLARITZA

GOBIERNO VASCO

EUSKO JAURLARITZA

GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, HEZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SAIA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA

EKONOMIAREN GARAPEN
ETA LEHAKORTASUN SAIA

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO Y COMPETITIVIDAD



ELHUYAR ALDIZKARIA, HIRU HILEZ BEHIN

Hemendik aurrera,
URTEAN 4tan argitaratuko
dugu *Elhuyar* aldizkaria
paperean, ez hilero.
Hiru hilez behin,
**martxoan, ekainean,
irailean eta abenduan.**



BITARTEAN, INTERNETEN

Bitartean, Interneten eta sare sozialetan izango gara, zientzia eta teknologiaren munduak ematen duenaren berri kontatzeko.



<http://aldizkaria.elhuyar.org>



[@elhuyaraldizk](http://www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria)