

elhuyar

331 zk. | 2018ko iraila

4'70 euro



Leiho berriak
unibertsora

Ponpeia:
zena, dirudiena
eta dena

Perretxikoak arte



Izena emateko eta
informazio gehiagorako
zientzia-azoka.elhuyar.eus

zientzia
azoka
elhuyar da

bizni
ikerketa!

**Euskal Herriko ikertzaile
gazteek (12-18 urte)
proiektuak abiatzeko
izen-ematearen irekiera**

**Ikertzaile
profesionalen
laguntza eta
aholkuekin**

2018-2019

**IZEN-
EMATEA**

**irailaren 24tik
aurrera**

**ANIMA
ZAITEZ!**

**Zientzia Azoka
Bilbon,
2019ko maiatzean**

ANTOLATZAILEA

elhuyar
Zientzia

BABESLEAK

Bilbao

**GOBIERNO VASCO
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMERCIO**

FECYT FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

Bizkaia
Guztira
diputazio foral

IBERDROLA

euskaltel
konekta

erabi **Bizkaia**
talent

KOLABORATZAILEAK

IK4

neiker
secunia

UPV
Universidad del País Vasco

DigiPen
Diputazio Foral

upna
Universidad del País Vasco

Deusto
Universidad de Deusto

MONDRAGON
UNIBERTSITATEA

UEU

ikerbasque
Basque Foundation for Science

tecnalia Inspiring Business

IK4
Research Alliance

neiker
secunia

UPV
Universidad del País Vasco

CIC nanogune
nanotecnologia kooperatiboa

fundazio
de juventude

MAGMA
materialak

Imiket

tecnopole

CLUB de AMIGOS de CIENCIA
www.clubdeamigosdelaciencia.org

**ZIENTZIAREN
LAGUNER
KIDIA**
www.zientziarenlagunerakidia.org

irreko
gizarteak

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute
Elhuyar aldizkariaren zuzendaria



Leiho bat mundura

Klima-aldaketak munduko bazter guztiak astinduko ditu. Hala diote zientzialariek, baina, oraindik ere, bere etxea arazo horretaz libre ikusten duenaren hoztasunarekin begiratzen diogu arazoari, distantziatik. Bada, klima-aldaketak Euskal Herrian bertan eragin ditzakeen ondorioak aztertu ditugu zenbaki honetan. Hemen eta orain. Elisa Sainz de Murieta BC3 Basque Centre for Climate Change-ko ikertzaileak esan digu datozen aldaketei egokitzeko prest egon behar dugula jada. Jarrera-aldaketa handia behar dela dio. Handia... eta azkarra.

Biziar miresmen handiz begiratzen dion argazkilari baten lanak ere jaso ditugu. Sentsibilitate berezia du Alex Alonsok biziaren edertasuna iruditan islatzeko. Edertasunaren indarrean sinesten du. Haren ustez, bizidun xumeen edertasunaz jabetzen denak berehala ulertzen du gauza guztiek dutela beren zentzua naturan. Bereak ditu datozen orrialdeetan ikusiko dituzuen perretxikoen argazkiak. Ikargarri xume eta ederrak!

Baina biziaren edertasunak bezainbesteko indarra du giza borondate nekaezinak, eta horren lekuko dira naturaren ezagutzan eta zientzian egiten ari diren aurrerapen handiak. Nola definitu, bestela, azken urteotan astronomian egiten diren aurrerakuntzak? Esaterako, grabitazio-uhinekin eta neutrinoekin unibertsoari begiratzeko ireki diren leiho berriak? Leiho berri horietatik begiratu dugu, noraino ikusi ahal izango den jakin nahian. Izan ere, orain arte imajinaezina zena ere erakuts dezakete. Hasierako unibertso jaioberri hori, inoiz baino bistarago, inoiz baino gertuago.

Eta iraganerako leihoak ere zabaldu ditugu. Parez pare irekita, errautsek zaindu-tako ondarea dugu begien aurrean. Ponpeiak, Vesuvio sumendiaren eztandak desagindako hiriak, zehaztasun handiz kontserbatu ditu antzinako erromatar bizi-moduaren eta kulturaren arrastoak, errautsek estali eta betikotuta. Hango freskoak ikertzen dituzten zientzialarien eskutik ezagutu dugu nola joan diren aldatzen bi mila urte hauetan. Helburua, iraganerako leiho pribilegiatu hori zaintzea. ●

26

ELKARRIZKETA

Elisa Sainz de Murieta Zugadi

GEOLOGOA



Klima-aldaketaren ondorioz gertatuko diren inpaktuak eta klima-aldaketaren egoitzapen-politikak ikertzen ditu Elisa Sainz de Murietak, BC3 Basque Centre for Climate Change-n. Ondorioei aurre egiteko prest egon behar dugula dio.



Ponpeia: zena, dirudiena eta dena

40

EHuko kimikari batzuk Ponpeian dabilta, hango freskoek iraganetik orainaldira izan duten bilakaera argitzen, eta etorkizunean ere iraun dezaten bermatzeko lanean.

32



Leiho berriak unibertsora

Unibertsora begiratzeko leiho erabat berriak irekitzen ari dira; grabitazio-uhinak direla, neutrinoak direla... Eta betiko leihoak ere nabarmen hobetzen ari dira. Leiho horietatik guztietatik gero eta gauza gehiago ikus ditzakegu, gero eta urrunago ikus dezakegu.

- 04** IKUSMIRAN
Perretxikoak arte
- 12** ALBISTEAK
- 20** ERREPORTAJEA
*Erreka idorrek
CO₂-aren igorpen
globala handitzen dute*
- 22** IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
*Arantza Aldezabal
Roteta*
- 24** ANALISIA
*Burujabetza
teknologikoa*
- 26** ELKARRIZKETA
*Elisa Sainz de Murieta
Zugadi*
- 32** ERREPORTAJEA
*Leiho berriak
unibertsora*
- 40** ERREPORTAJEA
*Ponpeia: zena,
dirudiena eta dena,
kimikaren eskutik*
- 48** ERREPORTAJEA
Hiriko meatzaritza
- 52** MUNDU DIGITALA
*WPA3 protokoloa,
WiFiak behar zuen
eguneraketa*
- 56** ISTORIOAK
*Berenice Abbott,
zientziaren argazkilaria*
- 60** EKINEAN
*Nagore Elu
Arantzamendi*
- 62** GAI LIBREAN
*Hizkuntzen
mapa birtualak*
- 68** GAI LIBREAN
*Ilargia eta giza
jokabidea: usteak
zenbat ustel?*
- 74** GAI LIBREAN
*Mitokondriak
eta zahartzea*



Eduki gehiago webgunean
aldizkaria.elhuyar.eus

ZUZENKETA

Ekaineko zenbakian, 18-19 orrietan argitaratutako erreportajearen ("Bizkarrezur-muineko transplantateak GIBa desagerrarazteko gai"), akats bat dago: "bizkarrezur-muin" izan ordez, "hezur-muin" da.

Perretxikoak arte

Argazkiak: **Alex Alonso Puente**

Artearen mundutik dator Alex Alonso (Bartzelona, 1958), artea izan du beti ofizio. Eta perretxikoei ere artearen miratik begiratzan die, estetikaren ikuspuntutik. Sinetsita dago perretxikoen edertasunaren bidez naturarekiko errespetua lor daitekeela. Uste du edertasunaren bidez sentsibilizatzen den hark, perretxikoen edertasunaz jabetzen den hark, ez duela perretxiko bat zapalduko, ez duela esango 'hau txarra da', ulertuko duela perretxiko bakoitzak bere zentzua duela basoan.

Ez da urrutira joaten perretxikotara; Montseny eta Montnegre artean bizi da, eta, etxetik gertu, nahikoa perretxiko ateratzen dira. Aitortzen du ez da-goela seguru leku pribilegiatu batean bizi den edo leku pribilegiatu horretara bizitzera joan ote zen perretxikoak maite zituelako.

Alonsoren ustez, argazki onak ateratzeko ez da sofistikazio askorik behar; aitzitik, argazkirik sinpleenak iruditzen zaizkio onenak. Kameraz gain, gutxi gehiago erabiltzen du: islagailuak, ispiluak eta, ia garrantzitsuena, arrozez betetako zakutxo bat, kamera lurrean ongi kokatzen laguntzeko. Perretxikoa dagoen espazioa eta argia ulertzea da gakoa, eta horrekin jokatzeara.

Naturan agertzen dena hobetzea zaila dela uste du, eta, beraz, ahalik eta gutxiena manipulatzearan aldekoa da. Desfokuratzeeekin, aldiz, asko jokatzen du. Desfokuratzeeekin irudiari emozioa eta misterioa gehitzea bilatzen du, eta behatzailearen esku gehiago uztea. Alonsorentzat horrek esan nahi du berak argazki bat atera duela norbaitekin partekatzeke eta norbait horrek osatu egingo duela irudi hori.

Alex Alonsoren webgunea: alex-alonso.weebly.com



[Ikusi erreportajea
Teknopolisen](#)



Dendrocollybia racemosa



Amanita rubescens



Coprinus lagopus

Mycena haematopus





Marasmius hudsonii



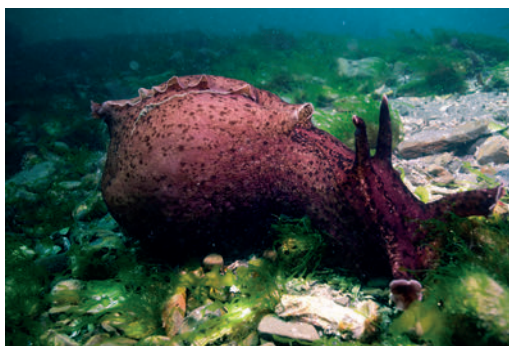
Higrocybe conica



Mutinus caninus

RNA bidez, oroimena transferitu dute barraskiloetan

Oroimenari buruz dakiguna kolokan jar dezakeen esperimentera egin dute Kaliforniako Unibertsitateko neurozientzialariek, *Aplysia californica* espezieko itsas bareekin. Buztanean hainbat deskarga elektriko emanda sentibilizatu zituzten bareak. Behin sentibilizatuta, buztanean ziztada ematen zietenean, deskargak gogoratuta, beren zakatzak uzkuratzen zituzten. Itsas bare haien nerbio-sistema zentraletako RNA erauzi, eta beste itsas bare batzuetan injektatu zuten ikertzaileek. Eraitza ikusgarria izan zen: itsas bare horiek ere sentibilizatu egin ziren, deskarga elektrikoaren oroimena jaso izan balute bezala. Hortaz, ikertzaileen ustez, RNA-molekulek zerikusia izan dezakete barraskiloen defentsa-erreflexua eragiten duten oroitzapenen sorreran.



Aplysia californica itsas barea. ARG.: Genny Anderson/Wikimedia.

Orain arte pentsatu izan da epe luzeko oroimena neuronaren arteko sinapsietan gordetzen dela, eta konexio horiek ugartu eta sendotu ahala finkatzen direla oroitzapenak; [eNeuro aldizkarian](#) argitaratutako lan honek, ordea, agerian jarri du oroimenaren eredu sinaptikoa sinplegia dela. ●

Umeen leuzemia prebenigarria izan liteke neurri batean

Leuzemia linfoblastiko akutua da umeek izaten duten minbizi ohikoena. Bada, kasu asko prebeni daitezkeela iradoki dute [Nature Reviews Cancer aldizkarian argitaratu berri den ikerketa batean](#).



Leuzemia linfoblastiko akutua duten bi haur. ARG.: Bill Branson/NCI/Jabego publikoa.

Londresko Minbiziaren Ikerketako Institutuan egin dute ikerketa hori, eta, haren arabera, leuzemia linfoblastiko akutua bi pausotan sortzen da. Lehen pausoa mutazio genetiko bat da. Mutazio hori fetuan gertatzen da, eta leuzemia garatzeko arriskua eragiten du. Zehaztu dutenez, umeen % 1 jaiotzen da mutazio horrekin.

Minbizia garatzeko, beste pauso bat ere gako da: infekzio arrunt bat edo bat baino gehiago izatea, lehen urtean oso ingurune garbian eta beste umeekin kontakturik gabe egon diren kasuetan.

Ikertzaileen esanean, infekzio goiztiarrek lagundu egiten diote immunologia-sistemari behar bezala garatzen. Horrenbestez, ingurunea garbiegia bada, immunologia-sistemak akatsak izatea gerta liteke, eta horrek leuzemia garatzea ekar dezake, aurretik horretarako arrisku genetikoak duten umeetan. ●

Lau emakumek eta hiru gizonek jasoko dituzte Kavli sariak

Hiru arlotako ikerketak aitortzen dituzte Kavli sariak: Astrofisika, Neurozientzia eta Nanozientzia. Guztira, zazpi saritu dira aurrean, eta haietako lau emakumeak dira.

Astrofisikako saria jasoko duena da bat: Ewine van Dishoeck. Astrokimikan egindako ekarpenegatik saritu dute; bereziki, izarrarteko hodeien zikloa eta izar eta planeten sorrera argitzeko egindako lanarengatik. Neurozientziako saria, berriz, bi gizonek eta emakume batek jasoko dute: James Hudspeth, Robert Fettilplacek eta Christine Petitek. Belarriko zelulek soina nola jasotzen duten eta seinale elektriko nola bihurtzen duten azaltzeagatik sarituko dituzte. Azkenik, genoma editatzeko [CRISPR-Cas 9](#) metodoa asmatu dutenek jasoko dute Nanozientziako saria: Emmanuelle Charpentierrek, Jennifer A. Doudnak eta Virginijus Šikšnyssek.

Fred Kavli filantropoaren izena dute sariak, eta Kavli Fundazioak, Norvegiako Zientzia eta Letren Akademiak eta herrialde bereko Hezkuntza eta Ikerketa Ministerioak ematen dituzte, bi urtez behin, zientziaren aurrerapena bultzatzea helburu. ●

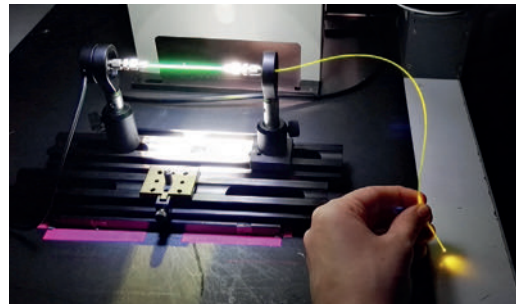


ARG.: Kavli Fundazioa

Eguzki-energia lortzeko zuntz optiko berri bat, merkea eta eraginkorra

Eguzki-kontzentragailu gisa jokatzen duen zuntz optiko berri bat, merkea eta eraginkorra, lortu du Itxaso Parola Domingo EHUko telekomunikazio-ingeniariak.

Ohiko siliziozko zelula fotovoltaikoek hobetu beharreko alderdi asko dituzte: silizio-iturriak mugatuak dira, instalazio-azalera handiak behar dira, eguzkitiko zuzeneko argia behar dute, eta, beraz, eguzkiari jarraitzeko sistemak behar dituzte... Horrek guztiak garestitu egiten du eguzkitiko energia eskuratzeko.



Eguzki-argia kontzentratzeko eta zelula fotovoltaikoetara garraiatzeko errendimendu handiko polimerozko zuntz optiko dopatuak. ARG.: Itxaso Parola Domingo/EHU.

Horri irtenbidea emateko, dopatzaile hibridoko polimerozko zuntz optiko bat garatu dute Parolak eta kideek. Zuntz optiko horrek eguzki-kontzentragailu lumineszente gisa jokatzen du: eguzki-argia xurgatzen du eta uhin-luzera handiago batean emititzen du; argia zuntz optikoaren muturrera garraiatzen du barne-islapen osoaz, eta muturrean, zelula fotovoltaikoa kokatzen da. Lehen aldia da osagai organikoak eta ez-organikoak dituen polimerozko zuntz optikoak erabiltzen direla xede horretarako.

Emaitza oso ona izan da, siliziozko zelula fotovoltaikoek baino errendimendu handiagoa izateaz gain (bereziki egun hodeitsuetan), askoz ere merkeagoa baita. ●

Hiru bilioi tona izotz urtu dira Antartikan, 25 urtean

Antartikako izotz-geruzak hiru bilioi tona izotz galdu ditu, hogeita bost urtean, eta horrek itsas maila ia zortzi milimetro igotzea eragin du. Zortzi milimetro horietatik hiru azken bost urteetan igo dira. Horixe dio izotz-geruzaren gorabeherak ikertzen dituen [IMBIE](#) taldeak [Nature aldizkarian argitaratu duen azterketak](#).



ARG.: Mariamichelle

Satelite bidezko behaketetan oinarrituta, 1992tik 2017ra Antartikako izotz-geruzak izan duen eboluzioa aztertu dute xehetasun handiz. Ikusi dute 2012ra arte 76 mila milioi tona izotz urtzen zirela urtean, eta horrek urteko 0,2 mm-ko igoera eragin zuela itsas mailan. Ordutik aurrera, ordea, ia hirukoiztu egin da tasa hori: 2012 eta 2017 artean, urteko 219 mila milioi tona urtu dira, eta urteko 0,6 mm igo da itsas maila.

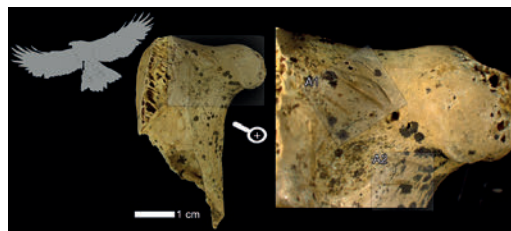
Ikertzaileek azpimarratu dute itsas maila 58 metro igotzeko adina izotz dagoela Antartikan, eta, beraz, oso garrantzitsua dela izotz-geruza horren gorabeherak ongi neurtzea klima-aldaketak duen eta izan dezakeen inpaktua ulertzeko. Ohartarazi dute denbora agortzen ari dela Antartika salbatzeko, eta, hurrengo hamar urteetan erabaki egokiak hartu ezean, ondorioek mundu osoari eragingo diotela. ●

Arranoak, otsoak eta katamotzak, Axlorreko neandertalen jaki

Axlor haitzuloan bizi izan ziren neandertalek hegaztiak, otsoak eta katamotzak jaten zituztela ondorioztatu dute, 1970eko hamarkadan Barandiaranek gidatutako indusketatan jasotako aztarnak aztertuta. Asier Gómez Olivencia (EHU) eta Joseba Rios Garaizar (CENIEH) ikertzaileek zuzendu dute ikerketa, eta [Scientific Reports aldizkarian argitaratu dute](#).

Neandertalak nagusiki unglatu ertain eta handiez elikatzen baziren ere, gero eta ebidentzia gehiagok erakusten dute hori baino dieta aberatsagoa zutela. Adibidez, EHUKo Domingo C. Salazar ikertzaileak eta kideek argitaratu duten beste [lan batean](#) ikusi dute landareak kontsumitzea oso ohikoa zutela. Horrez gain, untxiak, dortokak, hegaztiak eta karniboroak jaten zituztela ere ikusi izan da, baina, hegaztien eta karniboroen kasuan, orain arte ez zen arrastorik topatu eremu kantauriarrean.

Orain, Axlorreko neandertalen aztarnen artean aurkitu dituzte markatuta dauden hiru hegazti-hezur (bi arrano beltzenak eta bestea belearena), eta otsoaren eta katamotzaren hezur bana. Marken arabera, ondorioztatu dute arrano beltzak eta katamotza seguruenik haragia jateko erabili zituztela, eta otsoaren kasuan izan zitekeen haragia edo larua lortzeko. ●



ARG.: Asier Gómez Olivencia

Energia handiko neutrinoen lehen iturria aurkitu dute: blazar bat



ARG.: IceCube/NSF

Energia handiko neutrinoen iturri bat aurkitu dute, 3.700 milioi argi-urtera dagoen galaxia batean. Eta litekeena da izpi kosmikoen iturri ere izatea.

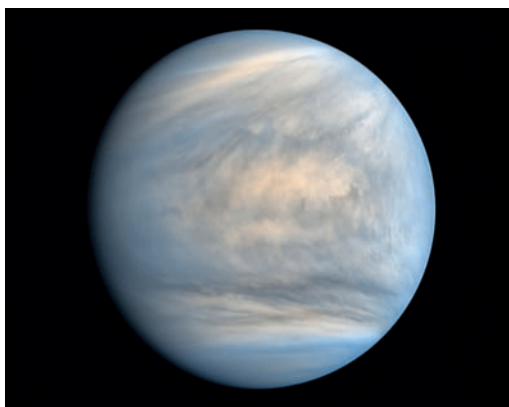
2017ko irailaren 22an Hego Poloan dagoen IceCube behatokian energia handiko neutrino bat detektatu zuten, eta blazar ezagun batetik etor zitekeela ikusi zuten. Berehala pasa zieten abisua mundu osoko hainbat teleskopiori, eta hainbat luzeratako uhin elektromagnetikotan ere jaso zuten blazar hartatik zetorren erradiazioa (gamma izpietatik, irrati-uhinetara). Datu guztien arabera, aukera handia zegoen neutrino haien iturria TXS 0506+056 blazarra izateko.

Blazar deitzen zaio quasar bati, energia-zurrusta Lurrerantz zuzenduta duenean. Alegia, energia oso handiko galaxia-nukleo bat da, non erdiko zulo beltz supermasibora materiala erortzean energia-zurrusta bat ateratzen den, zuzen-zuzen Lurrerantz zuzenduta. Bada, zurrusta horretan etorritako neutrinoak detektatu dituzte IceCuben. Gainera, hori ikusita-koan, azken urteetan IceCuben detektatu diren neutrinoak errepasatu, eta konturatu dira 2014an eta 2015ean beste dozena bat iritsi zirela iturri beretik.

Eta, zeharka bada ere, litekeena da izpi kosmikoen lehen iturria aurkitu izana. Izan ere, teorikoki energia handiko neutrinoak sortzen diren prozesuetan izpi kosmikoak ere sortuko lirateke. Izpi kosmikoen arazoa da partikula kargadunak direla, eta, ondorioz, unibertsoko eremu magnetikoek desbideratu egiten dituztela. Beraz, ezinezkoa da iristen zaizkigun izpi kosmikoak nondik datozen jakitea. Neutrinoekin, ordea, kontrakoa gertatzen da, ez dute kargarik, eta ez dute gainerako materiarekin ia elkarrekintzarik. Hala, zuzen-zuzen bidaia dezakete milioika argi-urtetan. Neutrinoen arazoa da, hain zuzen, materiarekin hain elkarrekintza gutxi duteenez, oso zailak direla detektatzeko.

IceCube izotzean sartuta dagoen 5.000 argi-sentsorez osatutako kilometro karratu bateko sare bat da, neutrino batek izotzeko atomo batekin talka egitean igortzen den argia detektatzeko gai dena. Oso gutxi detektatzen dira, eta gehienak energia txikikoak dira, adibidez, izpi kosmikoen atmosfera jotzean sortzen direnak. Lazko irailaren 22an, blazar batetik zetozen energia handiko milioika neutrinoak zeharkatuko zuten IceCube; bat detektatu zuen. ●

Artizarreko azalaren eta atmosferaren arteko elkarrekintza agerian jarri dute



Artizarren atmosfera, Akatsukiren UVI-kameraren bitartez. ARG.: JAXA/ISAS/DARTS/Damia Bouic.

Artizarren atmosferan iaz Akatsuki misioak behatutako hodei-egitura misterioitsu baten izaera argitu dute. Izan ere, hodei-egitura hori egonkor azaltzen zen azalarekiko, eta hori harrigarria zen, Artizarren atmosfera supererrotazioa duelako. Hain zuzen, planetak 243 egun behar ditu bere buruari bira bat emateko, eta, atmosfera, berriz, 4 egun baino ez. Bada, [argitaratu berri duten ikerketaren arabera](#), planetaren topografian dago gakoa: Artizarren gainazal harritsuaren dagoen mendien eta atmosferaren arteko elkarrekintzaren ondorioz sortzen da hodei-egitura egonkor hori.

[Itziar Garate Lopez](#) Artizarren atmosfera ikertzen ari da Parisen, Meteorologia Dinamikoko laborategian, eta haren arduraduna artikularen egileetako bat da. Garateren esanean, garrantzitsua da, “topografiak atmosferan eragina duela erakusten baitu, eta, orain arte, ez zen halakorik espero”. Horrez gain, Garatek azaldu duenez, lana baliagarria izango da planetaren inertzia-momentua jakiteko, eta horrek aukera emango luke planetaren barneko egitura hobeto ezagutzeko. ●

Neandertalek sua pizten zutela iradokitzen duten aztarnak aurkitu dituzte

Neandertalek sua erabiltzen zutela frogatuta dagoen arren, [pizteko gai ote ziren](#) oso eztabaidatua izan da azken urteotan. Bada, gure espezieak egiten zuen bezalaxe, neandertalek ere harrizko tresnak erabiliz sua pizten zutela iradokitzen duten lehen aztarnen berri eman dute, Andrew Sorensen-ek (Liedengo Unibertsitatea, Herbehereak) eta kideek.

Sorensenen taldeak neandertalen suharrizko hainbat tresna aztertu dituzte, Musteriar aldiko 26 aurpegibiko, zehazki; eta mineral gogorren aurka kolpatuak izan zirenen arrastoak topatu dituzte, piritarekin kolpatzean gelditzen direnaren gisakoak. “Pirita kontserbatzea aztarnategietan nahiko zaila da, baina suharrizko tresnetan piritak utzitako arrastoak nahiko bereziak dira, Sorensenek aurreko lan batzuetan frogatu duenez”, azaldu du Joseba Rios Garaizar arkeologoak (CENIEH).

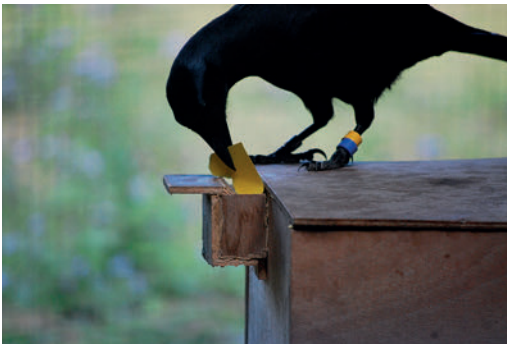


“Aurrerapauso bat da neandertalek sua pizten zutela frogatzeko, eta ziurrenik hurrengo urteetan antzeko adibideak agertuko dira nonahi”, dio Riosek. Bestalde, oraindik pirita-aztarnak topatzea faltako litzatekeela ohartarazi du. ●

Beleak gai dira tresnak buruz egiteko

Cambridgeko eta Aucklandeko unibertsitateetako ikertzaileek frogatu dutenez, tresnak buruz egiteko gaitasuna dute Kaledonia Berriko beleek (*Corvus moneduloides*). Are gehiago, beste bele batzuek egindako tresnak oroitu eta diseinua hobetzeko ahalmena ere badute. Ikertzaileen esanean, gizakia alde batera utzita, oso espezie gutxiak dute gaitasun hori.

Kaledonia Berriko beleek tresnak egiteko duten abilezia ezaguna zen, baina ez zekiten nola ikasten zuten tresnak egiten eta haiek hobetzen. Orain, esperimentu bat egin dute, entrenatutako belee-kin. Hain zuzen, neurri desberdinetako kartoi-zatiak makina batean sartzen irakatsi zieten zortzi beleri; trukean, sari bat jasotzen zuten beleek. Hori egiten irakatsi ondoren, kartoi handi bat eman zieten beleei, eta ikusi zuten beleak gai zirela kartoia zatitzeko eta gogoan gordetako itxura emateko zatiei. ●



Bele bat, berak urratutako kartoi-zatia dagokion lekuan sartzen. ARG.: Sarah Jelbert.

Esklerosi anizkoitzaren aurrerapena moteltzen duen molekula bat aurkitu dute

Animalia-ereduekin egindako ikerketa batean, esklerosi anizkoitzaren aurrerapena moteltzen eta sintomak aritzen dituen molekula gako bat aurkitu dute. Zehazki, P2X4 izeneko errezeptore bat identifikatu dute zelula mikroglietan. Animalia-ereduekin egindako esperimentuetan, frogatu dute errezeptore hori aktibatzen duten farmakoek gaixotasunaren sintomak hobetzen dituztela fase kronikoan, nerbio-ehuna leheneratzen laguntzen baitute.

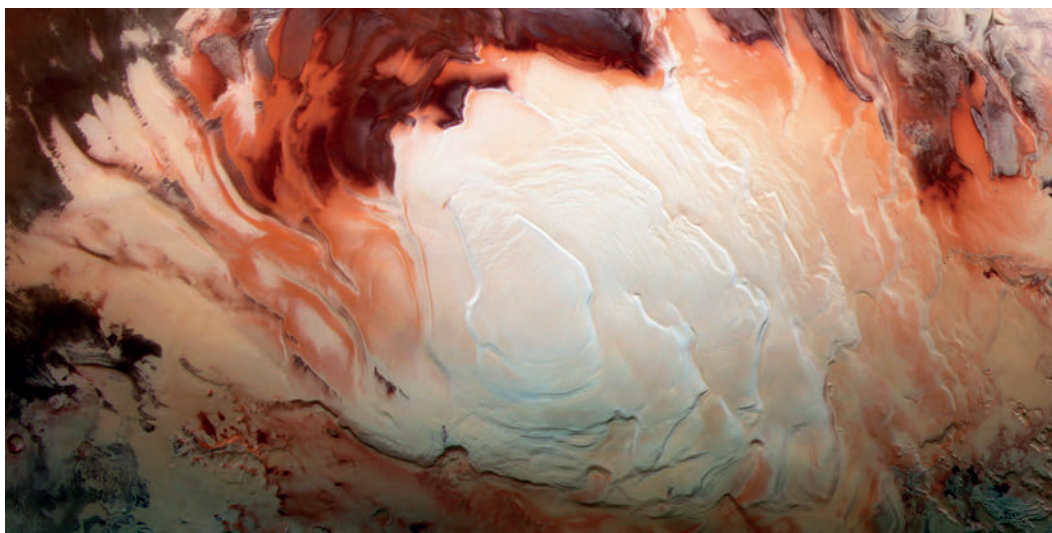


Alberto Pérez, Aitor Palomino, María Domercq, Alazne Zabala eta Carlos Matute, EHUko, Achucarro zentroko eta ciberNedko ikertzaileak. ARG.: EHU.

Hain zuzen ere, esklerosi anizkoitzaren fase aurreratuan, hondatze neurologikoaren eragile nagusiak garuneko zelula mikrogliak dira, hantura kronikoa eragiten baitute. P2X4 errezeptorea aktibatuta, organismoaren berezko erantzun sendagarria sustatzen da, eta hantura arindu egiten da. Hala, gaitzaren aurrerapena moteldu eta gaixoaren bizikaltatea hobetzen da.

EHUk eta Achucarro zentroak gidatutako partzue-rgo batek egin du ikerketa, ciberNed eta CIC bio-maGUNEren laguntzarekin, eta [EMBO Molecular Medicine aldizkarian argitaratu dute](#). ●

Marten ur likidoa detektatu dute, izotz azpiko aintzira handi bat



Marteko hego poloa. Mars Express-ek 2012an hartutako irudia. ARG.:ESA/DLR/FU Berlin/Bill Dunford.

Marten izotz azpiko aintzira handi bat detektatu dutela iragarri du Italiako ikertzaile-talde batek. Hego poloan aurkitu dute, izotz azpian 1,5 km-ko sakoneran, eta 20 km inguruko zabalera du aintzirak. [Science aldizkarian eman dute aurkikuntzaren berri.](#)

Poloetako izotz-kaskoen azpian ur likidoa egon zitekeen susmoak bazeuden ere, orain arte ez da halakorik aurkitu. Orain, *Mars Express* zundan dagoen MARSIS radarrarekin egin dute aurkikuntza. 2012 eta 2015 bitartean, radarrak Planum Australe izeneko eremuan egindako hainbat neurketa aztertuta, ikusi dute kilometro eta erdiko izotz-geruzaren azpian bat-batean aldatzen dela radarraren seinalea. Eta eremu horretan radarrak ematen dituen profilak Antartikan eta Groenlandian dauden izotz azpiko aintzirenen oso antzekoak dira. Hala, ondorioztatu dute Marten ere aintzira bat dagoela izotz azpian.

Aintzira horretako uraren temperatura uraren izozte-temperatura baino txikiagoa dela uste dute ikertzaileek. Marteren gainazalean magnesioa, kaltzioa eta sodioa ohikoak direnez, horien gatzak uretan disolbatuta egotea ez litzateke arraroa, eta horrek, batetik, eta izotz-geruzaren presioak, bestetik, jaitsi egingo lukete uraren izozte-puntua.

“Marten aintzira handi bat egotea albiste garrantzitsua da; eta aukera irekitzen du planetako beste leku batzuetan ere, gainazalaren azpian, beste aintzira batzuk egoteko, agian, sakonera txikiagoan”, dio Agustín Sánchez Lavega EHUKo Zientzia Planetarioen Taldeko zuzendariak. “Eta ur likidoa badago, biziaren osagai funtsezkoetako bat izanik, nabarmen handitzen dira Marten bizia aurkitzeko aukerak”. ●

Garuneko hainbat asaldurak oinarri genetiko bera izan dezakete

Garuneko hainbat asalduraren korrelazio genetikoa aztertu du nazioarteko ikerketa-talde batek, milioi bat pertsona baino gehiagoren genomak alderatuta. Ondorioztatu dute asaldura psikiatriko askok aldaera genetiko berak dituztela, eta asaldura neurologikoak, berriz, desberdinagoak direla bai elkarrekin eta bai asaldura psikiatrikoekiko ere, oinarri genetikoari dagokionez.

Guztira 25 garun-asaldura aztertu dituzte, 265.218 gaixoren eta 784.643 pertsona osasuntsuren genomak alderatuta. Gaixotasun neurologikoetan, alzheimerra eta esklerosi anizkoitza kasu, ez dute ia korrelaziorik topatu. Asaldura psikiatrikoetan, aldiz, korrelazio asko ikusi dituzte. Nabarmenena anorexia mentalaren, nahasmendu obsesibo-kompulsiboaren eta eskizofreniaren artekoa izan da, eta, aldi berean, [eskizofreniak](#) aztertutako asaldura psikiatriko gehienekin lotura duela ikusi dute. Autismoa eta Touretteren sindromea, berriz, salbuespenak dira, ez baitute loturarik gainerako asaldura psikiatrikoekin. ●



Duela 14.000 urteko ogi-hondarrak aurkitu dituzte Jordanian

Duela 14.000 urte, gaur egun Jordania den eremuan, talo-itxurako ogia egiten zutela aurkitu dute Amaia Arranz Otaegui (Kopenhageko Unibertsitatea) eta kideek. Hala, ogia nekazaritzarekin batera sortu zela uste zen arren, aurkikuntza honek erakusten duenez, lehenagokoa da ogia; izan ere, aztarna hauek nekazaritza hasi baino 4.000 urte lehenagokoak dira.



Shubayqa aztarnategian, harrizko labe moduko batean aurkitu zituzten ogi-hondarrak. ARG.: Alexis Pantos.

Shubayqa aztarnategian, ehiztari-biltzaile natufiarraren aztarnategi batean, erretako elikagai-hondarrak aurkitu zituzten ikertzaileek, harrizko labe moduko batzuetan. Hondar horiek aztertuta ikusi dute taloen gisako egitura porotsua dutela, eta zekaleez eta bestelako sustrairen batzuez osatuta zeudela. Gainera, osagai horiek aurrez ehotuak izan zirela ere ondorioztatu ahal izan dute. ●



[Albiste gehiago webgunean](#)

Erreka idorrek CO₂-aren igorpen globala handitzen dute

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia

Orbelaren deskonposaketa oinarrizkoa da karbonoaren ziklo globalean, baina, duela urte gutxi arte, ez zen kontuan hartzen errekek prozesu horretan zuten eragina. Lurreko eta itsasoko ekosistemetan bakarrik oinarritzen ziren kalkuluak. Azken hamar urteetako ikerketek, ordea, frogatu dute errekek errektore biogeokimiko handiak direla eta karbo-

no asko isurtzen dutela atmosferara. Nazioarteko ikerketa bat urrats bat harago joan da oraingoan: erreken artean, aldizkako errekek edo erreka idorrak deitzen diren horietan jarri du arreta. Izan ere, orain arte zeharo gutxietsi badira ere, aldizka lehortzen diren errekek atmosferara uste baino CO₂-ekarpen handiagoa egiten dutela kalkulatu dute.



Euskal Herriko erreka idorrak aztertu dituzte EHUko ikertzaileek. Zaila da erreka lehorretara ura noiz itzuliko den zehaztasunez jakitea; hortaz, erreketan pilatutako materia organikoa jaso, eta laborategian egin dituzte simulazioak. ARG.: Daniel von Schiller.

Daniel von Schiller
EHUko Landare Biologia eta
Ekologia saileko ikertzailea



Arturo Elosegi Iurtia
EHUko Landare Biologia eta
Ekologiako katedraduna



Bat-bateko errektore biogeokimikoak

Erreka bat lehortzen denean, bazterretako orbe-la eta egurra errekaaren ibilgu lehorrean pilatzen joaten dira. Aktibitate biologiko eskasa dago baldintza lehor horietan. “Ura itzultzen den momentuan, ordea, pilatutako materia organiko hori guztia berriz busti eta errektore biogeokimiko bortitza bihurtzen da erreka, inoiz baino gehiago”, adierazi du Daniel von Schiller EHUko Landare Biologia eta Ekologia saileko ikertzaile eta “[1.000 aldizkako erreka](#)” proiektuko diseinatzaileetako batek. “Ordura arte errekan latente zeuden komunitate biologiko asko berraktibatu egiten dira, batez ere bakterioak, baina baita ondoak ere. Aktibitate biologiko eta arnasketa-tasa oso handiak hautematen dira bat-batean, atmosferara CO₂-kantitate handia isurtzen dutenak”.

Aldizkako errekek karbonoaren zikloan duten eragina kuantifikatzen duen lehenengo ikerketa izan da hau. 22 herrialdeetako eta hainbat eremu klimatikoetako 212 erreka idor aztertu dituzte, ia 100 ikertzaileen artean. Eraitza, [Nature Geoscience](#) aldizkarian argitaratu dute: aldizkako erreketara ura itzuli eta orbela bustitzean gertatzen diren CO₂-pultsu ikaragarri horiek kontuan hartzen badira, eguneko CO₂-igorpena % 10 handitzen da. “Izan ere —gaineratu du von Schillerrek—, erreka idorrek munduko erreken azaleraren ia erdia hartzen dute”.

Euskal Herriko erreka idorrek

Euskal Herrian ere, aldizkako errekek pentsatzen duguna baino askoz arruntagoak direla dio Arturo Elosegi EHUko Landare Biologia eta Ekologiako katedradun eta proiektuko ikertzaileak: “Leku

hezeenetan ere, erreka idorrek egon badira. Lan honetan Euskal Herriko bi muturrak ikertu ditugu —Bardeak eta Arantzazu—, eta bai batean, bai bestean, erreka idorrek lehortu egiten dira tarteka”.

Klima-aldaketak erreketan duen eragina aipatu du Elosegiak: “Klima-aldaketaren eredu guztiek esaten dute klima muturrekoagoa bihurtzen ari dela, bipolarra: euri-jasa gogorragoak eta lehorte luzeagoak izango ditugula. Horrek dakarrena da erreka gehiago lehortzea, eta, gainera, maizago lehortzea”.

“Euskal Herriko leku hezeenetan ere, erreka idorrek egon badira”

Bestetik, uraren giza ustia ketaren ondorioak nabarmendu ditu: “Leku askotan ura kentzen diogu ibaiei: isurialde mediterraneoan erregadioen bidez, eta isurialde atlantikoan aprobetxamendu elektrikoak ditugulako. Horien eraginez, erreken emaria murriztu egiten da, batzuetan errekek guztiz lehortze-raino, legez kanpokoa bada ere. Emaria murriztean, sedimentu asko pilatzen dira eta, neurri batean, erreka idorrek bezala funtzionatzen dute”.

Giza jardueren ondorioz aldizkako errekek gero eta arruntagoak izango direla ikusita, eta CO₂-aren igorpenean duten eragina jakinda, haien karbono-ekarpenean aintzat hartzeko deia egiten du aipatutako ikerketak. ●

Arantza Aldezabal Roteta

Biologian doktore



“Bizidunen estrategiak ezagututa eta modu egokian erabilia, uste dut asko irabaziko genukeela”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Pasai Antxon jaioa, 1967an. Biologian doktore da, eta irakasle- eta ikertzaile-lanetan dabil, EHUko Landareen Biologia eta Ekologia sailean. Aitortu duenez, galderak oso zailak iruditu zaizkio, eta, gainera, lehen galderan hiru biltzen direla ohartarazi digu; harentzat, oso esanahi desberdina dute harritzeak, asaldatzeak eta txunditzeak. Hala, haietako bakoitzari erantzun dio.

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

Askori bezala, teknologia berrien garapenak harritu nau gehien. Lan egiten dudan bi arloetan, ikerketan zein irakaskuntzan, izugarritzko aldaketa ekarri du. Eta horrek sentimendu kontrajarriak eragiten dizkit: batetik, uste dut aukera handiak irekitzen dizkigula, baina, bestetik, kezka ere sortzen dit nora ote goazen eta nora iritsiko garen.

Asaldatu, berriz, sutan jartzen nau ikusteak lehia-kortasuna gailentzen dela printzipio etikoen gaitetik, bereziki ikerketan, eta kooperaziora baino konfrontaziora jotzea dakar horrek, tamalez. Irakaskuntzan, bestalde, ikasleen interesa gutxiesten duten irakasleen jarrerak asaldatzen nau.

Azkenik, txunditu, naturak txunditzen nau oro har; bereziki, goi-mendiko ekosistemek: bertako biodibertsitateak eta landare zein animalien bizi-estrategiak...

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Dezente kostatu zait erantzuna mamitzea, baina uste dut kontsumo-ohiturak eta ereduak aldatzea dela benetan nahiko nukeena. Adibidez, oso arduratuta nago elikagaien ekoizpen-sistema intentsiboekin, janarien jatorrieekin, eta gustatuko litzaidake elikadura-burujabetzaren alde egitea, lurraldeari loturiko ekoizpen-sistema jasangarriak lortuko litzuketean formulak topatzea.

Horretarako ezinbestekoa da ekosistemetako sare trofikoa ongi ezagutu eta ulertzea. Erabat argitzea zer mekanismo gertatzen diren ekosistema horietan, elikagaiak birziklatzeko eta ekoizpena dibertsifikatua eta aberatsa izan dadin; beti ere, lekuari (lurraldeari) berari garrantzia emanez (bertan bertakoa) eta naturak berak ematen dizkigun estrategiak erabiliz. Esate baterako, bizidunen artean sinbiosiaren adibide ugari daude baliagarriak. Estrategia horiek ezagututa eta modu egokian erabilia, uste dut asko irabaziko genukeela. Gainera, ekoizpen horrekin dena lotzen da: kultura, lurra, paisaia, pertsonak... ●

Edurne Larraza Mendiluze

UEUko Informatika saileko arduraduna
eta EHUko irakasle eta ikertzailea



Sare neutral bat litzateke irtenbidea

Via campesinaren elikadura-burujabetzaren definizioa moldatuz, herri edo komunitate bat teknologikoki burujabe bada, "badu nagusitasuna merkataritza-auzien gainetik teknologia eta teknologien ekoizpena kontrolatzeko". Baina zein da horretarako bidea?

Maiatzaren 17an, UEUko Informatika sailak antolatu ohi duen Informatikari Euskaldunen XI. Bilkuran, egun betez aritu ginen gaiaren inguruan. Domeinu propioa edukitzea garrantzitsua den arren, burujabetza teknologikoa askoz haratago doa, eta, horregatik, mintzagai izan genituen azpiegitura teknologikoak eta komunikazio-burujabetza, hezkuntza teknologikoa eta teknologia hezkuntzan, segurta-

suneta eta pribatutasuna, eta herri eta herritar burujabeagoak izateko ezinbestekoa den softwarea. Lau arlo dira, eta egunean zehar ikusi genuen moduan, lotura ugari dituzte. Besteak beste, guztietan dute berebiziko garrantzia *komunitate, libre* eta *publiko* gisako kontzeptuek.

Azpiegiturei dagokienez, adibidez, ustiapen pribatua nagusi den garai honetan, negozioaren planotik eskubideen planora pasatu eta sare-azpiegiturak XXI. mendeko eskubide unibertsal izan daitezten, ezin da operadoreen esku utzi azpiegiturak kudeatzeko eta sortzeko ardura. Irtenbidea litzateke zenbait eragileren artean sare neutral bakarria sortzea, gerora operadoreek zerbitzua emateko erabiliko dutena. Eredu eta azpiegitura komunitarioen adibide da Izarkom, Kataluniako guifinet proiektuan oinarritutako eredu lantzen duena: tokian tokiko eragileek sare propioa egin eta beste sareekin interkonektatzea, hain zuzen ere. Horrelako proiektuak irakasgai interesgarri izan daitezke burujabetzarako bidean politika propioak garatzeko, haiek ahalbidetuko baitute bereizketarik ez egotea hiri eta landa-inguruneetako biztanleen artean. ●



Olatz Arbelaitz Gallego

UEUko informatika saileko kidea
eta EHUKo irakasle eta ikertzailea

Denok daukagu zer egina

Ikasten dugunaren isla izango gara, eta, beraz, burujabetza teknologikorako bidean ezinbestekoa izango da hezkuntzatik hastea: azpiegituren erabilera jasangarria sustatzea, posta elektronikorako eta sarean informazioa gordetzea; google uztea ahalbidetuko diguten azpiegitura publikoak eta software lokalizatua erabiltzea, eta segurtasun eta pribatutasunaz gogoeta egitea. Software libre eta tresnen hizkuntza-aukera jakinak erabiltzera derrihortuz eragin dezakete instituzioek, baina ardura banatua dago, denok daukagu zer egina.

Segurtasunaren alorrean, alderdi filosofikoak ere kontuan hartu beharko lirateke. Adibidez, gaur egun garatzen ari diren IoT eta hiri edo gailu adimendunetan sortuko diren segurtasun-arazoez hausnartu beharko genuke. Izan ere, azpiegitura kritikoei eginiko erasoek zuzen-zuzenean eragiten diote gizartearen ongizateari; burujabetzaren aurkako erasoak dira. Norbanakoek sen ona erabili beharko

dugu: pasahitz egokiak jarri, jasotzen dugun informazioarekin kritiko izan eta gure datuak babestu beharko ditugu, nortasun digitala lapurtzen badigute kalte handia egin diezagukete eta. Azpiegituren kasuan, berriz, jabeak bermatu beharko luke segurtasuna, zeina funtsezkoa izango baita pribatutasunarekin batera.

Azkenik, informatikak datuak prozesatzen ditu, oro har, eta hain lagungarri zaizkigun Hizkuntza Teknologiek, adibidez, garatzeko datu irekiak edo publikoak behar dituzte, guk maiz enpresa erraldoien esku jartzen ditugunak. Gobernuak ere irekia behar luke izan, gardentasuna, parte-hartzea eta elkarlana izanik ardatz eta garrantzitsu eginez zuzenean parte hartzeko sistema digitalak. Burujabetzak datu libreak (datu-burujabetza) behar ditu, azpiegitura eta software libreaz gain, eta garrantzitsua da horiek euskaraz izatea eta erabiltzea. Ea hurrengo IEBrako euskarazko software librearen gunen bat martxan egotea lortzen dugun! ●

Elisa Sainz de Murieta Zugadi

Geologoa

“Trantsizio energetikoa gertatu gertatuko da. Kontua da hori garaiz lortzeko gai izango ote garen”

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia
Argazkiak: Aritz Loiola/@Argazkipress



Elisa Sainz de Murietak klima-aldaketaren ondorioz gertatuko diren inpaktuak eta klima-aldaketaren egokitzapen-politikak ikertzen ditu BC3 Basque Centre for Climate Change-n eta Londresko Grantham Research Institute-n. Zientzialarien esanetan, badira gutxienez 800.000 urte ez zela halako CO₂-kantitaterik pilatzen Lurreko atmosferan, eta, gainera, handitzen jarraitzen du. Horrek guztiak Euskal Herrian izango dituen ondorioak aztertu ditugu Elisarekin. Ondorioei aurre egiteko prest egon behar dugula dio.

Lurreko klima ez da inoiz izan estatikoa. Ez al da egon klima-aldaketaz betea?

Epe gertukoenerari begiratzen badiogu, alegia, azken 2,6 milioi urteei —Kuaternarioa—, klima-aldaketa asko izan dira, baina, gehienez, 6-8 °C-ko aldea izan da glaziazioen eta interglaziazioen artean. Azken interglazialean, hau da, azken bi glaziazioen arteko tarterik beroenean, orain baino 2 °C gehiago baino ez zegoen Lurrean.

Zergatik gertatu ziren aurreko klima-aldaketa haiek, eta zer ondorio izan zituzten?

Gizakiok azken 140 urteotan eragin dugun klima-aldaketa ez bezala, arrazoi astronomikoak daude Kuaternarioko klima-aldaketa guztien oinarrian. Temperatura-aldaketak eragin dituzte Lurraren konfigurazioan eta parametro orbitaletan gertatutako aldaketa bortitzek. Eta, haietan guztietan, desagertu egin dira egoera berrira egokitu ez diren espezie guztiak.

Orain dela gutxi atera da artikulua zientifiko bat, esaten zuena gizakia lurrean agertu denetik ornodunen %80 desagertu dela. Oso espezie arrakastatsua gara, beste espezieen kalterako. Ez dugu lortu mundu honetan orekan egotea. Orain ere, azken ehunka mila urteetako grafikoetatik kanpo dago, guztiz, atmosferan dagoen CO₂-a.

Baina nire tesi-zuzendari izandako Alejandro Zea-rretak dioen bezala, "Lurrari berdin zaio hori. Milioi bat urte barru, geruzatxo bat izango gara gu.

Geruza geologiko txiki bat, besterik ez". Arazoa da arriskua dagoela bititza aldatzeko eta guk ulertzen dugun bezalakoa ez izateko.

Euskal Herrian zer ondorio ikusiko ditugu epe labur-ertainean?

Bero-boladak egongo dira, gero eta gehiago, eta luzeagoak. Kontua ez da egun batean 40 °C ja-sango ditugula, baizik eta zenbat egunez pairatuko ditugun 40 °C. Zeren luzatzen bada, gorputzek ez dute berreskuratzeko gaitasunik. Ikusi behar da nola lagundu kolektibo zaurgarrienei: haurrak, nagusiak eta gaixorik daudenak (kardiopatiak eta ar-nasketa-arazoak dituztenak, esaterako). Batez ere hirietan gertatuko da arazo hori. Hiriek bero-kon-tzentrazio handia dute, berdegune gutxi eta asfalto asko dutelako. Beroa pilatu egiten da.

Beroarekin, patogeno berriak ere azal daitezke, hala nola janariarekin eta urarekin erlazionatutako *salmonella*, baita gaixotasunak eramaten dituzten bektore berri batzuk ere: eltxoak, akainak... Ikusi da, jada, akainen hedapena zabaltzen ari dela. Gehiago daude orain, eta lehen ez zeuden tokietan azaltzen ari dira. Eta entzefalitis-mota bat garraiatzen dute.

Itsas mailaren aldaketari dagokionez, kostaldea izango da gune oso ahula. AZTIk egindako iker-keten arabera, hondartzek atzera egingo dutela aurreikusten da, baita padura-ekosistemek ere. Gure kostaldea eremu konplexua da, ezin baitugu atzera egin. Gogoratu 2014ko kostaldeko ekaitza:



“Haragi-kontsumoa murriztea da norberak egin dezakeen ekintza bat, klima-aldaketan inpaktu handia izan dezakeena”

Bermeoko dikea apurtu zen, eta Zarautzen ere irudi gogorak ikusi genituen. Itsas mailaren igoe-raren ondorioz, olatuek gero eta eragin handiagoa dute. Prest egon behar dugu gero eta maizago aurre egiteko horrelakoei.

Baliabide hidrikoei dagokienez, EHuko Iñaki Antigüedaden taldeak dio hidrograma muturretara joaten ari dela. Neguan euri-jasa handiagoak espero dira herri batzuetan, eta udan, ur-eskasiak, beste herri batzuetan.

Ekosistemetan ere aldaketa handiak egongo dira. Ekosistema asko eremu jakin batzuetara egokituta daude. Adibidez, haritzak garaiera eta tenperatura jakin batzuen arabera banatzen dira, eta pagoak, beste batzuen arabera. Hortaz, aldaketak oso azkar-rak badira, benetako arazoak izan ditzakete gune berriak kolonizatzeke. BC3n, zuhaitzen hilkortasun-tasa ikertzen ari diren bi aditu ditugu. NEIKERen ere aztertzen ari dira nekazaritzarako zenbait fenotipo, eta nola saihestu inpaktu batzuk, fenotipo berriak landatuz.

Etsipenak jo aurretik, badago zerbait gutako ba-koitzak etxean egin dezakeena, gobernu eta en-presa handien negoziaketetatik haratago?

Galdera zaila da. Euskal Autonomia Erkidegoan isuriak sortzen dituen sektore nagusia energiarena da; bigarrena garraioa, eta hirugarrena industria. Europatik etorri diren energia-eraginkortasuneko arauak eragina izan dute industrian: asko hobetu dira, duela 20 urtetik hona. Baina energiaren sek-torea eta garraioa zailak dira. Batez ere, garraioa, sektore lausoa baita. Zati bat zama-garraioari dagokio, baina herritarrok egiten ditugun bidaiei

dagokie gainerako guztia. Eta elektrizitatea nork kontsumitzen du? Industriak bai, baina guk guztiok ere bai. Aldatzeko zailenak diren bi sektoreak dira, justu, guk alda ditzakegunak.

Norberak zer egin dezakeen? Energia-kontsumoa murriztu, argindarra sortzean eragiten diren isuriak gutxitzeko. Ohartu zer energia-iturri erabiltzen ari diren gure argindarra sortzeko. Gaur egun, gure etxeko kontsumorako energia berriztagarriak hau-tatzeko aukera ematen dute energia-enpresek eta kooperatibek. Egun, jada ez dago arrazoi ekono-mikorik energia-iturri berriztagarriak ez hautatze-ko, erregai fosilen ordeztu. Gure esku dago.

Baina jarrera-aldaketa izugarria behar da, izuga-rria, eta nik ez dut konfiantza behar den abiaduran egingo dugunik. Uste dut politikak behar ditugula, garraioa antolatzeke, adibidez. Europako hiri asko-tan sartzeko bidesariak edo mugak jartzen ari dira jada autoei.

Eta hirugarren gauza bat ere egin dezakegu, nahiz eta polemikoa den: haragi-kontsumoa murriztea. Dieta aldatzea da norberak egin dezakeen ekintza bat, inpaktu handia izan dezakeena. Abeltzaintzak sortzen duen CO₂-az gain, deforestazioa eta bio-dibertsitatearen galerarekin erlazionatuta dagoen arazoa da. Haragia ekoizteko modua oso ondo az-tertu behar dugu, eta modu jasangarrian sortzen diren haragiak aukeratu.

Turismoak ere uste genuena baino eragin handia-goia duela ikusi da, ezta?

Bai. Gainera, gero eta gehiago bidaiatzen dugu, batez ere hegazkinez. Hor erronka zailak daude:



“Herri bakoitzak analisi bat egin beharko du aurreikusteko zerk eragingo dion bereziki. Funtsezkoa da”

autoen elektrifikazioa errazagoa da, baina hegazkinen alternatibarik ez dago mahai gainean. Hortaz, zer neurri har daitezke? Bada, gustatzen ez zaigun bat, adibidez, tasak jartzea, eragiten ari garen kaltea ordaintzeko; alegia, bidaiak garestitzea.

Zer nolako gaitasuna izango du Euskal Herriak datozen aldaketetara moldatzeko?

Nire ustez, herri bakoitzak analisi bat egin beharko du aurreikusteko zerk eragingo dion bereziki. Funtsezkoa da. Kostaldeko herriek arazo batzuk izango dituzte; barrualdekoek, beste batzuk. Zenbait herritan, uholde-arriskua handituko da; hirietan, berdeguneak handitu beharko dituzte... Hemendik aurrera, udalerrri batek bere hiri-plana prestatzen duenean, klima-aldaketaren aldagaia txertatu behar du jada, bestela ez da prest egongo klima-aldaketari aurre egiteko. Londresko Tamesis estuarioan badago azpiegitura handi bat, 1980ko hamarkadan egin zena, uholdeei aurrea hartzeko. Hori aurreikusi zenean, epe luzerako egitura zenez, oso probabilitate baxuko baina inpaktu handiko gertakariak ere hartu ziren kontuan, azpiegitura diseinatzean. Guk ere aztertu beharko dugu zer gerta daitekeen, eta prest egon.

Une honetan, auziak jarri dizkiete gobernu eta erregai fosilen enpresei. Zer iritzi duzu zuk?

Gogora etorri zait Peruko nekazari bat, laku baten bazterrean bizi dena. Klima-aldaketaren ondorioz, eta hango elurra urtzearen ondorioz, lakuak gainezka egin eta herria arriskuan egon zitekeela ikusten zuen nekazariak. Hori esanez azaldu zen klima-aldaketaren inguruko goi-bilera batean, eta Germanwatch taldekoek Alemaniako auzitegi batera lagundu zioten. Esan zioten Alemanian dagoen

petrolio-konpainia batek % 0,03ko erantzukizuna duela CO₂-aren isuri globaletan. Nekazariak kalteordaina eskatu zuen azpiegitura bat egiteko. “Zergatik ordaindu behar dugu guk? Guk ez dugu eragin klima-aldaketa”, zioen. Orain auzitegiaren erantzunaren zain dago. Klima-aldaketaren arazo handi baten erakusle da: ardura gutxien duten herrialdeek jasango dituzte inpaktu handienak.

Auzi horrek badu nolabaiteko antza tabako-enpresen aurkako garai bateko auziekin: enpresek bazekiten tabakoak minbizia sortzen zuela, baina ezkutatu egin zuten. Eta orain jakin da petrolio-konpainiek ere bazekitela klima-aldaketa eragiten ari zirela; nahita ezkutatu zutela, eta, gainera, kanpainak bultzatzen zituztela hori nolabait estaltzeko. Azpikeria horri eutsiz, bost petrolio-konpainia nagusiak salatu ditu New York hiriak ere. Ikerketa handi bat egin da, eta kalkulatu dute petrolio-konpainia bakoitzak zer erantzukizun zuen isurietan. Datu horiek eskuetan, New Yorkekoek zera diote: “Milioi askoko egokitzapen-plan bat egin behar dugu hirian. Zergatik ordaindu behar dugu New Yorkeko biztanleok?”

Gertatzen dena da petrolio-konpainiek sortzen duten erregai eta gasolina guk geuk erabiltzen ditugula. Gai konplexua da. Auzi gehienak ez dira aurrera ateratzen, baina balio dezakete enpresa handien irudian eragiteko, eta, hala, trantsizio energetikoa bizkortzeko. Izan ere, trantsizio energetikoa gertatu gertatuko da: energia berriztagarriekin, ibilgailu elektrikoekin... Kontua da hori garaiz lortzeko gai izango ote garen, ondorio okerragoak eragin aurretik. ●



Leiho berriak unibertsora

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Unibertsora begiratzeko leiho erabat berriak irekitzen ari dira; grabitazio-uhinak direla, neutrinoak direla... Eta betiko leihoak ere, argia, irrati uhinak eta abar jasotzen dituzten horiek, nabarmen hobetzen ari dira. Leiho horietatik guztietatik, gero eta gauza gehiago ikus ditzakegu, gero eta urrunago ikus dezakegu.



Atacamako basamortuan (Txile), 5.000 metroko altueran, dago unibertsoa begiratzeko leiho onenetako bat: ALMA, 66 antenaz osatutako irrati-teleskopioa. ARG.: Y. Beletsky (LCO)/ESO.

“Jaun-andreok, grabitazio-uhinak detektatu ditugu. Egin dugu!” esanez hasi zuen David Reitze LIGOk zuzendari exekutiboak aurkikuntzaren berri emateko prentsaurrekoa, 2016ko otsailean. “Hilabeteak behar izan ditugu benetan grabitazio-uhinak zirela jakiteko, baina zirrargarriena hemendik aurrerakoa da. Leiho bat irekitzen ari gara unibertsoa”.

Azken urteotan ireki den leiho garrantzitsuenaz ari zen. “Kontzeptualki leiho guztiz berria da —dio Miguel Querejeta Pérez ESOko astrofisikariak—; besteak beste, egiaztatu zuelako espektriko elektromagnetikotik kanpo astronomia ikertzea posible dela”.

[Lehenengoz grabitazio-uhinak detektatzea](#) lortu zuten LIGO behatokia (Estatu Batuak). Einsteinek ehun urte lehenago iragarri zituen uhin haiek zuzenean neurtu ziren, lehenengoz. Einsteinen teoria baieztatzea ez zen gutxi, baina aurkikuntza hura askoz gehiago ere izan zen. “Teknologikoki lorpen izugarria izan da —azpimarratzen du Jon Urrestilla Urizabal EHUko kosmologoak—; neurtzen dutena [grabitazio-uhinek interferometroaren besoetan eragindako deformazioa] protoi bat baino 10.000 aldiz txikiagoa da. Eta hain gauza txikia neurtzean, ari gara neurtzen oso urrun dauden bi zulo beltzek egiten duten dantza, elkarrekin fusionatzean”.

VIRGO interferometroa (Italia)
 2017ko abuztuan jarri zuten
 martxan. Nabarmen hobetu zuen
 horrek LIGO behatokiko (Estatu
 Batuak) beste bi interferometroek
 irekitako leihoa. ARG.: The Virgo
 collaboration/CCO 1.0.

Horixe izan zen leiho hartatik ikusi zen lehen ikuski-zuna: bi zulo beltzen arteko talka. "Pentsatzen zen lehenengo ikusiko zirenak neutroi-izarrak izango zirela. Uste genuen neutroi-izar askoz gehiago zeudela, zulo beltzak baino, eta lehenengo lau detekzioak zulo beltzenak izan ziren", azaltzen du Urrestillak. "Gainera, neurtu ziren zulo beltz horien masak ez ziren tipikoak. Beraz, orain pentsatu behar dugu zergatik dauden uste genuena baino zulo beltz gehiago, eta nola sortzen ote diren horrelako zulo beltzak".

Hainbat leihotatik begira

2017ko abuztuaren 17an iritsi zen neutroi-izarren txanda. Grabitazio-uhinak detektatzen ziren bosgarren aldia zen, eta LIGOn eta martxan jarri berria zen VIRGO (Italia) detektatu ziren. Gainera, beste hainbat leihotatik ere behatu ahal izan zitzaion neutroi-izarren talka hari. Grabitazio-uhinak iritsi eta 1,7 segundora, gamma-izpiak iritsi ziren, eta, ondoren, X izpiak, ultramoreak, optikoak, infragorriak eta irrati-uhinak. "Hori sekulakoa izan zen —nabarmetzen du Urrestillak—; lehenengo aldiz ikusi genituen prozesu beretik datozen grabitazio-uhinak eta uhin elektromagnetikoak guregana heltzen".

Einsteini berriz ere arrazoia eman zion, gainera, behaketa horrek. Izan ere, badira Einsteinen teoria aldatzea proposatzen duten teoria batzuk, $f(R)$ teoriak, energia eta materia iluna azaltzen saiatzeko, besteak beste. Teoria horietako askok iragartzen dute grabitazio-uhinen eta argiaren abiadura ezberdinak direla. Einsteinen arabera, berriz, berdina dira. Bada, behaketa hark frogatu zuen Einsteinek arrazoi zuela. "Beraz, $f(R)$ teoria horiek ez dute balio;





“Grabitazio-uhinen leihotik egindako lehen begiradek emaitza garrantzitsuak eman dituzte, baina ia dena aurkitzeko dago”

argi gelditu da materia eta energia iluna ulertzeko bidea ez dela hori”, azaltzen du Urrestillak.

Bestalde, “neutroi-izarren talka batean gertatzen dena ulertzeko, Einsteinen teoriez gain, energia altuko fisika ere behar da”, gehitu du kosmologoak. Eta, kasu honetan ere, aurreikusitakoa bete da: “Simulazioek esaten zuten dentsitate handiko bi izarren artean talka bat gertatzean, denbora jakin bat beharko zela gamma izpiak ateratzeko, eta hain justu, aurreikusitako denbora-tarte horren aldeare-

kin iritsi ziren grabitazio-uhinak eta gamma izpiak. Grabitazio-uhinek arrazoia eman diete Einsteini eta energia altuko fisikari”.

Querejeta ere guztiz bat dator behaketa horren garrantziarekin, eta eman dituen bi emaitza garrantzitsu azpimarratzen ditu: “Batetik, gamma izpien ez-tandak misterio bat ziren, ez genekien zein fenomeno fisikok sortzen zituzten gamma izpien ez-tanda motzak, bereziki. Eta honek baieztatu egin du bi neutroi izarren talkak sortzen dituela. Bestetik,

James Webb espazio-teleskopioa prest dago, jaurtiketa-dataren zain. Behin eta berriz ari da atzeratzen, baina, behin bere lekuan jarritakoan, unibertso gaztea ikusi ahal izango da handik. ARG.: NASA/Desiree Stover.



Miguel Querejeta Pérez
ESO Europako Hego Hemisferioko
Behatokiko astrofisikaria



Jon Urrestilla Urizabal
EHUko kosmologoa



hainbat elementu astunen sintesi-prozesua (R prozesua) supernobatan gertatzen zela uste genuen, baina honek erakutsi duenez, badirudi gehiena neutroi-izarren talkatan gertatzen dela”.

Grabitazio-uhinen leihotik egindako lehen begiradek emaitza garrantzitsuak eman dituzte bai, baina ia dena aurkitzeko egon daiteke oraindik. Leiho horretatik nola begiratu ere ikasi egin beharko da. “Ez dakigu zer aurki dezakegun —dio Querejetak—; espero dezakegu esperogarria ez dena ere”. Halaxe uste du Urrestillak ere: “seguru, imajinatzen ez ditugun gauza berriak ikusiko ditugula”.

Lehen leihoak hobetzen

Grabitazio-uhinena ez da gauza berriak erakutsiko dizkigun leiho bakarra. Esaterako, Querejetaren leiho kuttuna ALMA da: “Astronomian hasi nintzenetik, irrati-uhinekin egin dut lan, eta alde horretatik ALMA leiho paregabea da. Oraintxe ari naiz ALMAk hartutako datuekin lanean, eta benetan datu bikainak dira”.

Atacamako basamortuan (Txile) dago ALMA, 5.000 metroko altueran; 66 antenaz osatutako irrati-teleskopio bat da. 2011n hasi zen antena gutxi batzuekin, baina duela urte pare bat jarri zuten antena-sorta guztia martxan. ALMA baino lehen, uhin-luzera horietan lan egiten zuen teleskopio handiena NOEMA zen (Plateau de Bure, Frantzia), 7 antenarekin. “Alde handia dago —dio Querejetak—; askoz doitasun handiagoa du, eta askoz urrunago dauden objektuak azter ditzakegu”.

Gasa eta hautsa detektatzen ditu ALMAk. Alde bate-tik, oso urrun dauden galaxiak eta quasarrak detek-

tatu ditzake, eta, bestetik zehaztasun handiz azter daitezke disko protoplanetarioak, edo izarrak jaiotzen diren nebulosak. “Izarren jaiotza-prozesua nola gertatzen den astrofisikan erantzun gabe dagoen galdera garrantzitsuenetako bat da”, gogorarazten du Querejetak. “Emaitza garrantzitsuak espero ditugu hortik. Dagoeneko eman ditu batzuk: adibidez, zuzenean detektatu du izar baten inguruko akrezio-diskoa eta han sortzen ari diren planetak”.

Irrati-uhinen alorrean bada beste leiho oso ikusgarri bat. Txinako hego-ekialdean 2016ko udan bukatu zuten FAST irrati-teleskopioa, munduko antena paraboliko handiena. 500 m-ko diametroa du, eta 140 m-ko altuera. Interferentziak saihesteko, inguruan bizi ziren 9.000 herritarrek alde egin behar izan zuten. Kasu honetan, ordea, litekeena da leihoa bera izatea ikusgarriagoa, handik ikusiko dena baino. Halaxe uste du Querejetak: “FAST superlatiboa da, Arciboko munstroa baino handiagoa baita [300 m ditu Arcibokoak]. Lagungarria izan daiteke, baina zaila iruditzen zait hortik iraultza handirik etortzea. Azken finean, VLA interferometroak, adibidez, doitasun handiagoa lortzen du uhin-luzera beretan”.

Askoz leiho txiki eta xumeago batetik emaitza ikusgarria lortu zuten, berriz, joan den otsailan, EDGES proiektuan. Australiako basamortuan jarritako kafe-mahai baten tamainako irrati-teleskopio batekin, [lehen izarren seinalea jasotzea](#) lortu zuten. Big Bangetik 180 milioi urtera hidrogeno-atomoek utzitako seinalea zen, eta erakutsi zuen garai hartarako sortzen hasiak zirela lehen izarrak, baita unibertsoa uste baino askoz hotzagoa zela ere. “Oso ideia burutsua da, eta emaitza benetan polita lortu dute”, dio Querejetak.

Irekiko direnak

Dagoeneko eraikia dagoen baina bere lekuan jar-tzea falta den beste leiho bat ere azpimarratzen du Querejetak: "James Webb espazio-teleskopioa (JWST) NASAren azken altxorra da". Aurten mar-txan egotekoa bazen ere, jaurtiketa atzeratu egin da, baina dena prest dago. "Jaurtitzen duten mo-mentutik, behaketa interesgarriak egiten hasiko da, seguru". Infragorrian lan egiten du, sekulako detekzio-gaitasunarekin. Alde batetik, izarren eta planeten jaiotza aztertzea du helburu, nebulosak eta disko protoplanetarioak hautsez beteta dau-delako, eta hautsak berotzean uhin infragorrietan igortzen duelako energia gehiena. Bestalde, oso urrun dauden galaxiek igorritako argi ikusgaia eta ultramorea infragorrian iristen zaizkigu (Doppler efektuagatik), eta, hala, unibertso gaztea ikusi ahal izango da. "Unibertsoak mila milioi urte inguru zi-tuenean sortutako galaxiak ikusi ahal izango dira", azaltzen du Querejetak.

Eta eraikitze-prozesuan dauden leihoen artean ba-dira beste bi aipagarriak, Querejetaren ustez: "Alde, batetik, SKA interferometroa, gas atomikoa ikuste-ko gai izango dena; eta bestetik, ELT, uhin ikusgaian lan egingo duena, gaur egungo gisa horretako tes-leskopio handiena baino lau aldiz handiagoa".

Urrestillak oraindik eraikitze asko falta den bes-te leiho batekin amesten du, LISArekin. ESAren eta NASAren proiektu bat da LISA interferometroa, eta LIGOk eta VIRGOk bezala, grabitazio-uhinak detek-tatuko litzuzke, baina beste frekuentzia batean. Izan ere, uhin elektromagnetikoetan ultramorea, ikus-gaia, infragorria eta abar ditugun moduan, grabita-zio-uhinak ere maiztasun askotakoak daude. Orain ditugun interferometroek grabitazio-uhin batzuk bakarrik detekta ditzakete, beren hiruzpalau kilo-metroko besoekin.

LISA espazioan jarriko liratekeen disko-itxurako hiru espazio-ontzik osatuko lukete. Hiru diskoak, trian-

gelu aldeberdin bat osatuz, elkarrengandik 2,5 mi-lioi kilometrora egongo lirateke; elkarri laser-izpiak bidalita distantzia hori zehaztasun handiz neurtu-ko lukete, eta, hala, grabitazio-uhinek eragindako aldaketa detektatu. Sekulako erronka teknologi-koa da. "Zaila da, baina esperimentua aurrera doa —azaltzen du Urrestillak—; dagoeneko ESAk or-bitan jarria du disko horien antzeko bat, *LISA Path-finder*, teknologia probatzeko. Eta hemendik 20-30 urtera espero da LISA orbitan egotea".

Gero eta urrunago begira

LISAk inflazioan sortutako grabitazio-uhinak de-tektratuko litzuzke. "Sekulako leihoa litzateke kos-mologiarako, ikusiko genukeelako hasiera-hasie-rako unibertsoa nolakoa zen", azpimarratzen du Urrestillak.

Grabitazio-uhinen leihotik bakarrik ikus daiteke hain urrutira. Izan ere, unibertsoa hasieran elektro-i eta fotoi guztiak aske zeuden, etengabe elkarren kontra talka eginez. Egoera horretan, fotoiek oso bide motza egin zezaketen, eta, ondorioz, ezinez-koa da garai hartako fotoiak (uhin elektromagne-tikoak) gugana iristea. Unibertsoak 300.000 urte inguru zituenean, ordea, elektroiak atomoetan harrapatuta gelditu ziren, eta, orduan, fotoiak zuzen atera ziren. Garai hartako fotoiak hondoko mikrouhin-erradiazio gisa detektatzen ditugu. Hori baino lehenagoko fotoiak ezin ditugu ikusi, baina grabitazio-uhinak bai.

Eta tartean daude neutrinoak. Fotoien gisara, ha-sieran neutrinoek ere ezin zuten ihes egin, baina une bat iristen da neutrinoak ihes egiten hasten direna, eta hori gertatzen da fotoiekin baino askoz lehenago. "Neutrinoen leihoa ere oso interesgarria da —dio Urrestillak—; hondoko mikrouhin-erra-diazioa dugun modu berean, neutrinoen hondo bat ere egongo litzateke, baina asko lehenagokoa".

“LISA sekulako leihoa litzateke kosmologiarako, ikusiko genukeelako hasiera-hasierako unibertsoa nolako zen”

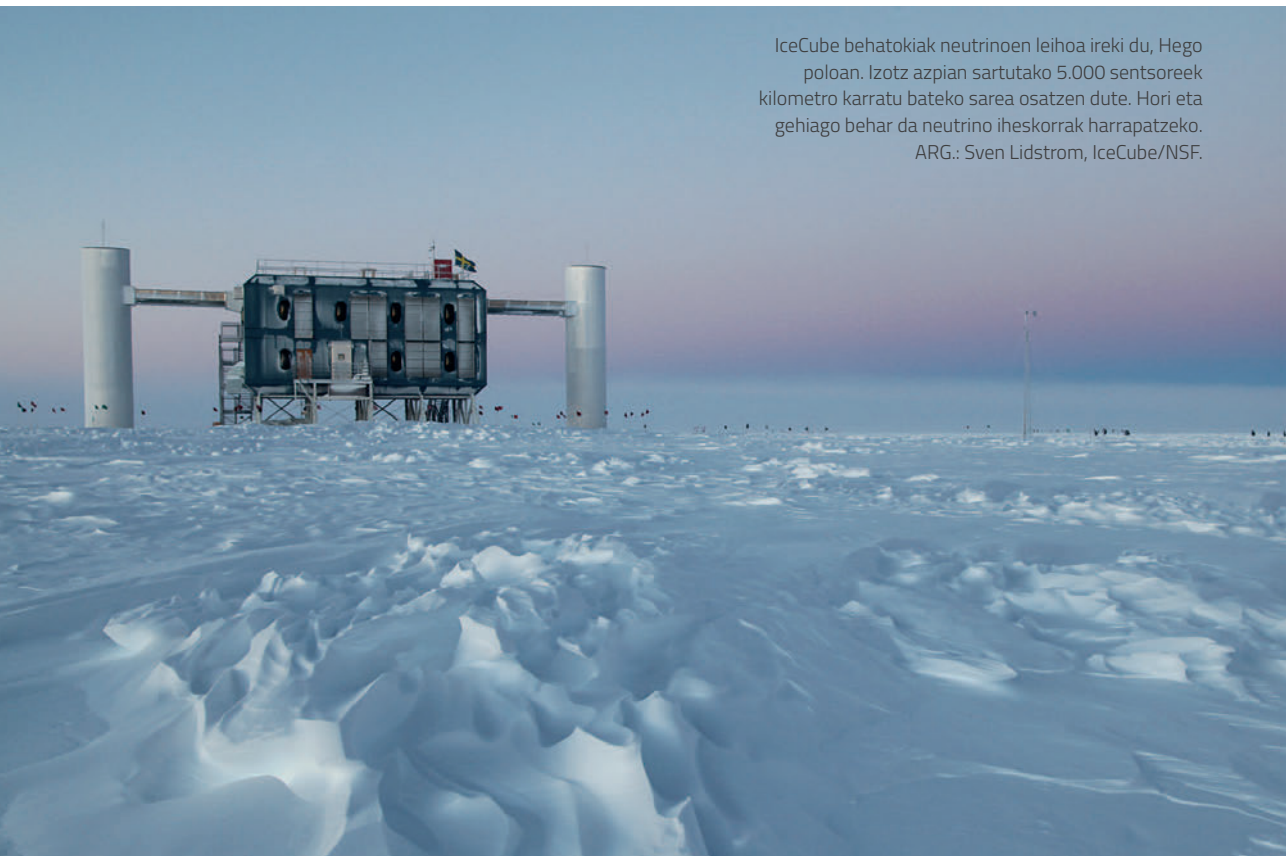
J. Urrestilla

Arazoa da neutrinoak detektatzea oso zaila dela, ez dutelako materiarekin ia elkarrekintzarik. “Hori da neutrinoen abantaila eta desabantaila”, zehazten du Urrestillak. Abantaila, iturritik zuzen-zuzen atera eta milioika argi-urtetan bidaiatu dezaketelako, desbideratu gabe; desabantaila, gure tresnekin ere ez dutelako elkarrekintzarik, eta, ondorioz, detektatzeko oso zailak direlako.

Hala ere, nahiz eta oso gutxitan izan, batzuetan neutrinoek atomoren batekin talka egiten dute. Eta horretaz baliatzen dira neutrino-behategiak; esa-

terako, IceCube behategia, Hego poloan. Izotzean sartuta dagoen sare bat da IceCube, 5.000 argi-sentsorez osatua eta kilometro karratu bateko azalera duena. Neutrino batek izotzeko atomo batekin talka egitean igortzen den argia detektatzen dute sentsore horiek. Oso neutrino gutxi detektatzen ditu, baina, joan den uztailean, behaketa garrantzitsu batzuen berri eman zuten: IceCubera iritsitako [energia handiko neutrino batzuk 3.700 milioi argi-urtera dagoen galaxia batetik](#) zetozela jakitea lortu zuten. Badirudi, beraz, neutrinoekin beste leiho berri bat irekitzen hasia dela. ●

IceCube behatokiak neutrinoen leihoa ireki du, Hego poloan. Izotz azpian sartutako 5.000 sentsoreek kilometro karratu bateko sarea osatzen dute. Hori eta gehiago behar da neutrino iheskorak harrapatzeko.
ARG.: Sven Lidstrom, IceCube/NSF.





Marcus Lucretius etxeko horma-margoak aztertzen, Raman espektroskopia erabiliz.

Ponpeia

zena, dirudiena eta dena, kimikaren eskutik

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Argazkiak: IBeA/EHU



Duela hamar urte, Ponpeiako lagin batzuk analizatzeko gonbidapena jaso zuten EHUko kimikari batzuek. Geroztik, Ponpeian bertan aritzeko aukera izan dute. Dituzten tresnei eta metodologiari esker, hango freskoek iraganetik orainaldira izan duten bilakaera argitzen ari dira, eta etorkizunean ere iraun dezaten bermatzeko lanean ari dira.

Maite Maguregui Hernando, IBeA EHUko ikerketa-taldearen kidea eta Kimikan doktoreak hamar urte daramatza Ponpeiako freskoak ikertzen. Ondo go-goan du nola hasi zen hemengo talde bat, Ponpeiako aztarnategian lanean: "Finlandiako emakume bat ezagutu genuen, Metropolia Unibertsitateko kimikaria bera, eta interes handia agertu zuen erabiltzen genituen tresnekiko metodologiarekiko. Hari esker joan ginen lehenengoz Ponpeiara".

Hain zuzen ere, tresna eramangarriak erabiltzen dituzte, analisiak egiteko. Metodologiaren aldetik, berriz, ez dira mugatzen pigmentuen, morteroaren eta beste elementuen analisia egitera; jatorrian nolakoak ziren, eta nola eta zergatik degradatu diren argitzen ere saiatzen dira. Metropoliko ikertzailea EPUH arkeologia-taldearekin ari zen lanean Ponpeian, eta hangoekin hitz egin zuen, Magureguiren taldea hara joan zedin.

Hala, 2008an horma-margo lagin txiki batzuk jaso zituzten. EHUko laborategian analizatu zituzten, eta emaitzekin "oso pozik" geratu ziren finlandiarrek. 2009an, artikulu zientifiko bat ere argitaratu zuten ikerketa haren berri emanaz.

Ponpeian ikertzeko gonbidapena

Magureguiren tesi-amaierako lana izan zen; horregatik izan zen hain berezia beretzat hurrengo urtean Ponpeiara iketzera joateko gonbidapena jasotzea: "Zirraragarria izan zen. Gero ohitu egiten zara, baina, lehenaldi hartan, adibidez, gogoan dut izugarri hunkitu ninduela ikusteak zeinen gutxi aurreratu dugun. Izan ere, etxeak, kaleak... gaur egun ere halakoak ditugu, baita zebrabideak ere!"

Casa de Marcus Lucretius, alegia, Marcus Lucretiusen etxea ikertzea egokitu zitzaion. Ponpeiako indusketa erregistratuak gutxi gorabehera 1850ean hasi ziren, eta badira ia 170 urte etxe hori induskatu zela, baina ertzetan oraindik geratzen da induskatu gabeko eremua, eta hori aztertzea zuten helburu

EPUH arkeologoen. "Hasiera batean, pigmentuen natura ikertzea zen haien asmoa, baina, hara joan ginenean, berehala ikusi genuen lan pila bat zegoela egiteko", azaldu du Magureguik.



X izpien fluoreszentzia espektrometroaren erabilera, Marcus Lucretius horma-margoak aztertzeko.

Lehen urte hartatik, kudeaketa aldatu da, eta horrek lana egiteko moduan eragin die. Hasieran, Pompeiako aztarnategira ikertzaileak bakarrik sar zitezkeen. Hurrengo urtean, ordea, Europako Bata-sunaren diru laguntza bati esker, Pompeia ikertzeko eta babesteko proiektu handi bat jarri zen martxan (Grande Progetto Pompei), eta, geroztik, kontrola zorrotzagoa da eta dena erregistratuta geratzen da. Laginak batzeko baimenak ere murriztu dira; horregatik, dauzkaten tresna eramangarriak funtsezkoak dira, informazioa gune arkeologikoan bertan lortu ahal izateko. Horrek, lanerako muga batzuk jartzen dizkie, baina, aldi berean, Magureguik ontzat jotzen ditu kontserbaziorako eta zaharbertitzeko Pompeiako Parke Arkeologikoak hartu dituzten irizpideak.

[APUV \(Analytica Pompeiana Universitatis Vasconicae\)](#) proiektua sortu, eta hiru kanpaina egin zituzten Marcus Lucretiusen etxean, 2010etik 2012ra. Gaur egun IBeA taldeko hamar ikertzaile parte hartzen dute proiektu honetan. Horma-margoak aztertzea izan zen taldearen egitekoa. Horrela laburtu du Magureguik han egindako lana: "Erromatarren etxeetan egongela bat egoten zen, *triclinio*-a, eta

hor egoten ziren horma-margo ikusgarrienak eta landuenak. Baina, antzina induskatutako etxeetan, ohikoa da horma-margoetako irudirik ikusgarrienak falta izatea, horretatik askatu eta Napoliko Arkeologia Museora eramaten baitzituzten. Guk zortea izan genuen, aukera izan baikenuen museora joateko. Hala, aztertu genituen gaur egun horman kontserbatzen den horma-margoaren aztarna eta horma beretik ateratako zatia".

Haren esanean, oso interesgarria izan zen, ikusteko zer eragin duen gaur egungo atmosferak material horietan, museoan daude zatiak askoz ere hobeto kontserbatuta baitaude. "Pigmentua aztertzeaz gain, morteroa ere karakterizatzen dugu. Hain zuzen, haren gainean ematen dira pigmentuak, eta hark ere pairatzen du degradazioa: gatzak sortu daitezke, biokolonizazioak... Hortaz, bai pigmentuak bai morteroak aztarnategian eta museoko biltegian izandako bilakaeren arteko desberdintasunak aztertzeko aukera izan genuen".

2012an, arkeologoen Marcus Lucretiusen egin beharrekoa amaitu zuten, eta, beraz, hor bukatu zen baita IBeA taldearen lana ere. Handik denbora batera, baina, Pompeian ikertzen ari zen Valentziako Unibertsitateko talde bat ezagutu zuten, eta haiek elkarlanean aritzea proposatu zieten. Hala, Ariadna etxera joan ziren 2014. urtean, eta hango pigmentuak eta materialak analizatu zituzten.

Zortea aldeko

Eta beste behin ere zortea lagun izan zutela aitortu du Magureguik: "Justu gu han ginela, bisita bat jaso genuen. Kontua da Pompeiaren barruan laborategi bat dagoela, eta han dituztela aztarnategitik ateratako materialak. Oinarrizko ikerketa batzuk egiteko gutxieneko tresneria badute, eta gu ikusi gintuztenean, harrিতuta geratu ziren gure tresnekin eta lanarekin. Orduan, inguru hartako aztarnategien kudeatzaile nagusiarekin hitz egingo zutela esan ziguten, eta horrela lortu genuen hitzarmen bat sinatzeko gonbidapena".

Maite Maguregui Hernando
IBeA EHUko ikerketa-taldearen
kidea eta Kimikan doktorea



Horrenbestez, 2015ean hitzarmen bat sinatu zuten EHUK eta Pompeiako Parke Arkeologikoak, eta, hari esker, hirugarren etxe bat ezagutzeko aukera izan dute: Casa degli Amorini Dorati edo urre-koloreko kupidoen etxea, etxejabearen logelaren horman, urrez estalitako beirazko disko batzuetan kupidoren irudia inskribatutabaitzuten. Eta gaur egun etxe berean jarraitzen dute, hitzarmena 2017. urtera artekoa bazen ere, orain berriro egin baitute, 2020ra arte.

Magureguik dioenez, oso da interesgarria, etxe hori zabalik baitago. "Bisitariak lanean ikusten gaitu,

eta polita da; aldi berean, dibulgazioa egitendugu. Posterrak ditugu informazioarekin, eta galderak ere egiten dizkigute. Era eta leku guztietako pertsonak ezagutzen ditugu, tartean baita kimikariak ere, eta elkarrizketa aberasgarriak sortzen dira".

Tresnak eta teknikak bereizgarri

Jendearen arreta pizten duen alderdietako bat erabiltzen dituzten tresnak dira, eta ez bisitariena soilik: Pompeiako ikertzaileek ere hasieratik erakutsi zuten haiekiko interesa, eta, neurri batean, haiei esker daude han IBeA taldekoak. Magureguik azaldu duenez, artearen eta kontserbazioaren munduan,



Espektrometro infragorri eramangarria erabiltzen, Amorini Dorati etxearen horma-margoak aztertzeko.

teknika ez-suntsitzaileak erabili behar izaten dituzte, eta horrelakoak dira IBeA taldekoenak: “Teknika espektroskopikoak erabiltzen ditugu, eta tresna batzuek, adibidez, pistola-itxura dute, edo antzekoa, eta hormaren gainean jarrita funtzionatzen dute. Ez dugu laginik hartu beharrik, eta tresnek ez dute ondoriorik uzten azalera”.

Erabiltzen dituzten metodoak, berriz, elementalak eta molekularrak dira. “Biek in lortutako datuak konbinatu egiten ditugu. Adibidez, teknika elementalekin ikusten badugu kaltzioa eta sufrea daudela, gero, teknika molekularren bidez, ikus dezakegu igeltsua dagoela aztertutako eremuan. Edo, pigmentuekin, esaterako, zinabrioa, kolore gorria duen pigmentua, merkurio sulfuroa da. Hortaz, teknika elementalekin ikusten ditugu merkurioa eta sufrea, eta molekularrekin, nola dauden egituratuta elementu horiek maila molekularrean”.

Pigmentuen bilakaera

Horrela, pigmentuen gaur egungo egoera ezagutu dezakete. Denboran zehar izan duten bilakaera ikusteko, berriz, oso lagungarria izan zaie Napoliko Arkeologia Museoarekin duten harremana, han gordeta dituzten jatorrizko pigmentuak aztertzeko aukera izan baitute: “Indusketan aurkitu zituzten birrindutako pigmentuak, pigmentu-hautsa, zeukaten zeramika-kalkuak. Hortaz, aztertuta dugu garaiko paleta osoa: gorriak, horiak, berdeak, urdinak... Gehien bat ziren gorriak eta horiak, zuriarekin eta beltzarekin. Gero, xehetasun ikusgarriagoak egiteko, urdinak eta berdeak erabiltzen zituzten. Azkenik, arrosa ere erabiltzen zuten, baina noizean behin baino ez”, azaldu du Magureguik.

Hain zuzen, metodologia bat garatu zuten berriaz kolore arrosa lortzeko baliatzen zituzten koloratzaileen natura zehazteko: “Ikusi genuen landare



EHUko IBeA taldea, Ponpeiako aztarnategian lan egiten.

Artearen eta kontserbazioaren munduan, teknika ez-suntsitzaileak erabili behar izaten dituzte, eta horrelakoak dira IBeA taldekoenak

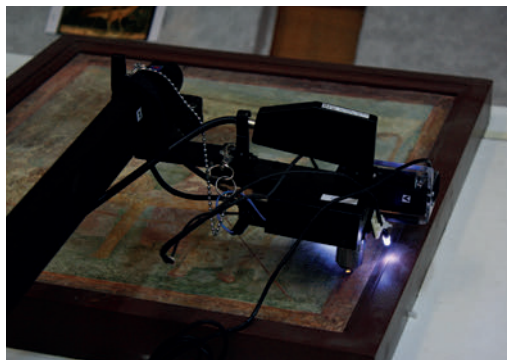
berezi baten sustraietatik ateratzen zutela kolozatzailea, sustraiak egosita. Berez, garai hartan maskor batzuen barrualdetik ere lortzen zuten kolore hori, baina guk aztertutako pigmentuetan ez genuen hura aurkitu, sustraietatik ateratakoa baizik”.

Gainerako guztiak mineraletik ateratakoak eta lur-pigmentuak direla argitu du Magureguik: “Adibidez, gorriak eta horiak lurrak dira, eta asko, hein batean, mineral bolkanikoen aztarnak dituzte. Are gehiago, aztarnategiko lur bolkanikoak aztertzen ditugunean, arreta ez dugu jartzen bakarrik pigmentuetan, begiratzen dugu baita zer eragin jasan duten. Izan ere, erupzioak ondorio nabarmenak eragin zituen margoetan”.

Horitik gorria

Pigmentu okrea jarri du adibidetzat. Okre horia lur-pigmentua da, eta, haren konposizioaren arabera, beroaren eraginez, deshidratatu egiten da. Hala, erupzioan jaurtitako materialak hormak jo zitueanean, temperaturaren ondorioz, okre horia deshidratatu eta kolore gorrikoa bilakatu zen. Horregatik, gaur egun berrehun horma baino gehiago badira ere gorriak, lehen askoz gutxiago ziren, haietako asko berez horiak baitziren.

IBeAren ildoetako bat hori da, hain justu: teknika eramangarri bat garatzea, metodo ez-suntsitzailekin, bereizteko zein diren berezko gorriak eta zein jatorriz horiak zirenak. Hori egiteko, dagoeneko argitaratu dute eredu bat, tresna elementalekin. Hurrengo pausoa eredu molekularra garatzea da, jakiteko zer temperatura pairatu zuen horma baikoitzak. Horretan ari dira orain.



Marcus Lucretius etxearen lehenengo indusketan ateratako fresko-zatiak neurtzen, Napoliko Museo Arkeologikoaren gordailuan.

Sorlekuaren bila

Ikertzen duten beste pigmentu bat zinabrioa da. “Gorria da, baina oso gorri bizia, distiratsua”, zehaztu du Magureguik. Oso garestia zen, “ez baita lurra, minerala baizik, eta ez zuten han inguruan, ekarri egin behar zuten”. Bada, ikertzaile-taldearen helburua da jakitea nondik ekartzen zuten. Dioenez, Espainian badago leku bat, non zinabrioa erauzten zuten erromatarren garaian. Hura izan omen daiteke Ponpeia-ko zinabrioaren sorlekua. Hala ere, Italian bertan ere bada beste meategi bat, hura ere erromatarren garaikoa. Horrenbestez, orain minerala biltzen ari dira gune horietan, gero analizatu eta ikusteko ea argitu dezaketen Ponpeia-koen jatorria.

Horrez gain, beste analisi batzuk ere ari dira egiten zinabrioarekin, denborarekin degradatu egiten baita: gorria zena belztu egiten da. Adibide gisa, Casa degli Amorini Doratiko horma bat aipatu du: “Zuk ikusi eta inork ez badizu ezer esaten, beltza dela pentsatuko duzu. Guk, ordea, badakigu gorria zela.

Iraganean gertatutakoa argitzeaz gain, etorkizunera begira ere egiten dute lan

Beraz, gure asmoa da argitzea zein izan ziren kolore-aldaketa horren eragileak. Badaude hipotesi batzuk, baina, ez dagoenez guztiz garbi, laborategian simulazioak egingo ditugu, analizatzeko eragile bakoitzak sortzen dituen ondorioak”.

Aurrera begira

Iraganean gertatutakoa argitzeaz gain, etorkizunera begira ere egiten dute lan. Esaterako, biozida

bat sortu dute, aztarnategiko landare batzuetatik erauzitako olio esentzialekin. Olio esentzial horiek onddoak hiltzen dituztela frogatu dute, baina oraindik bakarrik laborategian eta onddo jakin batzuekin.

Orain, beraz, proba gehiago egin behar dituzte baieztatzeko Ponpeian ere eraginkorra izango dela eta zein den haren espektroa, hau da, zeini eragiten dien. Horretarako, lehenik probetak sortuko dituzte,



Marcus Lucretiusen etxetik ateratako fresko-zatiak aztertzen, espektrometro infragorri eramangarri baten bidez, Napoliko Museo Arkeologikoan.



Marcus Lucretiusen alboan dagoen Obonius etxeko horma-margoetan zuzeneko neurketak egiten, Raman espektrometroa erabilia, zunda bidez.

Ponpeiako materialen are eta antzekoenekin, eta horren ondoren etorriko da azken fasea: errealitatean probatzea.

Bestalde, morteroarekin ere ari dira egiten probak. Izan ere, Magureguik ohartarazi duenez, Ponpeiako hormetan ezin dira zementoa edo era horretako materialik erabili, "ez estetikagatik bakarrik, baizik eta kalteak eragiten dituztelako jatorrizko hormetan". Horrenbestez, erromatarrek erabili zituztenekin bateragarriak diren materialak bilatzen dituzte. Horrekin batera, erraz kentzeko modukoak ere izan behar dute, etorkizunean material hobeak asmatuz gero, haiekin ordezkatzeko.

Hala, material puzzolanikoak erabiltzen dituzte. Erromatarren garaian, mineral bolkanikoak erabiltzen zituzten, gogortzeko eta indartzeko. IBeAkoen asmoa ere horixe da: morteroen konposizioa aztertuta, ikustea ea lortzen duten antzeko morteroa egitea.

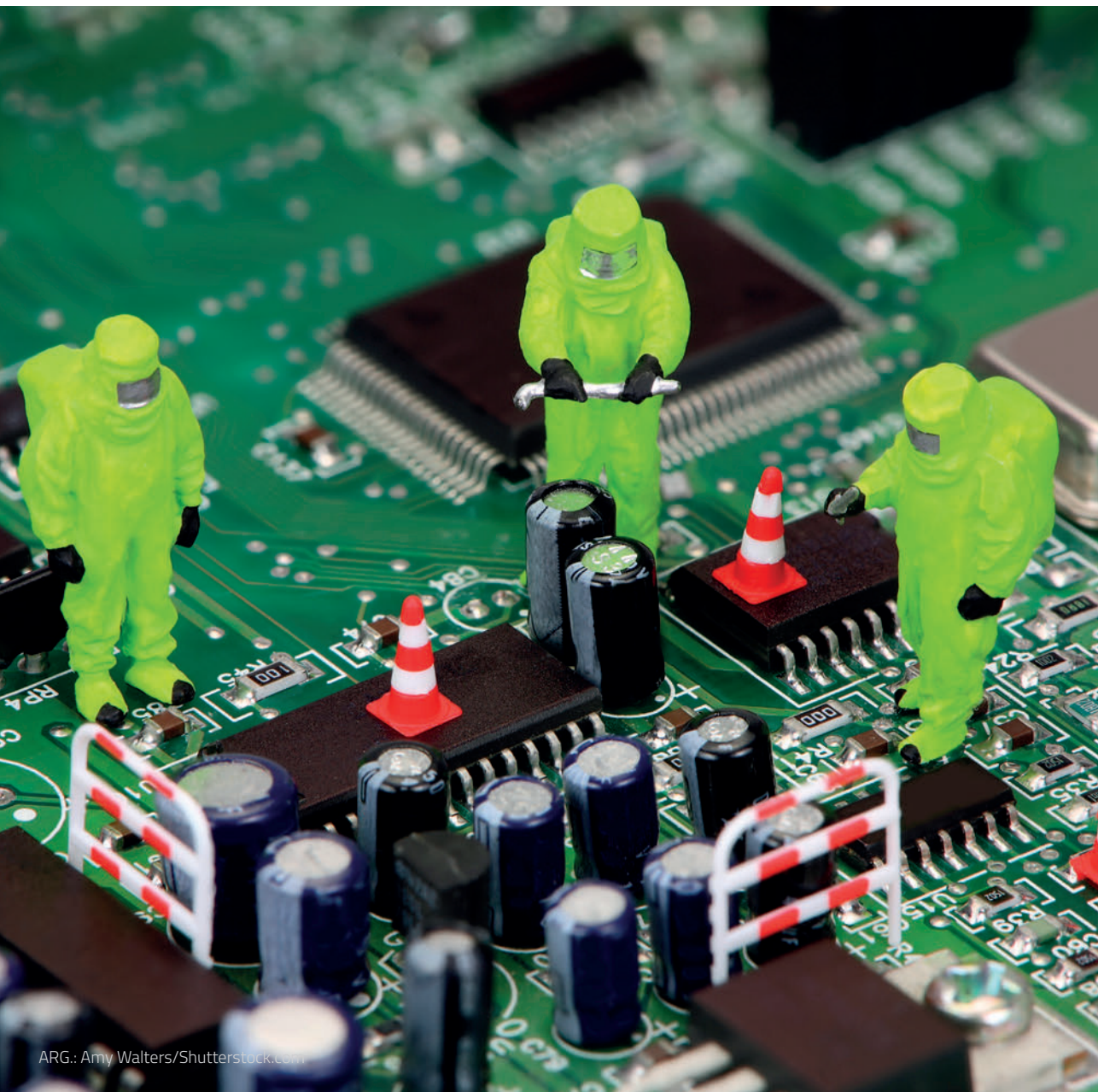
Machu Picchu

Ponpeia alde batera utzita, beste aztarnategi batzuetan ere badabilta IBeA taldekoak. Adibidez, Hector Morillas Loroño Machu Picchuko arkeologia-parkean dabil ikertzen. Besteak beste, hango arroka granitikoak aztertu ditu, eta biokolonizazioaren ondorioak ikertu ditu.

Horrez gain, hango ibilbide inkan dauden babesleku batzuetan, piktogramak eta margoak daude, eta haiek egiteko erabilitako pigmentuak ikertu dituzte. Esaterako, pigmentu beltz, gorri eta laranjetan, ikatza, hematita eta beta-karotenoa detektatu dituzte, hurrenez hurren. Are gehiago: ikusi dute kolore laranja ez zela jatorrizkoa; arrasto horiek algek kolonizatuta daude, eta algen beta-karotenoak ematen diete kolore hori. Hortaz, Ponpeian bezala, dirudiena, dena eta zena bereizteko erabiltzen dute Kimika IBeA taldekoak. ●

Hiriko meatzaritza

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia



Menditik hirira, bide hori egiten ari da meatzaritza. Lehen mendiek ezkutatzen zituzten lehengai baliotsu haiek orain hirietako zabor elektronikoetan pilatzen dira. Milaka milioi tona zabor elektroniko berri urtero, eta barruan milaka milioi euro gordeta. Lehenengo aldiz, Europako zabor elektronikoetan ageri diren metal eta material baliotsuei buruzko datuak bildu dituzte, hirietako meatzaritzari eta metabolismo industrialari bultzada emateko asmoz.

Telefonoak, ordenagailuak, inprimagailuak, kamera digitalak, hozkailuak, ontzi-garbigailuak... 10,5 milioi tona gailu elektriko eta elektroniko sortu zituzten 2016an Europar Batasunak, Norvegiak eta Suitzak bakarrik. Munduan sortutakoaren % 23. Gainera, beste 2 milioi tona bateria eta 7 milioi tona ibilgailu.

Informazioaren gizartearen eta gehiegizko kontsumoaren ondorioak dira, baita industria elektronikoaren joeraren ondorio ere: [gailu elektroniko asko konponezinak dira diseinutik bertatik](#). Are gehiago, birziklatu ezinak, beren atalen miniaturizazioak dakarren konplexutasunagatik. Software berriak oso azkar garatzen direnez, gero eta maizago berritu behar izaten ditugu, gainera. Ondorioa: e-zaborra, tonaka.

Datuak banakoetara ekarriz: gutako bakoitzak 250 kg elektronika, 17 kg bateria eta 600 kg ibilgailu ditugu batez beste —etxeetan, enpresetan eta eremu publikoetan dauden gailu elektriko eta elektronikoak kontuan hartuta—, eta epe labur-ertainean zaborretara botako ditugu ziur asko. Birziklapenez etengabe hitz egiten den garai honetan ere, ezin ahaztu zaborretara botatako gailu elektronikoaren % 76 zuzenean zabortegietan pilatzen direla edo erraustegietan erre.

Ondare bat zaborretan

Munduan urtebetean sortutako 44,7 mila milioi tona zabor elektroniko horietan gai arriskutsu eta kutsakor ugari dago, baina askok beretzat nahiko lukeen altxorra ere bai: 55 mila milioi €, metal preziatuetan eta balio altuko materialetan, Nazio Batuetako Unibertsitateak egindako [txostenaren](#) arabera.

Gutako bakoitzak 250 kg elektronika, 17 kg bateria eta 600 kg ibilgailu ditugu batez beste eta zaborretara botako ditugu epe labur-ertainean

Baliagai baliotsu horien artean daude, esaterako, neodimioa —motorren iman iraunkorrak sortzeko ezinbestekoa—, indioa —pantaila lauetan erabilia— eta kobaltoa —berriz kargatzeko baterietan erabilia—. Datu adierazgarri bat: smartphone soil batek 40 lehengai inguru ditu, horietako asko purutasun handikoak. Purutasun horrek egiten ditu, hain zuzen, baliotsu.

Ibilgailuak ere badira oinarrizko metal sekundarioen iturri garrantzitsua: 213 milioi tona altzairu, 24 milioi tona aluminio eta 7,3 milioi tona kobre dituzte Europan zokoratzen diren ibilgailuek. Gainera, katalizatzaileetan platinoa eta paladioa dituzte, eta osagai elektronikoetan, lehengai kritiko ugari ere. Ibilgailu elektriko gutxi baztertu dira oraindik, baina laster izango dira haiek ere neodimioa, litioa, kobaltoa eta halako lehengaien iturri garrantzitsua.

*Munduan urtebetean
sortutako 44,7 mila milioi
tona zabor elektronikoetan
askok beretzat nahiko
lukeen altxorra dago:
55 mila milioi €*

E-zaborraren mapa

Zaborretan halako ondarea izateak fenomeno bixia sustatu du: meatzaritza menditik hirira mugitzen ari da, hirietan baitago orain lehengai preziaitu gehien. Eta meatzaritza berriaren potentziala ikusita, horretarako erreminta berriak garatu ditu Europar Batasunak: hiriko meatzaritzarako material eskuragarrien lehenengo datu-basea sortu du. ProSUM deitu dio proiektuari, eta [Hiriko Meatzaritzaren Plataforma](#) sortu dute, datuak denon eskura jartzeko.

Orain arte, datuak oso modu sakabanatuan jasotzen zituzten erakunde publikoek, unibertsitateek, industriak eta gobernuz kanpoko erakundeek. Zaila zen ikuspegi osoa izatea. Oraingoan, elkarrekin mapatu dituzte hondakin elektronikoaren eta zaharkitutako ibilgailuen baliabide baliotsuak. Hala, lehengai sekundarioak zenbateraino berreskura daitezkeen identifikatzen lagunduko du zer e-zabor balia dezakegun karakterizatuta izateak. Osagaien konposizio eta purutasunaren inguruko informazioaz gain, hondakinen fluxu eta ihesaren inguruko datuak ere badira datu-base berrian.

Metabolismo industrialia

Nazio Batuetako Unibertsitateak egindako txostenek argi uzten dute zailtasun handia dagoela lehengai horiek guztiak identifikatzen eta berreskuratzen. Hasteko, urtero milioika tona gailu zahar elektroniko kanporatzen dira legez kanpo Afrikara eta Asiara; hain zuzen ere, birziklatzeko inongo azpiegiturarik ez dagoen tokietara. Hango zabor-mendietan amaitzen du Europako ibilgailuen % 40k.

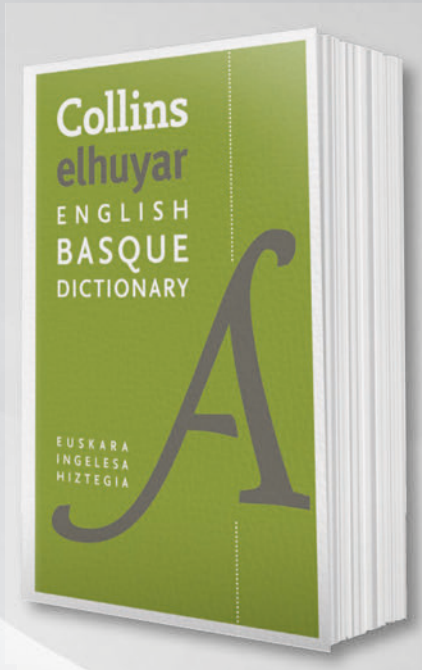
Hortaz, ProSUM proiektuaren helburuak betetzeko, gaketzat jotzen dute Europa bere zabor elektronikoaren arduratzea, beste inori bidali gabe, eta [metabolismo industrialari](#) arreta jartzea. Alegia, gailuak diseinatzean hasieratik kontuan hartzea beren bizitza amaitutakoan prozesu berri baterako lehengai sekundario bihurtu beharko luketela. ●

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

elhuyar.eus/denda



Elhuyar euskara-gaztelania hiztegia



Collins Elhuyar euskara-ingelesa hiztegia

Collins.elhuyar.eus



Dictionnaire Elhuyar



Elhuyar Dictionary



Elhuyar ikaslearen hiztegia



Elhuyar sinonimoen kutxa



hiztegiak.elhuyar.eus



Kindle-rako



Mugikorretarako

WPA3 protokoloa

WiFiak behar zuen eguneraketa

WiFi sareen segurtasuna bermatzen duen WPA protokoloaren bertsio berria, WPA3 izenekoa, atera zuen WiFi Alliancek —WiFi teknologia definitu eta sustatzen duen erakundeak— ekainaren amaieran. Izan ere, aurreko bertsioak, WPA2ak, hamar urte baino gehiago zituen, eta 2017an haustea lortu zuten. Horrez gain, bertsio berri hau prestatuago dago Gauzen Internet hedatzeak ekarriko dituen erroka eta arriskuentzat ere. Sortzailak oso ziur agertu dira WPA3aren segurtasunaz eta hautsezintasunaz, baina denborak esango du. Edonola ere, denbora apur bat beharko da oraindik WPA3a router eta gailuetan hedatuta ikusteko.

Jende gutxi egongo da gaur egun [WiFi teknologia](#) ezagutzen ez duenik, eta are gutxiago, erabiltzen ez duenik. WiFi teknologia erabiltzen da gehien gailuen artean irismen hurbilean [haririk gabeko sare lokalak](#) osatzeko. [Router](#) deitzen den [sarbide-puntu](#) baten bitartez eta WiFi teknologia baliatuta, enpresako edo etxeko sare lokalera konekta daitezke ordenagailu eramangarriak eta telefono mugikorak, haren Interneteko konexioa erabili eta abar.

WiFi teknologiaren segurtasun-arazoak

Esan bezala, WiFi teknologiak haririk gabeko konexioak ahalbidetzen ditu, airean zehar transmititzen diren [uhin elektromagnetikoak](#) erabiliz. Baina horrek esan nahi du segurtasunaren aldetik ahulagoa ere badela. Izan ere, ordenagailu-sare pribatu bategan sartzen saiatzeko ez da behar sare hori dagoen erakinean sartzea eta sare horretara fisikoki kable baten bidez konektatzea, nahikoa da WiFiren sarbide-puntuaren irismenean egotea, horrela seinale elektromagnetiko guztiak atzeman baitaitezke, sarbide-puntuarekin elkarreragin, eta abar. Horregatik, segurtasuna bermatzeko eta nahi ez diren sartzak eragozteko, derrigorrezkoa da sistema eta protokolo eraginkorrak izatea.

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea



WiFi teknologiak erabiltzen duen komunikazio-protokoloa [IEEE](#) erakundearen [802.11 protokoloa](#) da, 1997an sortu eta geroztik berritzen joan dena. Lehen bertsio hartan, [WEP \(Wired Equivalent Privacy edo Kable Bidezkoaren Adinako Pribatutasuna\)](#) segurtasun-protokoloa barnean zekarren 802.11 protokoloak. Baina segurtasun-sistema horrek laster utzi zion segurtasunezkoa izateari. 2001ean, [aircrack-ng](#) softwarea ateratu zen, zeina gai baitzen WEP baten bidez babestutako WiFi sare baten pasahitza minutu gutxi batzuetan asmatzeko.

IEEE erakundea beste gauza askotan ere aritzen zenez, hainbat komunikazio- eta teknologia- enpresa elkartu, eta haririk gabeko komunikazio-protokoloek berariaz arduratuko zen erakunde bat sortu zuten, 1999an. Erakundeak WECA izena hartu zuen, eta, 2002an, [Wi-Fi Alliance](#) gisa birsortu zen. Bera da WiFi izenaren jabea, eta bera arduratzen

da WiFi teknologia definitu, sustatu eta ziurtagiriak jaulkitzeaz, eta WiFi teknologiarentzat segurtasun-sistemak sortzeaz.

WiFi Alliancek [WPA \(Wi-Fi Protected Access\)](#) izeneko protokoloa argitaratu zuen, 2003an. Nahiko presaka eta behin-behineko neurri gisa ateratu zuten, WEP hautsita zegoelako ordurako. Eta, 2004an, WPA2 ateratu zuen, geroztik WiFi sareetan estandar gisa erabili den segurtasun-protokoloa.

WPA2 sistema ona dela ikusi da, ez baitzaio segurtasun-zulo larririk aurkitu, eta sortu zenetik pasatu diren urte horiek asko dira teknologiaren eskalan. Hala ere, ez da sistema perfektua, eta hainbat akats aurkitu izan zaizkio. Adibidez, erabiltzaileak jarritako pasahitza laburra edo ahula bada, nahiko erraz aurkitu daiteke lehen aipatutako aircrack-ng softwarea erabilita. Bestalde, pasahitza jakinez

gero, deszifratu egin daitezke aurretik eta ondoren pasahitz horrekin zifratuta bidalitako mezu guztiak; horrek esan nahi du edonork ikus ditzakeela mezuak kafetegia, hotel eta halako leku publikoetan (non erabiltzaile guztiak dakiten pasahitza). Horrez gain, frogatu dute WPS sistema ere akastuna dela pantailarik gabeko gailu txikiak (Gauzen Internetekoak modukoak) konektatu ahal izateko.

“WPA3aren egileak oso ziur eta harro agertu dira haren segurtasunaz”

Tira, eta WPA2ari ez zaio segurtasun-zulo larririk aurkitu... iaz arte. 2017ko urrian, ikertzaile batzuek argitaratu zuten arazo larri bat aurkitu ziotela, eta frogatzeko, [KRACK](#) izeneko eraso sortu zutela. Horren bitartez, erasotzaile batek pasahitza lortu eta komunikazio guztiak irakurri, deszifratu eta manipula zitzakeen. Horregatik, aurtengo urtarrian, Wi-Fi Alliancek iragarri zuen WPA3 estandarra aterako zuela, eta ekainaren amaieran aurkeztu zuten.

WPA3a, arazoak konponduko dituen

Goian aipatutako WPA2aren arazo guztiak konpontzen ditu WPA3ak. Hasteko, pasahitz laburrak erabiltzen baditugu ere, WPA3an ezin da hiztegi-erasorik egin, hau da, ezin da pasahitz-mordoa probatu bata bestearen atzetik. Gainera, konektatutako gailu bakoitzak zifratze pertsonalizatua izango du, eta, pasahitza jakinik ere, hirugarren batek ezin izango

du mezuak irakurri. Azkenik, gailu txikiak konektatzeko modu seguru bat definitzen du, routerrak eta gailuak izango dituzten QR kodeen bidez. Horrez gain, zifratzea 192 bitekoa izango da, lehengo 128 biteko zifratzearen orde.

WPA3a definitu eta aurkezteak ez du esan nahi horrekin guztia konpontzen denik. Ekoizleek inplementatu egin beharko dute lehenik, eta Wi-Fi Alliance-k inplementazio horiek egiaztatu, ondoren. Eta, gero, horrek gure etxe eta enpresetako gailuetara iritsi beharko du. Ordenagailuetan ohikoak izaten dira eguneratzeak, telefonoetan ez hainbeste eta routerretan gutxiago; beraz, guztiak WPA3a izateko, gailu berriak erosi beharko dira, kasu askotan.

WPA3aren egileak oso ziur eta harro agertu dira bere segurtasunaz. Egia esan, aurrekoaren arazoak konpondu dituzte, eta ematen du ere etorkizunean pentsatu dutela. Baina historiak erakutsi digunez, ez dago sistema perfektu eta segururik, betirako iraungo duenik; kontua da zenbat denbora iraungo duen segurua izaten. Aurreko WPA2 protokoloak bezainbeste irauten badu, ez da gutxi izango. ●

berria lagun egin nahi duzu?

BERRIALagunak BERRIA proiektuari ekarpen ekonomikoa egiten dioten lagunak dira, edozein dela ere aukeratzen duten modalitatea.

Zure ohitura eta baliabideen arabera, aukera ondoen datorkizuna:

BERRIALaguna

Hilean 10€ edo urtean 100€

Abantailak:

- BERRIA PDFn.
- Irakurle gisa zerbitzu berezietarako sarbidea izatea
- Zozketa, gonbidapen eta deskontu eskusiboak eskuratzea.

BERRIALagun harpideduna*

Aukeratu harpidedun mota:

Asteartetik-igandera Hilean 36€

Asteartetik-ostiralera Hilean 23€

Ostiraletik-igandera Hilean 21,3€

Asteburukoa Hilean 15€

Abantailak:

- Egunkaria etxean edo kioskoan
- BERRIA PDFn.
- Irakurle gisa zerbitzu berezietarako sarbidea izatea
- Zozketa, gonbidapen eta deskontu eskusiboak eskuratzea.



Euskarazko kazetaritza independente eta kalitatezkoa egiten segitzeko, zure konpromisoa ezinbestekoa dugu.

Idatzi gurekin etorkizuna. Izan **berria laguna**
Berria.eus/geroazugan • 943-30 43 45



berria
#BERRIAK15

Berenice Abbott

Zientziaren argazkilaria

Egileak: Ana Galarraga Aiestaran, Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Irudiak: Manu Ortega · CC BY-NC-ND



Hirurogei urte betetzear zituen, lan-elkarrizketa batera MIT entzutetsura joan zenean. Eskarmentu handiko emakumea zen, eta ideiak garbi zituen. Honela esan zien elkarrizketatzaileei: “Zuek, zientzialariok, munduko argazkilaririk txarrenak zarete, eta argazkilaririk onenak behar dituzue; ni nauzue hori”.

Gerra hotzaren garaia zen, 1958. urtea. Sputnik, lehen satellite artifiziala, aurreko urtean jaurti zuten sobietarrek, eta estatubatuarrak konturatuta zeuden zientzia sustatzeko beharra zutela. Besteak beste, ikasleen artean zientziarekiko interesa piztu nahi zuten, eta zientzia-gaiak beste modu batera irakasten hasi. Horretarako, material didaktiko berria sortu beharra zegoela erabaki zuten. Hor aurkitu zuen Berenice Abbott argazkilaria aspaldian amesten zuen aukera.

Ohion jaio zen Abbott, 1898an. Kazetaritza ikasleko asmoa zuen, baina, azkenean, eskulturgintza ikasi zuen New Yorken. Ikasketak ordaintzeko artistentzako modelo-lanetan aritu zen. Besteak beste Man Rayrentzat posatu zuen.

1921ean Parisera joan zen. Zoragarria iruditu zitzaion, batez ere, itxaropen-giroa zegoelako airean. Eta han Man Rayrekin egin zuen topo, hura ere Parisera joana, garai hartako artista asko bezala. Laguntzaile bat behar zuela eta, Abbottek bere burua eskaini zion, eta hark erantzun: “Ez nuen buruan emakume bat”. Hala ere hartu egin zuen. Abbottek gogor egin zuen lan, eta azkar ikasi zuen. Hiru urteren buruan, Rayk kamera bat oparitu eta argazkiak egitera animatu zuen.

Artisten eta intelektualen erretratuak egiten hasi zen. 1929an, New Yorkera bueltatu eta hiria erretratatzeari ekin zion, behar hori sentitu zuelako. Munduko hiri biziena iruditzen zitzaion, pasioz gustatzen zitzaion, eta horixe eskatzen zien bere argazkiei: pasioz erakar zezatela, eta bisualki esanguratsuak izan zitezela. *Changing New York* lana izan zen emaitza.

Argazkilaria ausarta zen Abbott, edonora joateko prest. Bowery auzora joan zen batean, gizon batek esan zion: “Neska zintzoak ez dira auzo honetara etortzen”; eta Abbottek erantzun: “Ni ez naiz neska zintzoa. Argazkilaria naiz, eta edonora noa”.

New York erretratatzeko bukatu zuenean, zientziaren munduan sartu behar zuela pentsatu zuen. 1939an *Argazkigintza eta Zientzia* izeneko manifestua idatzi zuen. “Zientziaz egindako mundu batean bizi gara”, zioen manifestuan. “Beharrezkoa da zientziaren eta herritarren arteko interprete lagunkoi bat. Nik uste dut argazkilaritza izan daitekeela bozeramaile hori”.

Zientzia demokratizatu nahi zuen Abbottek, herritarrena iritsarazi, eta sinetsita zegoen horretarako tresna ezin hobea zela argazkilaritza. Hasi zen pixkanaka hainbat proba egiten. Nekazaritzaren inguruko argazkiak atera zituen, biologiakoak, teknologiakoak. Eta argazkilaritza-teknika eta tresna berriak asmatzen eta patentatzen ere hasi zen; azpimarragarriena, supersight kamera. Kamera horrekin irudia pelikulan handiago proiektatzea lortu zuen, eta, hala, pikorrik gabeko handipenak lortu zituen.

1944an *Science Illustrated* aldizkariko argazki-editore hasi zen lanean. Aldizkari hartan argitaratu zuen *supersight* kamerarekin ateratako lehenengo-etako irudi bat: xaboi-ponpak. Argazkiak xaboi-ponpen egitura erakusten zuen. Arropa garbitzeko xaboiak nola funtzionatzen duen azaltzen zuen artikulu baterako zen argazkia. Seguruenik, horrelako gaiekin publiko zabalago batengana iristeko intentzioa zuten.

Fisikako kontzeptu abstraktuak ikusgai bihurtuko zituen Abbottek, ordura arte inoiz ikusi ez bezala

Hasieran kostatu zitzaion, baina ari zen zientzia-argazkilaritzan bidea egiten. Eta gailurrera iritsi zen, MITeko zientzialariek lan egiteko aukera izan zuten. Han, besteak beste, *Fisika* libururako argazkiak atera zituen. Fisikako kontzeptu abstraktuak ikusgai bihurtuko zituen Abbottek, ordura arte inoiz ikusi ez bezala. Berak diseinatzen zituen argazkiak, eta horretarako, ongi ulertu behar zituen zientzia-kontzeptuak. Argia eta ilunarekin jokatzeko, argi estreboskopikoa erabiltzen zuen, eta teknikarik aproposenak.

“Ideia zen zientzia interpretatzea modu sentikorrean, proportzio on batekin, balantze eta argi onarekin, ulertu ahal izateko”, azaltzen zuen berak. “Gure munduari buruzko jakintza hedatzeko baliabide bat da, nire ustez, argazkilaritza; agian, garai hauetan daukagun baliabiderik onena. Argazkilaritza heziketarako metodo bat da, adin eta era guztietako jendeari egungo bizitzari buruzko egia iritsarazteko”.



Asko gozatu zuen garai hura Abbottek. Oso gogoko zuen argazki haiek eskatzen zuten talde-lana. Nahiz eta denak ez zituen lagun izan. Gizonen mundu hartan, askok ez zuten begi onez ikusten artista batek zientzian muturra sartzea, are gutxiago emakume batek. Behin argazkiak aterata, Abbottek ez zuen inolako erabakimenik haiekiko; eta, behin liburua argitaratuta, proiektutik kanpo utzi zuten, 1960an.

Liburuak sekulako arrakasta izan zuen. Argitaratu eta hurrengo urterako milioi bat kopia saldu ziren mundu guztian, 17 hizkuntzatarata itzulita. Abbotten irudi ikusgarri eta argigarri haiek ziren arrakastaren gakoa. Eta, gerora ere, Abbotten zientzia-irudiek beren bidea egiten jarraitu zuten, beste hainbat liburutan eta erakusketatan.

Abbottek lanean jarraitu zuen. Izan ere, bere lana zen bere lehenasuna. Ezkontzaren aurka zegoen, ezkontzean emakumeek beren interesak alboratzen zituztelako. “Ez nau inoiz kezkatu zahartzeak —zioen—. Zahartzea naturala da, berezkoa. Ez dut ulertzen zergatik emakumeak horrekin kezkatuta bizi diren. Ez dut ulertzen zergatik presionatzen dituen gizarteak. Ez dago ezer eleganteagorik emakume zahar bat baino. Hainbeste bizi izan du... besteek ez duten zerbait du”.

Eta izan zuen elegante izateko aukera, 93 urte izatera iritsi baitzen. “Mende honekin hain txundituta nago, ezen horrek bizirik eusten bainau”, esan zuen behin. “Hor jarraituko dut azken minutura arte, borrokan”.

Amul been nit ku leegalul

inor

ez

da

ilegala

Atera
aldarria
kalera
euskaraz
eta wolofez!

Kamiseta
bakoitzeko 2 euro
Mbolo proiektura
bideratuko dira.

Bilboko migratzaileak
martxan jartzen
ari diren garbiketa
kooperatiba da Mbolo.

Erosi ARGIAren Azokan:

azoka.argia.eus | azoka@argia.eus | ☎ 943 371 545

15€



“Zientziaren berri duen gizartea askeagoa eta manipulagaitzagoa da”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia ■ Argazkia: EHU

Nagore Elu Arantzamendi

Biokimikaria



Nagore Elu Arantzamendi

Ondarroa, 1992.

- **Biokimika eta Biologia molekularra** ikasi zuen EHU, eta han egin zuen masterra ere.
- Gaur egun, **Biomedikuntzako doktoretza** programako bigarren urtea egiten ari da.
- Ondarroako **Zientziaren Giltzak** elkarteko kidea da.

Nagore Elu Arantzamendi batxilergoan hasi zen bideratzen gaur egun bere denboraren zati handiena hartzen dion jarduerara: ikerketa. Dioenez, garai hartan oso gustuko zuen biologia: "Giza gorputzak nola funtzionatzen zuen jakin nahi nuen. Horrek piztu zidan jakin-mina, eta Medikuntza edo halako zerbait ikastea nuen buruan".

Ez zen mediku egin, ordea. Unibertsitateko ikasketak aukeratzeko garaia iritsi zitzaionean, ikasketa berri bat azaldu zen: Biokimika. "Haren alde egin nuen, pentsatu bainuen nahiago nuela gaitzekin egin lana, eta ez gaixoeekin", gogoratu du Eluk. Eta bete-betea asmatu zuelakoan dago.

Biokimika ikasita, ikerketara bideratzea nahiko "naturala" dela iruditzen zaio: "Gradu-amaieran ezagutu nuen ikerketa-mundua, eta asko gustatu zitzaidan. Gero masterra egin nuen, eta orain doktoretzako bigarren urtea egiten ari naiz, Ugo Mayorren ikerketa-taldean".

Hain zuzen, Angelman sindromearen oinarri molekularrak argitzea da taldearen helburua, eta haiekin batera dabil Elu: "Niretzat oso garrantzitsua da inguruan dudan jendea. Sartu nintzenean, taldea oso txikia zen; tesia bukatzen ari ziren bi pertsona baino ez zeuden. Baina orain handitu egin da, eta niri horrek sekulako laguntza eta babesa ematen dit. Edozein arazo edo oztoporen aurrean, ez zaude bakarrik, baduzu norengana jo".

Zientziaren Giltzak

Ikertzeari bezainbesteko garrantzia ematen dio Eluk ikerketa gizarteratzeari. Horren erakusgarri, zientzia-gaiak hedatzeko hitzaldiak eta bestelako ekimenak antolatzen dituen elkarte baten kide da bere herrian: Zientziaren Giltzak. "Zientziaren berri duen gizarteaskeagoa eta manipulagaitzagoa dela dio elkartearen leloak, eta guztiz bat nator dioenarekin", adierazi du Eluk.

Haren ustez, zientzialarien akats nagusienetako bat da ez diotela egiten dutenaren berri ematen jendeari, "ez dakitelako, edo ez dutelako ahalegin nahikorik egiten". Eluren esanean, ordea, funtsezkoa da dibulgazio-lana, jendeak jakin dezan zer egiten duten zientzialariek egunerokotasunean eta uler dezaten zenbaterainoko garrantzia duen: "Iruditzen zait jende askori arrotzak egiten zaizkiola zientzia eta teknologia, eta gai horiek normalizatzeko, hurbiltzeko ahalegin bat egin behar duguk, ikertzaileok".

Horregatik parte hartzen du Zientziaren Giltzak elkartearekin. "Jendea jabetzen bada zertan ibiltzen garen zientzialariok, babes edo laguntza handiagoa emango digute".

Horrez gain, kirolzalea ere bada: "Nire ihesbidea da, eta lanerako ere ona da: kateatuta zaudenean, ona da burua beste zerbaitetan jartzea. Askotan, kirola eginda bururatzen zaizkizu irtenbideak". ●



Elkarrizketa
webgunean



Kultura
Zientifikoko Katedra
Cátedra
Cultura Científica

UPW/EHU Kultura
Zientifikoko Katedraren
lankidetzan egindako atala.

Hizkuntzen mapa birtualak

Dozenaka mila koordinatu, ehunka dimentsio, ipar ala hegorik ez, eta hitzak hirien partez. Baldarrak eta xebreak beharbada, baina mapak dira hauek ere, eta makinek erabiltzen dituzte, hizkuntzaren ozeanoan nabigatzeko. Eurei esker, ordenagailu batek bere kabuz ondoriozta dezake erreginak emakumezkoak direla edo *txakur* frantsesez *chien* esaten dela. Ongi etorri *embedding*en mundu zoragarria. Bidaia hastera doa.

Bitxia da hizkuntza. Nola idazkera hala ahoskera aldetik, *zerri* eta *zorri* hitzak oso dira antzekoak, eta *zerri* eta *basurde* hitzak, berriz, zeharo desberdinak. Animalien artean, baina, zerriak askoz hurbilago daude basurdeetatik zorrietatik baino. Azken finen, hizkuntza bateko hitzen eta haien esanahien arteko lotura arbitrarioa da, eta *zerri*, *zorri* eta *basurde* kontzeptuen arteko erlazioak gure buruan baino ez dira bizi.

Googlen bilaketa bat egitean edo Sirirekin hitz egitean, ordea, guk hain barneratuta daukagun hori zailtasun handi bihurtzen da makinentzat. Eta, mendian edo errepidean galtzean egiten dugun bezalaxe, makinek ere mapak erabiltzen dituzte hizkuntzen labirintoan aurrera egiteko. *Embedding* esaten zaie mapa horiei, eta, haien bidez, pentsaezinak ziruditen lurretan barneratu da hizkuntzaren prozesamendua. Goazen gu ere, pausoz pauso, bidaia hori egitera.

Hirien mapetatik hitzen mapetara

Hizkuntzaren lurraldean barneratu aurretik, geldi gaitzen une batez gure mapa arruntei erreparatzeko. Funtsean, ezagutzen ditugun mapak lurralde baten errepresentazio grafikoak dira, kasuan kasu

hiri bakoitzari puntu bat esleitzen diotenak, adibidez. Mapak zentzua izan dezaten, noski, puntu horiek ez daude edozein modutara sakabanatuta, baizik eta errealitatean ditugun distantziak errespetatzen ditu mapako kokapenak. Horrela, mapa batean, Paris hurbilago agertuko zaigu Bruselatik Moskutik baino, errealitatean ere Frantziako hiri-burua gertuago baitago Belgikakotik Errusiakotik baino.

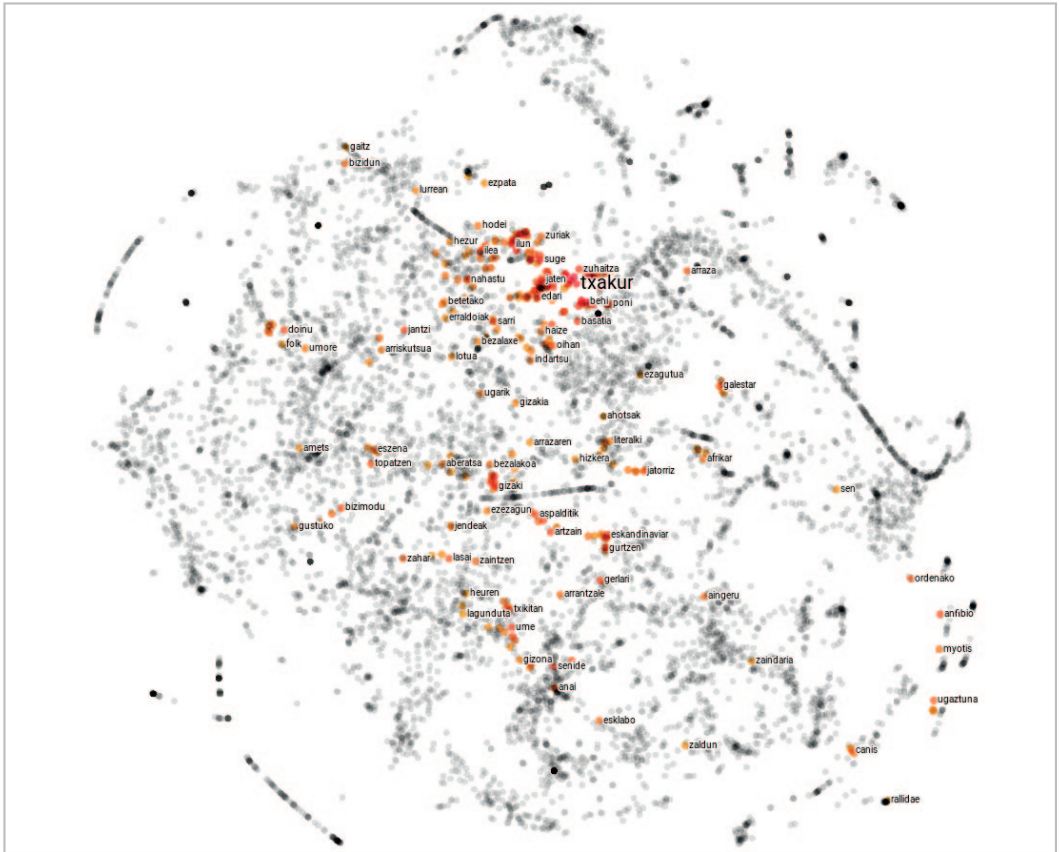
Hizpide ditugun hizkuntzen mapak ez dira oso ezberdinak. Hiriak azaldu beharrean, puntu bakoitzak hitz bat adierazten du, eta haien arteko distantziak hitzen arteko antzekotasun semantikoaren arabekoak dira. Horrenbestez, halako mapa batean, *zerri* hitzari dagokion puntua hurbilago egongo da *basurderi* dagokionetik *zorri* dagokionetik baino, *zerri* eta *basurde* hitzen arteko antzekotasun semantikoa handiagoa baita *zerri* eta *zorri* hitzen artekoa baino.

Dena ez da hain erraza ordea: hizkuntzaren konplexutasuna behar bezala harrapatzeko, motz geratzen dira paperaren 2 dimentsioak, eta mapa hauek 300 dimentsio inguru izan ohi dituzte normalean. Baina ez zaitzatela beldurtu zenbaki han-



Idatzi zuk zeuk
Gai librean atalean

Gai librean aritzeko, bidali zure artikulua
aldizkaria@elhuyar.eus helbidera.



1. irudia. Euskarazko *embedding* batzuen bistaratzea tSNE teknika erabiliz.

diek! Lerro zuzenaren dimentsio bakarretik karratuaren bi dimentsioetara jauzi bat dagoen bezala, eta karratuaren bi dimentsioetatik kuboaren hiru dimentsioetara beste jauzi bat, imajina dezakezu badagoela antzeko jauzi bat kuboaren hiru dimentsioetatik tesseraktoaren lau dimentsioetara, eta horrela jarrai genezake aipatutako 300 dimentsioetara iritsi arte.

Baina nola eraiki 300 dimentsioko mapa bat hiru dimentsiotan bizi bagara? Lasai, ez gara sorginkeriatan hasiko eta! Errealitatean, mapa horiek ez baitira fisikoak, ordenagailuen memorian bizi diren objektu matematikoak baizik. Izan ere, mapa guztiak zenbakien bidez errepresenta daitezke. Ho-

rrerarako, erreferentzia-sistema bat adostu ohi da, eta puntu bakoitza ardatz ezberdineko duen posizioaren arabera adierazi. Hala, ekuatorearekiko eta Greenwich meridianoarekiko distantzia angeluarraren arabera, Parisen koordinatuak (48.86, 2.35) direla diogu, Bruselarenak (50.85, 4.35) eta Moskurenak (55.75, 37.62). Koordinatu horiek erabiliz, aukera dugu, besteak beste, hirien arteko distantziak matematikoki kalkulatzeko. Hizkuntzen mapekin ere antzera egiten da, baina, 2 dimentsio beharrean 300 dituztenez, 300 zenbaki behar dira puntu bakoitza deskribatzeko. Bada, hitz bat errepresentatzen duen zenbaki-segida horietako bakoitza da, hain justu ere, *embedding* esaten duguna.

	zorri	zerri	basurde	...	azkura	ezkur
zorri	5	2	1		84	1
zerri	2	7	21		4	54
basurde	1	21	9		2	37
...						
azkura	84	4	2		1	0
ezkur	1	54	37		0	2

zorri	=	(5, 2, 1, ..., 84, 1)
zerri	=	(2, 7, 21, ..., 4, 54)
basurde	=	(1, 21, 9, ..., 2, 37)
...		...
azkura	=	(84, 4, 2, ..., 1, 0)
ezkur	=	(1, 54, 37, ..., 0, 2)

2. irudia. *Embeddingen* ikasketa, zenbaketa bidez. Testu luze bat hartuta, hitz-konbinazio bakoitza batera zenbat esalditan agertzen den kontatzen da taula batean. Errenkada bakoitzeko zenbaki-zerrendak dagokion hitzaren koordinatuak ematen ditu. Praktikan, hitzen maiztasuna egokitzeko eta dimentsionalitatea murrizteko teknikekin findu ohi da oinarritzko hurbilpen hori.

Testua oinarri, eta makinak kartografo

Mapak egitea lan neketsua da, inolaz ere. Kartografoek askotariko argazki, neurketa eta estatistikak bildu eta aztertu ohi dituzte, eta datu horiekin bat datozen errepresentazio grafikoak taxutu. Hizkuntzak deskribatzeko ere gizakiak egin izan ditu antzeko saiakerak: hortxe ditugu, besteak beste, hain arruntak zaizkigun hiztegiak. Baina hizpide ditugun mapak ez dira eskuz eginak. Testu luzeak aztertuz makinek eurek sortzen dituzte automatikoki, eta errezeta simple bezain eraginkorra da.

2. irudian erakutsi bezala, demagun taula erraldoi bat eraikitzen dugula hizkuntza bateko hitz guztiekin. Hitz bakoitzarentzat errenkada eta zutabe bana izango dugu, eta, hala, gelaxka bakoitza hitz-bikote bati egokituko zaio. Taula betetzeko, testu luze bat hartuko dugu, eta hitz-bikote bakoitza batera zenbat esalditan ageri den kontatuko. *Et voilà*, hortxe dugu gure mapa! Hitz bakoitzeko, dagokion errenkadako zenbaki-zerrenda hartuko dugu, eta horiexek izango dira hitzaren koordinatuak.

Gezurra badirudi ere, hurbilpen simple horrek nahiko mapa zentzudunak sortzen ditu. Izan ere, semantikako hipotesi distribuzionalaren arabera [8, 7], antzeko hitzek antzeko agerkidetzeta-patroiak izan ohi dituzte, eta, horrenbestez, aurreko prozedurak antzeko koordinatuak esleituko dizkie.

Gure hasierako adibiderako ere, *basurde* nahiz *zerri* hitzak sarritan agertuko dira *ezkur* hitzarekin batera, eta gutxitan *azkura* hitzaren alboan; eta *zorri* hitzarekin alderantziz gertatuko da. Horrenbestez, *zerri* eta *basurde* antzeko koordinatuak izango dituzte, eta elkarrengandik hurbil geratuko dira mapan. *Zorri*ren koordinatuak, berriz, nahiko ezberdinak izango dira, eta, ondorioz, haietatik urrunago egongo da.

Baina bada zerbait errezeta honetan falta dena. Izan ere, arestian aipaturiko 300 dimentsioek asko baziruditen ere, prozedura honek dozenaka mila dimentsioko mapak sortuko litzuzke, hizkuntzak hitz adina zenbakiz osatuko baitira bertako koordinatuak. Nola murriztu, bada, dimentsio-kopurua? Erantzuna ez zaigu oso arrotza: gure mapa arruntek ere bi dimentsio izan ohi dituzte, nahiz eta errealtatean hiru dimentsioko mundu bat adierazi. Hain zuzen ere, mapak sortzean, kanpoan utzi ohi da altueraren dimentsioa, ez baita batere esanguratsua hirien arteko distantziak kalkulatzeko garaian. Hizkuntzen mapekin ere antzeko zerbait egiten da: hainbat teknika matematiko erabiliz, aldakortasun handieneko ardatzak (esanguratsuenak direnak) identifikatzen dira, eta gainerako dimentsioak mapatik kanpo uzten. Maiztasunaren efektua zuzentzeko moldaketa batzuk gorabehera, horixe da, hain justu ere, *embeddingak* ikasteko zenbaketa-tekni-

ken atzean dagoen oinarrizko ideia [3]; kontuan izan ikasketa automatikoa oinarrutako teknikek [11, 4] modu inplizituan egiten dutela prozedura bera [10].

Mapekin jolasean

Hain sinpleak izanagatik, hasiera batean dirudien baino sekretu gehiago ezkututzen dituzte gure mapa arruntek. Horretarako pentsatu izan ez bada ere, munduko edozein txokotan zer tenperatura egin ohi duen estimatzeko ere balio dute, adibidez. Izan ere, muturreko latitudeetan aurkitzen diren puntuak, poloetatik hurbilen daudenak alegia, hotzagoak izan ohi dira, eta ekuatoretik gertuago daudenak, berriz, beroagoak. Bada, latitudearen ardatza tenperaturarekin lotzen den modura, hizkuntzen mapetan ere antzeko ardatzak identifika daitezke hitzen polaritatea (positibotasun- eta negatibotasun-maila) eta bestelako ezaugarri batzuekin lotzen direnak [12]. Haiei esker, indar handia hartu dute azken aldian iritzien azterketa automatikoa egiteko aplikazioek.

Baina, *embeddingak* hain ezagun egin dituena analogien ebazpena izan da [11]. Ideia ezin liteke sinpleagoa izan: Paristik Bruselara joateko, 222 km egin behar dira iparraldera eta 144 km ekialdera; era berean, hizkuntzaren mapako ardatz bako-

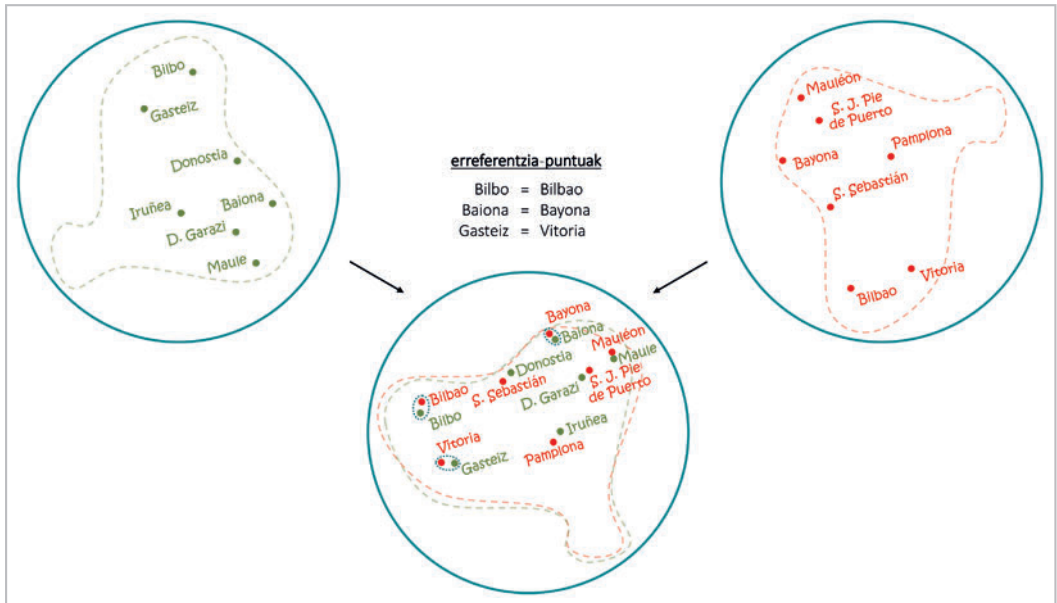
tzean ere distantzia jakin bat beharko da *gizon* hitzetik hasita *emakume* hitzera iristeko, adibidez. Bada, *errege* hitzetik hasi eta pauso berberak ematen baditugu, *erregin* hitzera iritsiko gara! Izan ere, ikasitako ibilbideak *gizon-emakume* erlazioa kodelatzen du, eta edozein hitz maskulinotatik abiatuta haren baliokide femeninora eramaten du horrenbestez. Horren antzera, analogia baliokideak egin daitezke herrialde-hiriburu, singular-plural, orainaldi-lehenaldi eta halako erlazioentzat.

Dena ez da hain polita, ordea: *informatikari* hitzetik hasita *gizon-emakume* ibilbide bera jarraituko bagenu, adibidez, *etxeakoandre* hitzera iritsiko ginateteke [5]. Bestela esanda, maparen arabera, informatika gizonen kontua da, eta etxeko lanak emakumeenak dira. Zer ikusi, hura ikasi: *embeddingak* gizakiek idatzitako testuetan oinarritzen direnez, gure gizartean errotutako joera diskriminatzaile berberak islatzen dituzte. Hain zuzen ere, hainbat adituren arabera, halako jokabide bidegabeei aurre egitea izango da adimen artifizialaren etorkizuneko erronketako bat.

Arazoak arazo, hizkuntza bakarrarekin halako trikimailuak egin badaitezke, hainbat hizkuntzatakako mapak uztartuz are gauza harrigarriagoak lortu dira. 4. irudian ageri denez, euskarazko eta gazte-



3. irudia. Analogien ebazpena. Hitz maskulino batetik abiatu, eta, gizon-emakume ibilbidea eginda, haren baliokide femeninora iristen da.



4. irudia. *Embeddingen* mapaketa. Ezberdin orientatutako Euskal Herriko bi mapa —bata euskarazkoa eta bestea erdarazkoa— elkarren gainean jartzen dira erreferentziako hiri-bikoteak (Bilbo–Bilbao, Baiona–Bayona, Gasteiz–Vitoria) elkarrengana hurbilduz. Behin hori eginda, itzulpen-bikote berriak erauz daitezke gainjarritako mapan elkarren ondoan geratu diren puntuei erreparatuz (adibidez, Iruñearen ordaina Pamplona dela ondoriozta daiteke, dagozkien puntuak elkarren ondoan geratu direla ikusita). Hizkuntzen mapekin ere oinarritzko printzipio hori baliatzen da hitz arrunten itzulpenak indultzeko.

laniazko mapa bana gainjarriz Euskal Herriko hiriburuaren erdal ordainak erauz daitezkeen bezala, *embeddingekin* ere oinarritzko printzipio bera baliatzen da hitz arrunten itzulpenak indultzeko [1, 6]. Bide horretatik, gizakien inolako gidaritzarik gabe ikasteko gai diren itzultzaile automatikoak garatu dira berriki [2, 9], hainbat hizkuntzatan idatzitako testu luzeak irakurri eta, bestelako laguntzarik gabe, haien arteko itzulpenak egiteko gai direnak.

Helmuga berriak

Gure bidaia bukaerara heltzeaz bada ere, *embeddingek* zabalduetako bideak amaigabea dirudi. Ikasketateknika hobetu eta aplikazio berriak garatzearekin batera, hitzen mapetan oinarrituz esaldi edo testu luzeagoei heltzeko saiakerak hartu dute indarra azkenaldian. Bide horrek noraino eramango gaituen, baina, ez da inongo mapetan ageri, eta, helmuga berriak izanik zeruertzean, etorkizuna ezin zitekeen zirrargarriagoa izan. ●

Erreferentziak

[1] Mikel Artetxe, Gorka Labaka, and Eneko Agirre. Learning bilingual word embeddings with (almost) no bilingual data. In Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers), 2017.

[2] Mikel Artetxe, Gorka Labaka, Eneko Agirre, and Kyunghyun Cho. Unsupervised neural machine translation. In Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Representations, 2018.

[3] Marco Baroni, Georgiana Dinu, and German Kruszewski. Don't count, predict! a systematic comparison of context-counting vs. context-predicting semantic vectors. In Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers), 2014.

[4] Piotr Bojanowski, Edouard Grave, Armand Joulin, and Tomas Mikolov. Enriching word vectors with subword information. Transactions of the Association for Computational Linguistics, 5:135–146, 2017.

[5] Tolga Bolukbasi, Kai-Wei Chang, James Y Zou, Venkatesh Saligrama, and Adam T Kalai. Man is to computer programmer as woman is to homemaker? debiasing word embeddings. In Advances in Neural Information Processing Systems 29, 2016.

[6] Alexis Conneau, Guillaume Lample, Marc'Aurelio Ranzato, Ludovic Denoyer, and Herve Jegou. Word translation without parallel data. In Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Representations, 2018.

[7] J.R. Firth. A Synopsis of Linguistic Theory, 1930-1955. 1957.

[8] Zellig S Harris. Distributional structure. Word, 10(2-3):146{162, 1954.

[9] Guillaume Lample, Ludovic Denoyer, and Marc'Aurelio Ranzato. Unsupervised machine translation using mono-

lingual corpora only. In Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Representations, 2018.

[10] Omer Levy and Yoav Goldberg. Neural word embedding as implicit matrix factorization. In Advances in Neural Information Processing Systems 27, 2014.

[11] Tomas Mikolov, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg S Corrado, and Je_ Dean. Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In Advances in Neural Information Processing Systems 26, 2013.

[12] Sascha Rothe and Hinrich Schütze. Word embedding calculus in meaningful ultradense subspaces. In Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 2: Short Papers), 2016.

CAF-Elhuyar sarietara aurkeztutako lana.



bat Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

SOZIOLINGUISTIKA KLUSTERRA. Martin Ugalde K.P. / 20140 ANDOAIN
kluster@soziolinguistika.eus / bat.aldizkaria@soziolinguistika.eus /
www.soziolinguistika.eus/bat

BAT 108. OSASUNGINTZA ETA EUSKARA

Jon Zarate eta Xabier Arauzo > Hitzaurre gisa.

Xabier Arauzo > Osakidetzan Euskararen Erabilera Normalizatzeko Bigarren Planaren Tarteko ebaluazioa (2013-2017 aldia).

Naiara Ozamiz eta Leire Erkoreka > Minik handiena burutik etorri dena.

Bidane Petralanda > Zirkuitu elebidunetarantz lehen pausua.

Olatz Perez de Viñaspre > Estandar klinikoen itzulpen automatikoa.

Igone Zabala > Euskararen lantze funtzionala eta profesionalen

komunikazio-gaitasunen garapena osasun-alorrean.

Angel Bidauzarraga > Osasun profesionalak euskaraz formatzen unibertsitatean.

Felix Zubia > Mediku egoiliarren prestakuntza eta euskara Donostialdea ESIA.

Aitor Montes > Nazioarteko kolaborazioa arretaren normalizazio-prozesuan.

Paul Bilbao > Nola ulertu hizkuntza osasun-eskubidearen baitan?

GUREAN ATALA

Imanol Azkue Ibarbia: > Euskara gara Zumaian?

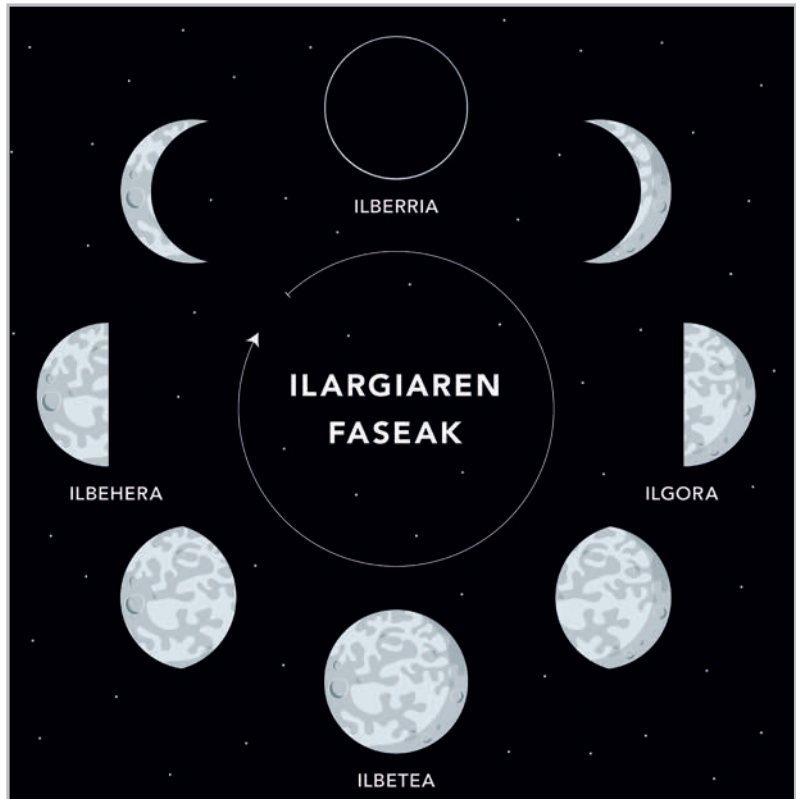


Ilargia eta giza jokabidea: usteak zenbat ustel?

Aspalditik dator Ilargiak gizakion jokabidean eragina izan dezakeelako ustea; hain zuzen ere, sinesmen horren inguruko lehen idatzia Hipokratesen garaikoa da (K.a. 400. urtea). Mendeak igaro ahala, bizirik mantendu dira Lurraren sateliteari loturiko usteak, eta, gaur egun ere, badira pertsonen jokabide oldarkorrek edota osasun-arazoak astroaren faseei egotzen dizkieten profesionalak ere. Zer du, baina, mitoak egiatik?

Ezagun da Ilargiaren erakarpen-indar grabitatorioak, Eguzkiarenarekin batera, itsasgora eta itsasbehera eragiten dituela. Nabaritasun horrek, eta Ilargiaren fase zehatzei loturiko naturako beste zenbait gertakarik eta sinesmenek, zaildu egiten dute zientzia eta fikzioa bereiztea. Jarraian,

errealitatea aurreiritzi eta usteetatik bereizten ahaleginduko gara, gaiaren inguruko ikerketetan oinarrituz. Has gaitezen Ilargiarekin lotuta gure inguruneko izakietan gertatzen diren jokabidealdaketei behatzen.



1. irudia. Ilargi-faseek edo ilargialdiak 29,5 eguneko iraupena dute, batez beste. Fase bakoitzean Eguzkiak argituriko Ilargiaren zatia ikusten da, Lurretik begiratuta. Ilbetea, bereziki, gertaera arraroekin lotu izan dute hainbat kulturak.



2. irudia. Nekazariak ikus ez ditzaten, argitasun-maila baxuko gauak aukeratzen dituzte Tanzaniako elefanteek labore-sailei erasotzeko.

Mareen indarra eta argia

Mareak direla eta, zenbait itsas animaliairen ugaltzeko jokabidea llargiarekin sinkronizatzen eraman du eboluzioak. Itsas dortokek ilbete edo ilberriko itsasgora baliatzen dute arrautzak hondarretan erruteko, hurrengo itsasgora arte uretatik salbu izango diren tokian. Itsas triku eta txibientzat, berriz, ilbeteko argiaren intentsitateak abiarazten du ernalketa. Planetako egitura bizidun handienak ere —Australiako koral-hesiak, alegia—, azaroko ilbetearen osteko ilunabarrean soilik egokitzen den zeru-kolore bereizgarria sumatzen duenean askatzen ditu arrautzak eta esperma [1]. Azken horiek ez dira, ordea, llargiaren argiaren arabera era batera edo bestera jokatzeko duten izaki bakarrak.

Itsasotik lehorrera mugituz, Tanzaniako Mikumi parke nazionalen egindako ikerketa baten arabera, ilbetea den gauetan, gizakiak landatutako labore-sailei erasotzea ekiditen dute elefanteek. Elefanteak animalia katemeralak dira, hots, egunez zein gauetz jarduten dutenak, eta labore-sailetara bazka bila argi gutxiko gauetan joaten dira bereziki, nekazariak ikus ez ditzaten [2]. Tanzania hegoaldeko lehoiak ere iluntasunaz baliatzen dira gizakiei erasotzeko. 1988 eta 2009 bitartean jazotako 450 erasoetatik, gehienak ilbetearen ondorengo 10 egunetako ilunabarretan gertatu ziren, Eguzkia sartzen denetik llargia ateratzen den arteko tarte

luzean [3]. Horrela, bada, jokabide horiek guztiak llargiak eragindako itsasgoraren edo llargiak islatutako argiaren mendeko egokitzapenak dira, bizirautea bermatzeko garatutako jokabideak, beraz. Ez dute, ordea, adierazten sateliteak animalian izan lezakeen efektu zuzenik.

Plinio Zaharraren teoria

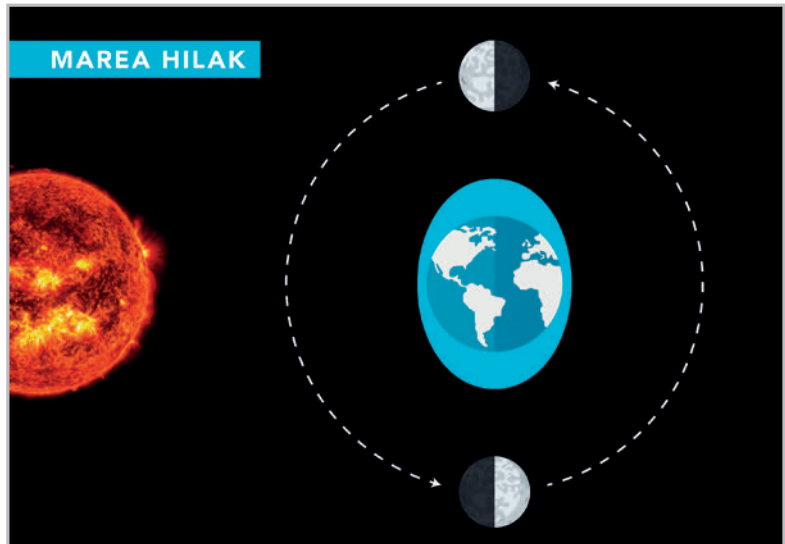
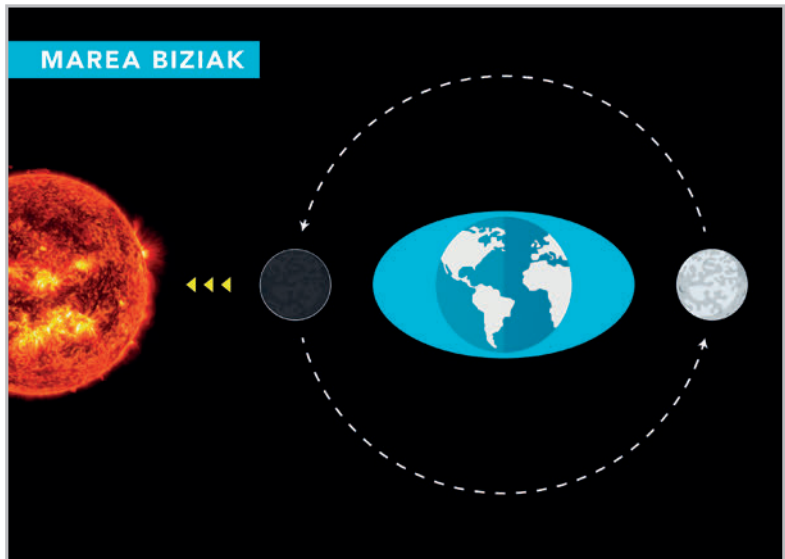
Kristo ondorengo lehenengo mendean, Plinio Zaharra ezizenez ezagun zaigun erromatar idazleak honako hau iradoki zuen: llargiaren indarrak itsasoa astin bazezakeen, zilegi zela gizakion organismoa likidoak ere asaldatzea. Teoria horri jarraiki, 1978an, Arnold Lieber psikiatrak iradoki zuen llargiak, mareen indarraren bidez, gure garuneko ur-molekulak lekualda zitzakeela. Horrela, astroak giza jokabidean zuen eragina azaldu nahi izan zuen, Lieberrek berak Floridako Dade eskualdean egindako ikerketa batean aurkitu baitzuen ilbetean gizakiak joera handiagoa zuela hilketak eta erasoak egiteko. George Abell astronomoa izan zen teoria hori ezbaian jarri zuen lehena, eta hiru fenomeno naturaletan ardatzu zuen bere argudioa: batetik, llargiaren grabitate-indarrak ozeano eta lakuen gisako ur-egitura irekietan baino ez du eragiten, eta ez garuna bezalako egitura estali eta itxietan. Bestetik, ilbeteak eraginik izango balu, ilberriak ere eragin berbera edo handiagoa izan beharko luke, fase horretan llargia Eguzkiarekin lerrotatzen bai-

ta, eta bien grabitate-indarra batzen baita (ikus 3. irudia). Azkenik, Ilargia handia bada ere, oso urrun dago gizakiongandik, eta ezin du izan sorbalda gainean pausatutako intsektu batek baino eragin handiagoa. Ildo beretik, Kellyk eta kideek jaioberri baten inguruko gorputzek umearengan eragiten duten grabitate-indarra Ilargiarenarekin alderatu

zuten (ikus 4. irudia), eta astroaren eragina hutsala zela ondorioztatu [4].

Ilargi eta laino, sorginentzat giro

Ez al du funtsik, orduan, Lieberrek hilketen eta ilbetearen artean aurkitutako loturak? Bada, mareen indarra kausa modura proposatzean asmatu ez ba-



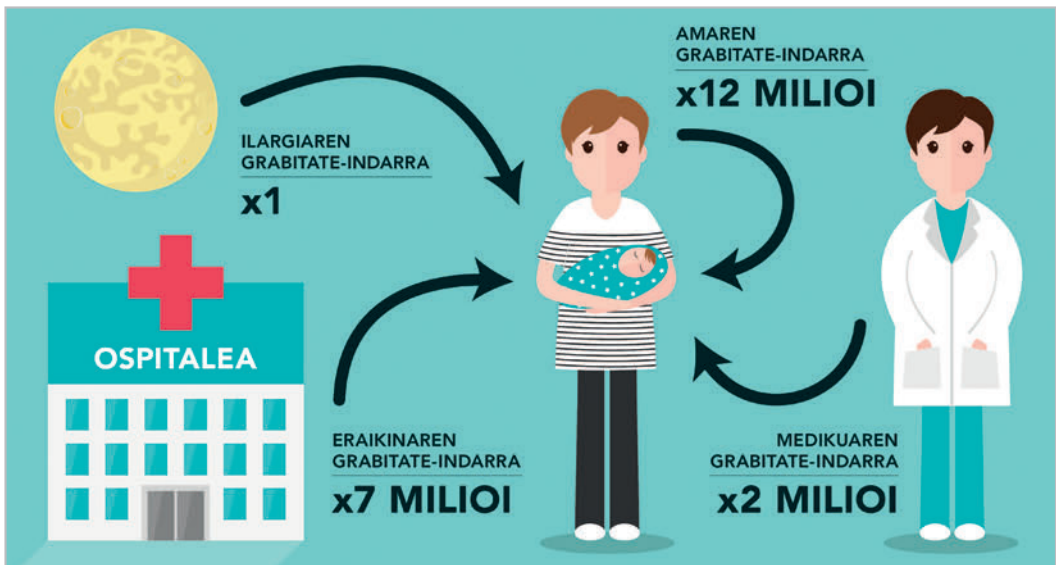
3. irudia. Ilargiaren grabitazio-indarrak Lurreko ozeanoetan eragiten du, gertuen dituen ur-masak erakarriz. Mugimendu horien ondorioz gertatzen dira itsasgorak eta itsasbeherak. Ilberri eta ilbetean, gainera, lerrokatu egiten dira Lurra, Ilargia eta Eguzkia, eta satelitearen erakarpen-indarrari Eguzkiarena gehitzen zaio; hala, marea biziagoak sortzen dira.

zuen ere, beste zenbait ikerketak berretsi dute ilbetean eraso oldarkorrek egin edo pairatzeko arriskua areagotzen dela. Kasurako, Alemaniako Bavaria eskualdeko hainbat polizia-etxetan sei urtez jasotako 23.127 krimenen txostenak aztertuta, ikertzaile-talde batek ondorioztatu zuen ilargi betean eta ilbeheran ugariagoak izan zirela kalean egindako eraso larriak. Fenomeno horren zioaren inguruan zenbait faktore proposatu dira. Lehenik, kontuan izan behar da ilargiak berak zuzenki eragiten ez badigu ere betea dagoenean argi gehiago islatzen duela, eta argi horrek melatonina ekoiztea galarazten digula gizakioi. Melatonina loaren zikloa kontrolatzen duen hormona da; gure erretinek argi-izpirik jasotzen ez dutenean ekoizten da, eta loa eragiten du. Gau argitsuetan, baina, zikloa eten daiteke, eta lo falta eta jorkabide oldarkorrek agerrarazi. Horretaz gain, argitasun gehiago egoteak ikusgaitasuna handitzen digu, eta horrek krimenak egiten laguntzen du. Bestalde, sinesmen kulturalak medio, gaizkileak ilargi betearen eraginpean dagoela pentsa dezake, eta krimena egi-

tera adoretu. Azkenik, ilbetean eta hurbileko gauetan izaten den argitasuna dela eta, ohikoagoa da gaueko aisialdiko ekintzak egitea eta ordu txikitan kalean ibiltzea, eta, ondorioz, estatistikoki aukera gehiago daude eraso bat egin edo jasateko [5].

Ilbetea eta osasuna

Ilargiak gizakion osasun-egoeran eragin dezakeela pentsatu izan da, eta hainbat ikerketa egin dira gai horren inguruan ere. Nahaste psikiatrikoekin hasiz, ikerketek ez dute ilargi-faseen efektu esanguratsurik aurkitu, larrialdi-zerbitzuetan erregistratutako izu-atakeei edota antsietate- zein depresio-sintomen larriagotzeari dagokienez, ez eta nor bere buruaz beste egiteko saiakeretan ere [6]. Epilepsia-krisien inguruan hainbat ikerketa egin badira ere, emaitzek ez dute bat egiten krisi gehiago zein ilargi-fasetan gertatzen den adieraztean [7]. Glasgowko Unibertsitateak egindako ikerketa baten arabera, bihotzekoaren sintomak izan baina proba diagnostikoetan gaitzaren jatorri biologikoa aurkitu



4. irudia. Ivan Kellyk, James Rottonek eta Roger Culverrek, 1985. urtean argitaratutako "The Moon Was Full and Nothing Happened" artikuluan, ebatzi zuten amak haur jaioberriarengan egiten duen grabitate-indarra ilargiak egindakoa baino 12 milioi bider indartsuagoa dela; kalkulu matematiko batzuk aurkeztu zituzten esandakoaren erakusgarri.

ez zen kasu gehiago izan zen ilargi beteko egunetan [8]. Fenomeno hori azaltzeko, ikerketaren autoreek proposatzen dute, azalpen biologikorik izan ezean, zerikusia izan zezakeela Ilargiaren inguruan eraikitako sinesmen sozialak.

Sinesmenak egiazat hartzen direnean

Gogamenak gertaera jakin batzuei garrantzia eman eta oroimenean finkatzeari irudipen-korrelazio de-ritzo. Beste hitz batzuekin esanda, errealitatean existitzen ez den lotura bat egiazkoa balitz bezala hautematean datza. Ilargi betea izan eta ezohiko zerbait gertatuz gero, xehetasun aldrebes hori gogoratuko, kontatuko eta hedatuko dugu, bat dato-rrerako Ilargiaren inguruan ditugun aurreiritziekin. Adibidez, ikerketa baten arabera, Ilargiak pazien-teen aldar-tean eragiten zuela sinesten zuten psi-kiatria-zerbitzuko erizainek pazienteen portaera arraroen gaineko ohar gehiago idazten zituzten ilbetea zenean, Ilargiaren eraginean sinesten ez zuten erizainekin alderatuta [9].

Bada, baina, Ilargiak giza jokabidean duen balizko eraginaren inguruko teoria bat ere: Emory Unibersitateko Charles Raison psikiatraren esanetan, gaur egun mito zahar dena errealitate izan zitekeen sortu zen unean. Izan ere, argi artifizialik ez zegoenean eta gizakiak ortzipean lo egiten zuen garaian, Ilargiaren distirak loa galarazten zien pertsonei, eta tartean izango ziren buru-nahasteak zituztenak ere. Lo faltak baldintza psikologiko zehatz batzuekin bat egiten duenean —nahaste bipolarrarekin, esaterako— jokabide-asaldurak jazo daitezke. Hortaz, lite-keena da arbasoek egindako lotura horrek mendeak gaintitza, eta, Raisonen eta kideen esanetan, “fossil kultural” gisa har daiteke Ilargiak gizakiongan duen efektuaren inguruko sinesmena. ●

Bibliografia

- [1] Moon Power dokumentala, Peter Crawfordek zuzendua (2003-10-09an kaleratua, The BBC Natural World collection).
- [2] Jody Gunn, Dawn Hawkins, Richard F.W. Barnes, Frederick Mofulu et al. 2014. The Influence of Lunar Cycles on Crop-Raiding Elephants; Evidence for Risk Avoidance. *African Journal of Ecology* 52 (2): 129–37.
- [3] Craig Packer, Alexandra Swanson, Dennis Ikanda eta Hadas Kushnir. 2011. Fear of Darkness, the Full Moon and the Nocturnal Ecology of African Lions. *PLoS ONE* 6 (7).
- [4] Ivan Kelly, James Rotton eta Roger Culver. 1985. The Moon Was Full and Nothing Happened. *Skeptical Inquirer* 10 (2): 1–14.
- [5] Teresa Biermann, Rita Asemann, Carmel McAuliffe, Armin Ströbel, et al. 2009. Relationship between Lunar Phases and Serious Crimes of Battery: A Population-Based Study. *Comprehensive Psychiatry* 50 (6): 573–77.
- [6] Geneviève Belleville, Guillaume Foldes-Busque, Mélanie Dixon, Évelyne Marquis-Pelletier et al. 2013. Impact of Seasonal and Lunar Cycles on Psychological Symptoms in the ED. *General Hospital Psychiatry* 35 (2): 192–94.
- [7] Robert D. Bolen, Zeke Campbell, William A. Dennis, Elizabeth H. Koontz, eta Paul B. Pritchard. 2016. “Effect of Lunar Phase on Frequency of Psychogenic Nonepileptic Events in the EMU.” *Epilepsy and Behavior* 59: 62–63.
- [8] Faheem Ahmad, Terence J. Quinn, Jesse Dawson, eta Matthew Walters. 2008. A Link between Lunar Phase and Medically Unexplained Stroke Symptoms: An Unearthly Influence? *Journal of Psychosomatic Research* 65 (2): 131–33.
- [9] R. D. Osborn. 1968. The Moon and the Mental Hospital; an Investigation of One Area of Folklore. *Psychiatry and Mental Health* 17 (5): 476.

gazteberri.eus

Gazteberri aldizkariko eduki guztiak **nonahi** eta **noiznahi**

Erreportajeak

Elkarrizketak

Euskara

Zientzia

Teknologia Berriak

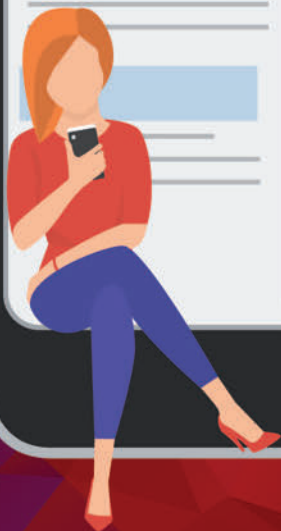
Sexua

Elikadura

Kontzertu agenda



GAZTEBERRI.EUS
Gazteberri aldizkariaren web gunea

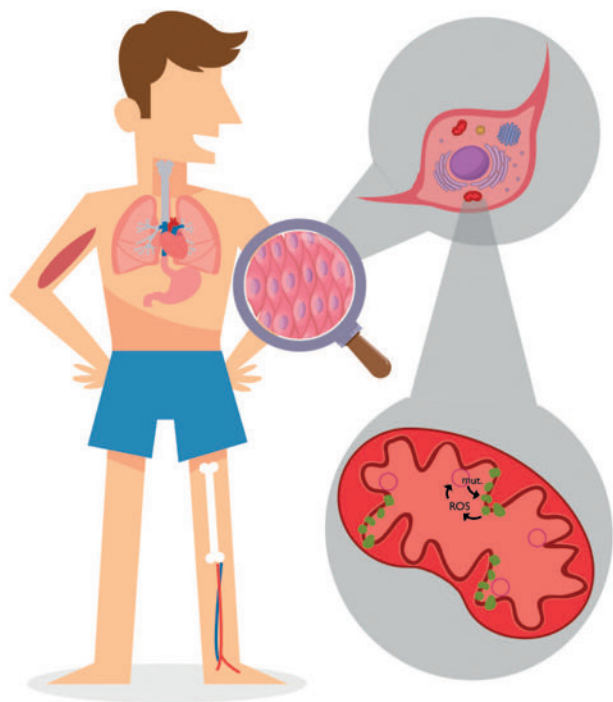


Mitokondriak eta zahartzea

Zahartzea prozesu konplexu eta korapilatsua da, eta, ongi ulertzeko asko falta zaigun arren, horretan ari gara; badugu jadanik hainbat prozesuren berri. Adibidez, gero eta ar- giago dago mitokondriek oso zeregin garrantzitsua dutela gure gorputzaren zahartze- prozesuan, eta, hala, prozesu hori ulertzeko gako bihurtu dira.

Mitokondriak giza zelula guztietan daude, eta esan ohi da zelulen *zentral energetikoak* direla. Izan ere, mitokondrien funtzio behinenetako bat da zelula energi- az hornitzea, eta, horretarako, funtsean, eli- kagaien digestiotik datozen produktuez eta arnas- ten dugun oxigenoaz baliatzen dira. Zelulen arnas- keta esaten zaio prozesu horri.

Zelula batek mitokondria-kopuru aldakorra eduki dezake, zelularen funtzioen, beharizan enerji- koaren eta zelula-fasearen arabera; horretarako, mitokondriak gai dira euren artean fusionatu eta bakar bat osatzeko, edo zatitu eta mitokondria txiki asko sortzeko. Luze ez jotzeko, mitokondrien ezaugarri mordoaren artetik bi azpimarratuko di-



1. irudia. Gizaki baten gorputzeko edozein ataletan zoom-a erabiliko bagenu, mota askotako zelulak topatuko genituzke. Horiek denek, hala ere, egitura komun batzuk dituzte; esaterako, mitokondria. Irudiko mitokondrian ageri da nola gertatzen den mitokondrietan oinarritutako zahartze-prozesua: arnas kateetako proteinek (berdez) askatzen dituzten ROSek mutazioak sortzen dituzte mitokondrietako DNA (zirkulu morea), eta horrek, halaber, proteina akastun gehiago sortzea dakar.

tugu. Bata, bi mintzez inguraturiko egitura biribil edo obalatuak direla, eta mintz horiek berebiziko garrantzia dutela, besteak beste, barne-mintzean gertatzen delako arestian aipatutako energiaren sintesia. Bestea, mitokondriak bere material genetikopropioa duela, zeinak bere funtzionamendurako behar dituen egiturak kodetzen baititu.

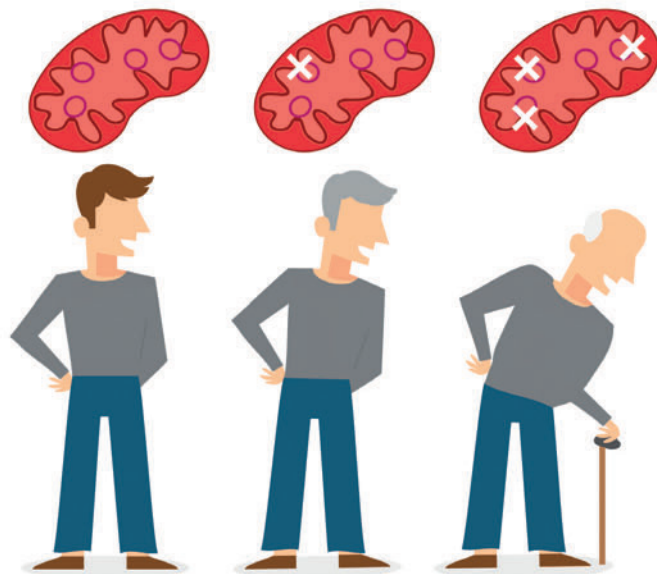
Mitokondrietan oinarritutako zahartze-prozesua

Esan daiteke zahartzea gorputzeko sistema eta aparatuen akatsen ondorioa dela. Hain zuzen ere, abiadura ezberdinetan izan arren, zahartu egiten dira gorputzeko organo guztiak. Zelulen zahartzeaz hitz egiten dugunean, bada argi eduki beharreko kontzeptu bat: zelulen diferentziazioaren ordainetan agertutako fenomeno da zahartzea. Jatorrizko organismo unizelularrek hilezkorrak ziren. Eboluzioaren puntu batean, bizitza multizelularra garatu ahal izan zen, zelulak bitan zatitzen eta desberdintzen hasi zirelako, eta funtzio ezberdinak bete zitzaizkete zelula motak agertuz joan zirelako. Hartara, organismo handiagoak eta konplexuagoak (biologikoki, morfologikoki, funtzionalki, etab.) agertzea ahalbidetu zuen lan-banaketak, baina, hori lortzearekin batera, zelula horiek etengabe zatitzeko eta eraberritzeko ahalmena galdu zuten, eta zelula sexualetara mugatu zen gaitasun hura, organismo multizelularretan.

Zergatik zahartzen garen eta prozesu neketsu hori nola saihestu dezakegun; horiek dira, azkenaldian, gori-gorian dauden bi galdera. Zientziak hipotesiandana proposatu du, galderoi erantzun nahian, baina zahartze-prozesuan eragiten duten mekanismoak eta molekulak baino ez dituzte identifikatu hipotesi horietariko gehienek; benetako jatorrizko kausak zeintzuk diren argitzeke dago, oraindik. Egun, mitokondrietan oinarritutako zahartze-prozesuarena da hipotesirik indartsuena.

Oxigenoaren forma kimiko jakin batzuk dira oxigenoaren espezie erreaktiboak (ROS, ingelesez, *Reactive Oxygen Species*), eta kaltegarriak izan daitezke zelulenzat, euren askotariko osagaiei eraso egin baitiezaiekete, hala nola DNARI, proteinei edo mintz lipidikoei. Era berean, zeluletako ROS-iturri nagusia mitokondria da, mitokondrietako arnas kateak, hain zuzen ere. Arnas kate horietatik hurbil mitokondrietako DNA badago, ROS horiek DNAn eragin ditzaketen kalteak askoz ere bortitzagoak dira beste biomolekuletan eragin ditzaketenak baino. Eta DNAn gertatzen diren kalte horiek mutazioak dira askotan. Urteak igaro ahala, DNAn mutazioak piltzen doaz; zenbat eta mutazio gehiago izan, orduan eta akats gehiago gertatuko dira mitokondrietan. Gainera, mitokondrietako DNA nukleokoa baino sentikorragoa da edozein kalterekiko; izan ere, mitokondrietakoa ez dago proteina babesleetan kiribilduta, ROSEk eragindako kalteak konpontzeko mekanismo gutxiago ditu eta DNA-sekuentzia guztia kodetzailerik da (geneak bata bestearen segidan daude; tartean ez du zati ez-kodetzailerik). Hala, mutazio horiek sortutako proteina okerren ondorioz, handitu egiten da arnas kateetatik ihes egiten duten ROSen proportzioa, eta horrek, era berean, mutazio gehiago dakartza. Ziklo horrek, azkenean, eragiten du zelulak bere funtzioen eta prozesuen kontrola galtzea, eta hori gorputzeko zelula eta ehun askotan gertatzen denean, organoek ezin dute behar bezala funtzionatu. Hori da zahartzea, eta prozesu horren muturreko egoera: heriotza.

Dena dela, biologian ohi den moduan, ROSen funtzionamendu horrek ez du erabat azaltzen errealitatean gertatzen den guztia. Mitokondrietan oinarritutako zahartze-prozesuaren azken bertasioak apur bat aldatzen du ROSen papera. Azken bertasio horren arabera, ROSak seinale-molekula liriateke, eta zelularen nukleoari jakinaraziko liokete mitokondria hori kaltetua dagoela. Hark zenbait erantzun jarriko lituzke martxan, hala nola energia lortzeko bide alternatiboak (adibidez, hartxidura), estresari aurre



2. irudia. Gure hipotesiaren arabera, zahartzen goazen heinean geroz eta kalte gehiago pilatuko dira mitokondrietako barne-mintzaren eta DNAREN (zirkulu moreak) artean. Lotura horretan ezinbestekoa denez kolesterola, kolesterolean nahiz DNA mitokondrialean akatsak dituzten gaixotasunak ikertzen ari gara, bi molekulen harremana hobeto ulertzeko, eta gero zahartze-prozesuak ikertzeko. Helburu nagusia da farmakoak aurkitzea, bi faktore horien erregulazio okerrak eragin dezakeen kalte kognitiboa murriztu edo eteteko.

egiteko mekanismoak eta mitokondria gehiagoren sintesia. Hortaz, badirudi mitokondrietan oinarritutako zahartze-prozesua ez dela hasieran azaldu dugun bezain katastrofiko. Aitzitik, garrantzitsua da oxigenoaren erradikal askeak zelulan agertu ahala ez neutralizatzea, mitokondrien egoeraren indikatzaile eta seinale-molekula baitira, eta behar-beharrezkoak zelularentzat erantzun eraginkorrak sortzeko.

Eta zahartzeari aurre egiteko, zer?

Zahartzeari aurre egiteko ikertzen ari diren estrategien artean, antioxidatzaileen erabilera da eztabaiatuenetariko bat. Antza denez, gorputzak antioxidatzaileak erabiltzen ditu zeluletako oxidazio- eta erredukzio-erreakzioen (erredox) balantzea maila optimoetan mantentzeko. Hortaz, zelulek behar adina denbora eta energia soilik gastatzen dute antioxidatzaileak sintetizatzen edo prozesatzen, eta gehiegizko oxidazio-erreakzioak azkarrago saihesten baino ez digu lagunduko antioxidatzaile gehiago kontsumitzeak. Izan ere, ROSen eraginez,

oxidazio-erreakzio gehiago gertatzen dira, eta antioxidatzaileek, berriz, erredox-erreakzioen maila optimoak berreskuratzen lagundu dezakete. Baina, gauza orok bezalaxe, aurki horrek ere badu bere ifrentzia. Badirudi zelulak gai direla behar hainbat antioxidatzaile eskuratzeko, erredox-erreakzioak kontrolatzeko, eta gehigarri gisa hartzen direnek ez dutela eragin positiborik zahartzeari aurre egiteko, behintzat. Gainera, esan dugu antioxidatzaileen kontsumo gehigarri batek lagundu dezakeela gehiegizko oxidazio-erreakzioak azkarrago saihesten, baina hori kaltegarria izan liteke gaixotasun batzuei aurre egiteko, minbiziari esaterako. Izan ere, gorputzaren estrategia natural bat da zelulak oxidatzea eta, horrela, haiek hiltzera bultzatzea, minbizi-zelulak kontrolik gabe hazi ez daitezen; beraz, antioxidatzaileak gehigarri gisa kontsumitzen baditugu, agortu egiten ditugu halako estrategiak. Azkenik, gogoratu lehen esan duguna: ROSak mitokondriaren egoeraren seinale-molekula dira. Beraz, azken ikerketen emaitzek aditzera ematen dutenez, ez genituzke geuk aldatu behar oxigenoaren

espezie errektiboen dinamikak; gorputzak baditu bere erregulazio-mekanismoak, utz diezaiozun bere kasa moldatzen.

Gure ikerketa-lerroa: mitokondrietako DNA eta kolesterola

Gure ikerketa-taldean ere, Bionostian, ari gara zahartzea ikertzen. Kalte kognitiboa zahartzearen ezaugarri unibertsala da, eta kalte kognitiboan eragina duten bi faktore dira energia sintetizatze-ko gaitasuna eta kolesterolaren metabolismoa. Bi osagai horiek gakoak izan litezke gaixotasun neurologiko ugarietan; alde batetik, garuna delako energia-eskari handiena duen organoa, eta, bestetik, deskribatua dagoelako nola hartzen duen parte kolesterolak zenbait eritasun neurologikotan, esaterako, parkinsonean edo alzheimerrean. Gainera, duela gutxi, erakutsi dugu bi faktore horiek ez direla independenteak, estu lotutako bi prozesu baizik. Zehazki, mitokondrietako DNA, behar-beharrezkoa dena energia ekoizteko, barne-mintzari lotzen zaio fisikoki, besteak beste, kolesterolari esker. Gaixotasun mitokondrial ugari agertzen da helduaroan, zeinak DNA mitokondrial-kolesterol lotura kaltetua baitute. Hala ere, gure hipotesia da lotura anormal hori adinaren menpekoea dela, eta, beraz, zahartze normalean ere gertatzen dela, poliki-poliki eta era progresiboan.

Hortaz, ikertzen ari gara zahartzeak nola eragiten dien mitokondrietako DNARI eta kolesterolari, eta ea mitokondriaren eta kolesterolaren metabolismo akastuna bat datorren kalte kognitiboarekin. Horretarako, eritasun neurologikoak dituzten gaixoe-kin ari gara lanean, hain zuen, mitokondrian nahiz kolesterolean gertatzen diren akatsek eragindako gaixoe-kin; eta gero haietatik lortutako aurkikuntzek zahartze-prozesuetan nola eragiten duten aztertze-ko asmoa dugu. Helburu nagusia da kalte kognitiboa gelditu edo moteldu dezaketen tratamenduak diseinatzea eta gaixotasun neurologiko larriei aurre egiteko farmakoak garatzea. Ildo horri dagokionez,

identifikatu ditugu jada mitokondrietako DNAREkin interakzionatzen duten eta kolesterolean eragiten duten farmakoak, eta, beraz, hurrengo urratsa izango da farmako horiek gaixotasun neurologikoe-tan eta zahartze-prozesuetan testatzea, bizimodu osasuntsuago eta luzeagoa izateko atea irekiko digutelakoan.

Azkenaldian, gobernariak diruz laguntzen ari diren ikerketak bizi-itxaropena luzatzera baino zahartza-roaren kalitatea hobetzera bideratuta daude. Izan ere, gizabanako zaharrez osatutako gizarte-eredua izango dute herrialde aurreratu gehienek etorkizun hurbilean. Jaiotze-tasa baxuen eta heriotza geroz eta berantiarraoen ondorioz gertatzen ari da hori. Hala ere, ongi dago egoera ikuspuntu mediko eta biologikotik hobetzea, baina, neurri berean, alor soziala hobetu beharko da, zahartzearen arazoa egokiro kudeatu eta bizi-kalitate duin bat bermatu nahi bada. Hobetu beharko dira, halaber, pentsio-plana-k, mendekotasuna duten adinekoei eskaintzen zaizkien baliabideak eta laguntza sozialak. Baina hori ez dago zientzialarion esku. ●

Bibliografia

- Becker W.M., Kleinsmith L.J., Hardin J. (2006) El mundo de la célula. Pearson Education.
- Behl C. (2008) Cerebro senescente. *Mente y Cerebro*. 29, 34-39.
- Heuser I. (2008) Antienvejecimiento. *Mente y Cerebro*. 29, 66-73.
- Lane M.A., Ingram D.K., Roth G.S. (2002) Restricción calórica mimetizada. *Investigación y Ciencia*. 313, 74-79.
- Lane N. (2005) Power, Sex, Suicide. *Mitochondria and the meaning of life*. Oxford University Press.
- Sastre J., Pamplona R., Ramón J.R. (2009) Biogerontología médica. *Ergon*.

Gaxuxaren klarion magikoa



Alvaro eta Oihane Beñaran

“Gaxuxaren klarion magikoa” haurren beldurrei buruzko ipuin bat da. Bizitzaren garai horretan (2-6 urte) agertzen diren beldurrei aurre egiten laguntzeko egindako ipuin bat, besterik ez. Gure gizartean sortutako zenbait pertsonaia beldurgarriekin, Gaxuxak (hau da, haur guztiek) bere klarion magikoa erabiliko du, beldurrak giltzapean sartzeko.



Informazioa eta eskariak egiteko

www.hikhasi.eus

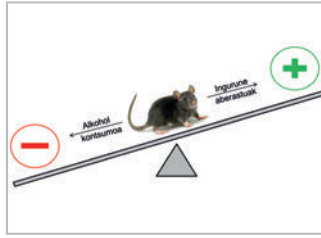
Jarraitu gurekin zientzia eta teknologiaren berriei, sarean aldizkaria.elhuyar.eus



EKINEAN

“Tesia egiteko aukera eman zidatenean, ez nuen asko pentsatu”

Itxaso Parola Domingok gazte-gaztetatik izan du gustuko zientzia. Dioenez, batxilergoan oso ondo moldatzen zen matematikan, fisikan eta halakoetan. Beraz, unibertsitateko ikasketak aukeratzeko garaia iritsi zitzaionean, ez zuen Ingeniari-tzian sartzeko zalantza handirik izan: “Osasun-zientziak ez zaizkit gustatzen; zerbait teknikoagoa nahi nuen. Azkenean, Telekomunikazio Ingeniari-tza aukeratu nuen, denetarik due-lako: matematika, fisika, elektronika, telematika, informatika...” (...).

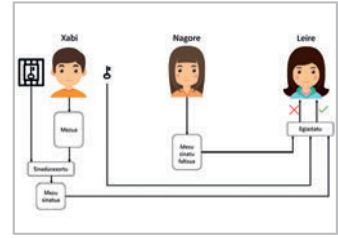


GAI LIBREAN

Zentzumen anitzeko terapiaren altzorra

Irantzu Rico Barrio

Bidaiatu, korrika egin, sexu-harremanak izan, instrumentu bat jo, gida-tu, hizkuntza bat ikasi... ez dira bakarrik gure eguneroko ohikeria osatzen duten ekintza hutsalak. Bizi garen ingurune aberastuan, zentzumenen garapena sustatzen dute horrelako jarduerak, eta haien erabilera terapeutikoa tresna baliagarri gisa ikusi izan da, hainbat gaixotasunen sintomak atzeratzeko edo hobetzeko, mendekotasunei aurre egiteko, eta abarretarako. EHUko Neurozientziak Sailean ikertzen ari dira (...).



GAI LIBREAN

Pintxo-poteo kontuak, blockchena eta bitcoina

Ander Galisteo Zabalo

Asko entzun izan dugu azken urte hauetan *blockchain* eta *bitcoinari* buruz. Baina zer dira? Posible al da ulertzea nola funtzionatzen duten, eguneroko adibide simple batekin? Hori da, hain zuzen ere, artikulu honen helburua; izan ere, *blockchain* edo bloke-kate kontzeptua alderatuko dugu Euskal Herrian aurrez aurre izan ohi dugun arazo batekin: nola egin diru-kontuak lagunekin pintxo-poteora zoaztenean (...).

Abendura arte



aldizkaria.elhuyar.eus



www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria



@elhuyaraldizk

Zer eta nor



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

Zuzendaria:

Aitziber Agirre (a.agirre@elhuyar.eus).

Publizitate-arduraduna:

Izaro Aizpurua (i.aizpurua@elhuyar.eus).

Hizkuntza-arduradunak:

Alaitz Imaz, Saroi Jauregi.

Erredakzio-taldea:

Aitziber Agirre, Egoitz Etxebeste,
Ana Galarraga.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Alex Alonso, Olatz Arbelaitz, Kristina Arozena, Mikel Artetxe, Uxo Fernandez, Ian J. Holt, Ainitze Labaka, Edurne Larraza, Igor Leturia, Mikel Muñoz, Manu Ortega.

Azaleko argazkia:

Alex Alonso Puente

Jatorrizko diseinua:

Eragin.com

Diseinua eta maketa:

Virginia Larrarte.

Harpidetzak:

Lurdes Ansa (harpidetza@elhuyar.eus).

Inprimatzailea:

Leitzaran Grafikak. Papera klororik gabea da, eta FSC agiria du (ingurumen-kudeaketa jasangarriko basoetatik erazten da). Oinarri begetaleko tintak erabiliz inprimatzen da.

Banatzaileak:

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

Paperean eta edizio digitala:

- Urtean 4 zenbaki (martxo, ekaina, iraila eta abendua).
- Euskal Herria eta Espainia: 16 €.
- Beste herrialdeak: 28 €.

Ale digitala: 3,50 € (www.elhuyar.eus).

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2603-6614

Elhuyarren jabetzako edukia Creative Commons lizentzian dago, "Aitortu – Berdin partekatu (CC-BY-SA-3.0)" lizentzia. Beste jabetza batekoak diren edukiak jabeak adierazitako lizentzian erabili dira, eta hala aitortu dira.

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

KULTURA ETA HIZKUNTZA
POLITIKA SAILA
DEPARTAMENTO DE CULTURA
Y POLÍTICA LINGÜÍSTICA

"Kultura eta Hizkuntza Politika Sailak (Hizkuntza Politikarako Sailburuordetzak) diruz lagundua"



Gipuzkoako
Foru Aldundia

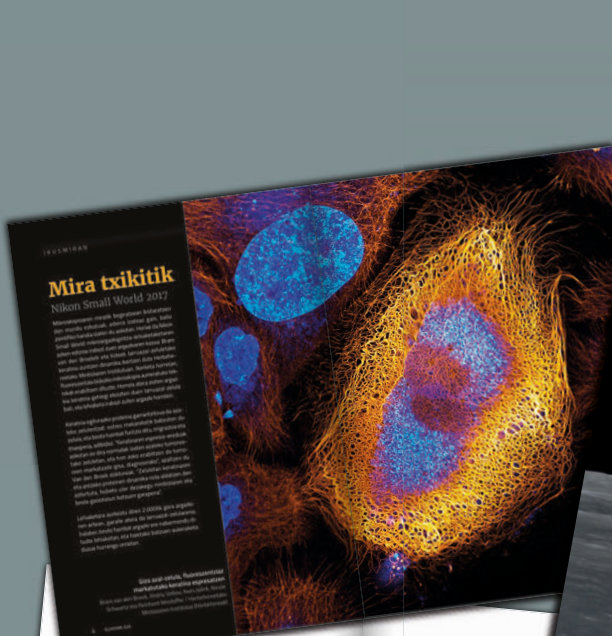
LAGUN ARO Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.; EIKA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.; MAIER Koop. Elk.; Tajo Group.

Gozatu

elhuyar

aldizkari berritua

Zientzia eta teknologiaren arloan gertatzen den guztia, eskura: gaurkotasuna, iritzia, analisia, istorioak, irudiak, hemengo ikerketa...



Birusak ez dira beti etsai

Elkarrizketa
Javier Armentia
 Zientziaren dibulgatzailea

Ilargia:
 hain hurbil, hain urrun

Hiru hilez behin jasoko duzu etxean, eta, noiznahi, eduki gehiago izango duzu webgunean

Harpidetu zaitetz edo oparitu ezazu harpidetza, hemen:
<https://aldizkaria.elhuyar.eus/harpidetza>

Doan deskargatzeko prest:
xuxen.eus/deskargatu

Xuxen berria

Xuxenek **akats ortografiko eta gramatikalak** detektatu eta zuzentzeko proposamenak egiten ditu testuan bertan

Elurra dago Etxegaraten.

abc

Etxegaraten

Ikusiko gara oporretan.

abc

Ikusiko dugu elkar

Word berrietan eta Interneten ere erabil dezakezu:
postan, Twitterren, Facebooken...

