

318

2015eko ekaina

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

elhuyar
Zientzia

2014ko
CAF-Elhuyar saridunak

Bi sexuen sailkapenaz
harago

ZERORA BIDEAN
eraikuntza jasangarria

4,70
euro



Zz serieko liburu honek 16 ipuin eta esperimentu biltzen ditu. Marikalanbre da protagonista.

EZAGUTU

esperimentuen mundua!



6-8 urte

Marikalanbre bizitzaren laborategian

Idazlea
ANA GALARRAGA Aiestaran
Ilustratzailea
JOSE ANJEL LOPETEGI

Nolatan ez dira urperatzen itsasontziak? Aireak badu pisurik?

Horrelako galderei erantzuteko, Marikalanbrek bere sistema du: esperimentuak egitea. Eginez ikasten dena ez baita inoiz ahazten! Zuk ere esperimentuak eginez ondo pasa nahi baduzu, eskuratu **Marikalanbre bizitzaren laborategian** gaztetxoentzako esperimentu-liburua.

Elhuyarreko Ana Galarragaren eskutik eta Irrien Lagunen lankidetzarekin.

Zure liburudendan eta Elhuyarren webgunean.

www.elhuyar.eus



Irrien Lagunekin
lankidetzan



elhuyar

LAGUNTZAILEAK



Gipuzkoako
Foru Aldundia

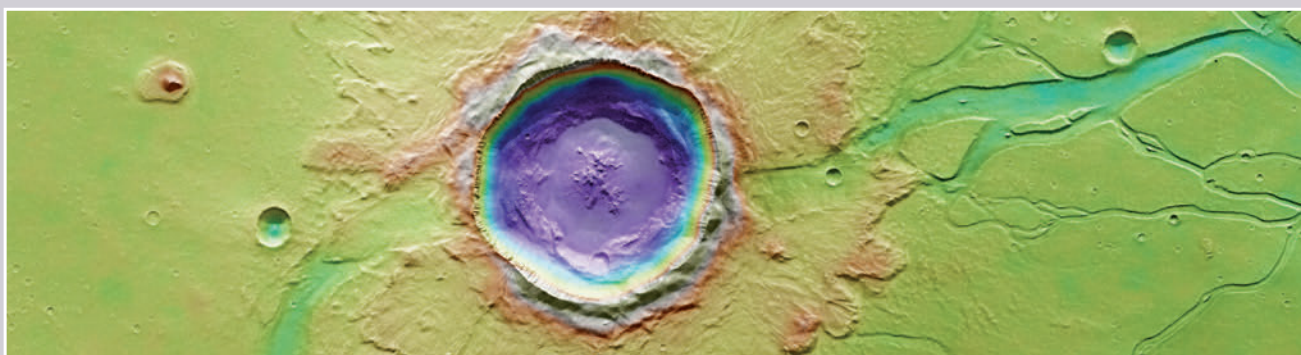


“**I**txaron haurra hazi eta esan ahalko digun arte
neska edo mutila den, guk jakiteko”

23

“**3D**ko avatar bat da tutorea, zeinarekin euskaraz
komunikatzen garen, ahoz”

25



“**H**ildako bat ehortzi eta hilobian loreak utzi zituztela
frogatu den lehen aldia da”

26

“**L**egea hori da, baina utopia bat da; oso urrun gaude hori lortzetik”

30

“**D**ena zen poza eta optimismoa Atxukarrorengan. Hori bai, (...)”

39

Eraikuntza jasagarria, eredugarria eta hedagarria

Europar Batasunak 20-20-20 helburua jarri dio bere buruari 2020rako: energia-kontsumoa % 20 murriztea, berotegi-efektuko gasen isurketa % 20 murriztea, eta energia berriztagarriak guztizkoaren % 20raino handitzea. Eta helburu hori betetzeko lerroetako bat eraikuntza eta eraikinak dira. Izan ere, 2010ean argitaratutako direktibaren arabera, ia energia zerokoa izan beharko dute eraikin berriek ordurako. Hau da, eraikinak bera gai izan behar du kontsumitzen duen energia ia guztia sortzeko, energia berriztagarriak erabiliz.

Xede eta filosofia hori du Orona Ideo berrikuntza-hiriko eraikin nagusiak: Orona Zero ikusgarriak. Hain zuzen ere, bera da zenbaki honetako erreportaje nagusiaren protagonistetako bat, haren arkitekto Xabier Barrutietaren eskutik. Jasangarritasun-ziurtagiri nagusien maila goren eskuratu duen Europako lehen eraikin-multzoa da Orona Ideo, eta ikur bat da dagoeneko.

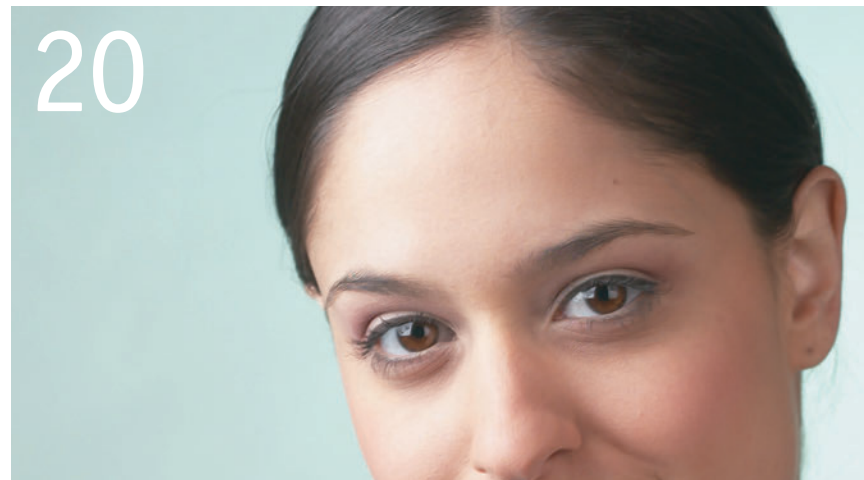
20-20-20 helburua bete nahi izatera, ordea, eraikin ikurrez harago hedatu behar da eraikuntza jasagarria; besteak beste, etxebizitza arruntetara. Eta arlo horretan, zero energia utopiaren eremuan dago oraindik, Ifriko Lizundia EHUKo Arkitektura Goi Eskola Teknikoko irakaslearen esanean. Eraginkortasun energetikoari erreparatu gero, onenean, maila gorenetik urrun daude eraikin berriak, eta oso urrun zaharrak.

“Zerora bidean: Eraikuntza jasagarria” erreportajea, eraikin eredugarriak eta arruntak uztartzeko gakoak jorratu dituzte bi arkitektoek: hirigintza klasikoa vs eraginkortasun energetikoa aintzat hartuko duen hirigintza, ondo zaharberritzearen garrantzia vs ondo zaharberritzeko ahalmen ekonomikoa, legearen eskakizunak vs errealitatearen mugak... Zerorako bidea ikurrak buruan eta oinak lurrean egiteko.



Eider Carton Virto

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia
aldizkariaren
zuzendaria*



Bi sexuen sailkapenaz harago

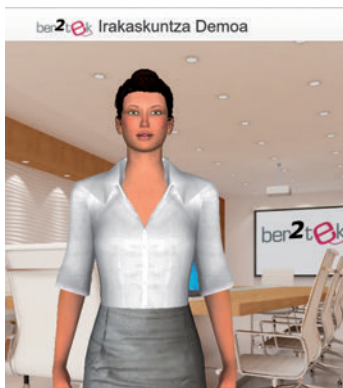
Sexologoei eta beste zenbait adituk urteak daramatzate jaio berritan sexu-banaketa bitarrak sortzen dituen arazoak gainditu nahian. Pixkanaka, arlo batzuetan hasi dira pausoak ematen bi sexuen ideia puskatzeko.



ZERORA BIDEAN eraikuntza jasagarria

Eraikin jasangarriak, bioklimatikoak, ekoeraginkorrak, berdeak, pasiboak, zero energiakoak... Moda baino gehiago da. Araudiek jarritako bidea. Askorentzat, maldan gorako bidea. Beste batzuentzat, berriz, eraikin eredugarriak egiteko akuilua.

24



Ber2Tek

beste aurrerapauso bat euskararentzako teknologietan

Gero eta gehiago komunikatzen gara makinekin lengoaia naturala erabiliz, eta gero eta gehiago laguntzen digute haiek hizkuntza-kontuetan. Baina euskaraz ere bai? Zorionez, Ber2Tek-en gisako ikerketa-proiektuei esker, euskaraz ere txukun samar egiten dute gailu digitalek.

LEKUKOAK

Fernando Plazaola

Plazaolak jario biziz erantzun die galderei, zalantzarik egin gabe. Nonbait, bere ibilbidean zerk txunditu duen bezain garbi du zer nahi duen etorkizunerako.



40

42

CAF-Elhuyar 2014: saritutako lanak



Joan den maiatzaren 14an ebatzi ziren 2014ko CAF-Elhuyar sariak, eta zenbaki honetan argitaratu ditugu dibulgazio- artikuluen kategorian saritutako lanak. Neurona-sareei aurpegiak bereizten irakasteko metodoez, saguzar arrantzale harrigarriez eta spintronikak ekarriko duen elektronika berriaz ari dira saridunak.



38

Nikolas Atxukarro

ezagutu, sendatzeko

Alois Alzheimerrek honela erantzun zion Washingtongo Eroetxe Federaleko Anatomia Patologikoaren departamentuko zuzendari izateko eskaintzari: "Ni ezin naiz joan, baina gazte bat bidaliko dizuet, gaztea izan arren nik adina balio duena". Nikolas Atxukarro zen gazte hura, 28 urteko bilbotar bat.



aurkibidea]

4 EKINEAN
Talkaren isuria

6 ALBISTEAK

19 EKINEAN
Naiara Arrizabalaga Uriarte

20 Bi sexuen sailkapenaz harago

24 MUNDU DIGITALA
Ber2Tek,
beste aurrerapauso bat euskararentzako teknologietan

26 Loreak aurkitu dituzte
Paleolitoko hilobi batean

28 ZERORA BIDEAN
eraikuntza jasangarria

36 ANALISIA
Ikergazte,
nazioarteko ikerketa euskaraz
IÑAKI ALEGRIA, AINHOA LATATU,
MIREN JOSU OMAETXEBARRIA

38 ISTORIOAK
Nikolas Atxukarro:
ezagutu, sendatzeko

40 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Fernando Plazaola Muguruza

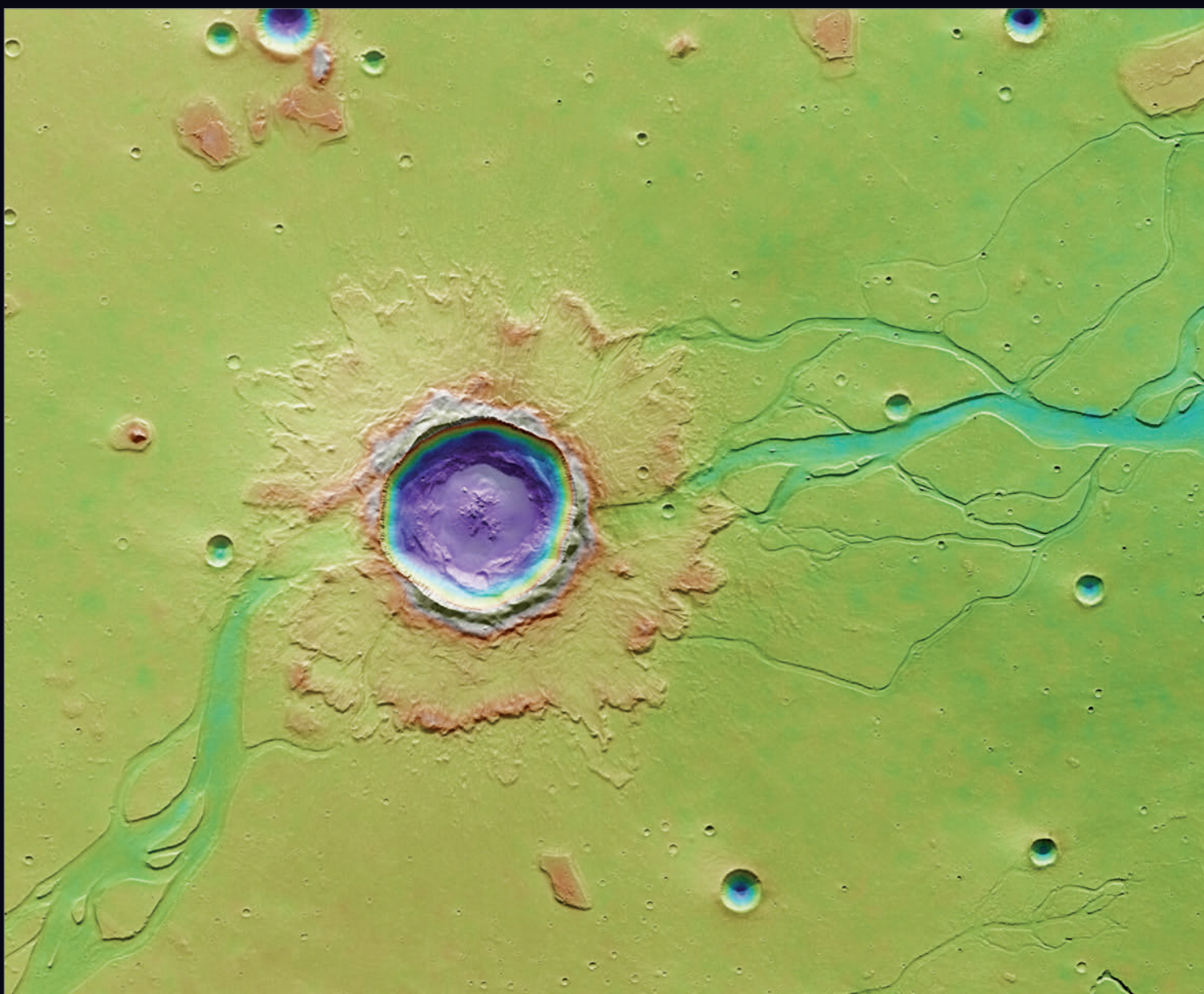
2014ko CAF-ELHUYAR SARIAK

44 Garun txiki birtualak
GORKA AZKUNE

48 Arrantzale bihurtu zen
ehiztari hegalariaen istorioa
OSTAIZKA AIZPURUA

52 Karga-garraiorik gabeko
elektronika berria
ESTITXU VILLAMOR

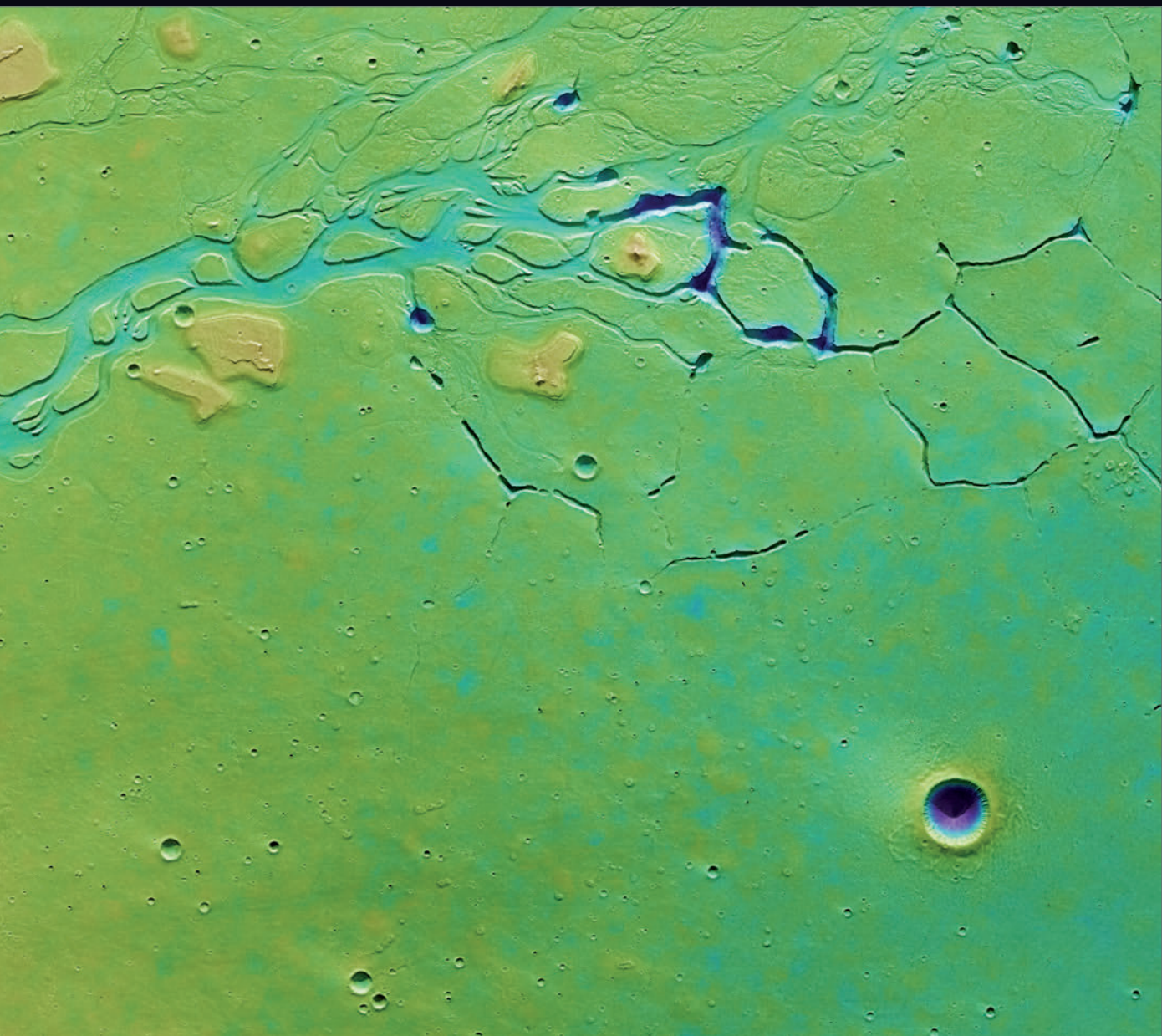
56 Sarean



Talkaren isuria

Kometa edo asteroide batek planeta bat jotzen duenean, arrasto nabarmena uzten du. Horren adibide dira Marteko irudi honetan ikusten diren kraterrak. Handienak 20 km-ko diametroa du; eta, kasu horretan, badira talka bortitzaren beste arrasto batzuk ere, kraterraz gain. Izan ere, halako talka batean asko igotzen da tenperatura, eta urtu egiten

dira materialak. Urtutako materialen isuriak bere bidea egiten du planetaren gainazalean, ibai eta erreken moduan. Horixe ikusten da ESaren *Mars Express* zundak hartutako irudi honetan. Koloreek zoruaren altuera edo sakonera adierazten dute: berdez eta horiz sakonera txikiko lurrak, urdin eta morez sakonera handikoak, 4 km-rainokoak.



ARG: ESA/DLR/FU BERLIN (G. NEUKUM)

Australopitekoen garaian ere, anitz eta batera

Lucy, *A. afarensis* ezagunaren garai eta eremu bertsuan bizi izan zen beste hominino espezie bat aurkeztu dute: *Australopithecus deyiremeda*. Fosilak —hiru baraila-zati— duela 3,5-3,3 milioi urtekoak direla adierazi dute aurkitzaileek, Clevelandeko Historia Naturalaren Museoko Yohannes Haile-Selassiek zuzendutako taldeak, eta, halaber, nabarmendu dute fosilen ezaugarriak espezie garaikideetatik desberdinak direla; haien esanean, aparteko espezieztat jotzeko bezainbestekoak. [Nature aldizkarian argitaratu dute aurkikuntzaren berri.](#)

Australopiteko espezie berriaren fosilak Waronso Mille eremuan aurkitu dituzte, Etiopiako Afar eskualdearen erdialdean, Lucy fosil ezaguna aurkitu zen tokitik ez oso urruti (35 km iparraldera besterik ez dago Hadar). Iker-tzaileen arabera, aurkikuntzak agerian utziko luke gutxienez bi australopiteko espezie bizi izan zirela batera garai berean, eta elkarrengandik oso gertu.



Australopithecus deyiremeda espezie deskribatu berriaren fosiletako bat. ARG. YOHANNES HAILE-SELASSIE

Alabaina, ez dira horiek biak Erdi Pleistozenoan Afrika ekialdean bizi ziren hominino bakarrak. 2001ean *Kenyanthropus platyops* espeziea deskribatu zuten Keniako Lomekwi aztarnategian, hura ere duela 3,5-3,3 milioi urtekoa. Hain zuzen, proposatu berri duten espeziaren barrailaren ezaugarri batzuk bat datoz *A. afarensis*enarekin, eta beste batzuk *K. Platyops*enakin.

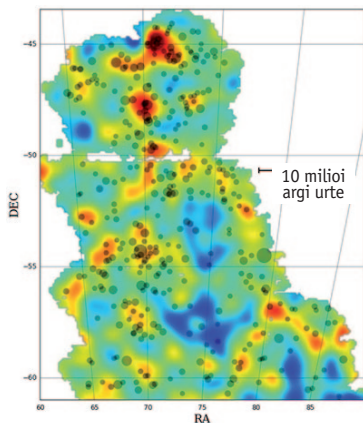
Ikertzaileek esanean, aurkikuntza horiek guztiek adierazten dute anizta-

sun handia egon zela Erdi Pleistozenoan Afrika populatu zuten homininoen artean —itxura batean, giza eboluzioaren geroagoko aldietan bezainbestekoa—, eta, geografikoki, elkarrengandik oso gertu bizi izan zirela haietako batzuk. Jakingai dago ingurumeneko zer faktorek eragin zuten halako hominino aniztasuna ekialdeko Afrikan, baita espezie haien arteko erlazio genealogikoa zein zen, edo haien eta ondorengo homininoen artekoa. ●

Materia ilunaren banaketa-mapa bat argitaratu dute

Unibertsoan materia iluna non dagoen pilatuta eta non ez zehazten duen mapa bat eman du ezagutzera Energia Ilunaren Neurketa proiektuak ([Dark Energy Survey](#)). Banaketa-mapa osatzeko, kamera digital superzehatz bat (570 megapixelexkoa) baliatu dute ikertzaileek. Izan ere, materia iluna ikusezina bada ere zuzenean, astronomoak gai dira hari antzemateko, haren grabitateak urruneko galaxien argia desbideratzen baitu; lente grabitatorio deritzo fenomeno horri. “Bi bat milioi galaxien irudietan distortsio ñimiñoak neurtu ditugu mapa hau sortzeko”, esan du ikerketaren arduradun Vimu Vikram ikertzaileak.

Ikertzaileen esanean, jasotako informazioa bat dator materia ilunaz orain arte egindako iragarpenekin. Hipotesi horien arabera, eskala handiko egitura kosmikoaren eragile nagusietako bat da materia



Materia ilunaren banaketa-mapa. Koloreek masadentsitatea adierazten dute: gorri eta horiz, dentsitate handieneko eremuak. Puntu grisak, berriz, galaxien clusterrak dira: zenbat eta puntu handiagoa, orduan eta cluster handiagoa. Proiektuak helburu duen zeru-eremuaren % 3 jaso dute lehenengo mapa honetan. ARG. DARK ENERGY SURVEY.

iluna; bada, mapak erakusten du materia ilunaren dentsitate handiko eremuak le-rrokatuta daudela galaxiekin eta galaxia-clusterrekin.

Materia ilunaren banaketa-mapak osatuta, energia ilunak zer rol duen neurtzea da proiektuaren azken helburua, eta hortik izena. Unibertsoaren hedakuntza azeleratua esplikatzen proposatu da energia-mota hori, baina erabat ezezaguna da oraindik.

Nazioarteko hainbat erakundek hartzen du parte Energia Ilunaren Neurketa proiektuan, eta Txileko Behatoki Inter-marikanoan dago kamera, Cerro Tololon. Mapa, lehen emaitza, [American Physical Society-ren urteko biltzarrean aurkeztu dute](#). Momentuz, 2018ra arte arakatu nahi duten unibertsoaren % 3 baino ez du jasotzen. ●

The logo for 'bat' is a stylized lowercase 'b' inside a circle, followed by 'at' in a sans-serif font. The entire logo is set against a light blue background.

bat

Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

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

BAT ALDIZKARIA 94 ZENBAKIA K A L E A N !

Euskararen transmisioaren molde berriak

A stylized illustration of two hands. The left hand is white with a thick white outline, and the right hand is black with a thick black outline. Both hands are shown from the wrist up, with fingers spread. The hands are positioned as if they are about to shake or are in the process of shaking.

Paula Kasares

Euskararen belaunez belauneko jarraipena
aztergai eta jomuga.

Jone Miren Hernández

Familia hizkuntza-politika: Transmisioa ulertzeko
eredu berri baten bila.

Pello Jauregi

Gaurko gazteak, biharko gurasoak.

Iñaki Eizmendi

Eragileen sarea osatzen. Haur eta gazteen hizkuntza-ohituretan
eragitera bideratutako eredu baten azalpena.

GUREAN ATALEAN

Beñat Garaio

"Ez dago sinesterik zenbat kanbiatu den": Gasteizen 1950-1975 garaitik
hona, euskarak izan duen euskararen bilakaeraren inguruko testigantzak.

Mitzuli: mugikorra itzultzaile bihurtzen duen aplikazio librea

Testua, audioa eta irudiak 50 noranzkotan baino gehiagotan itzultzeko gai den aplikazioa sortu du EHUKo IXA Taldeko Mikel Artetxe ikertzaileak

Mitzuli izeneko androiderako itzultzaile automatikoa sortu du EHUKo [IXA Taldeko](#) Mikel Artetxe ikertzaileak. Aplikazioa gai da testuak, audioak eta irudiak itzultzeko, 50 itzulpen-noranzkotan baino gehiagotan. Sarean nahiz saretik kanpo lan egiteko gai da, eta software librea da. Doan eskura daiteke [Google Playn](#).

Idatzizko testuak izultzeaz gain, Mitzuli gai da mugikorrari ahotsez esandakoa itzultzeko, eta baita kameraren bidez hartutako irudiak itzultzeko ere. Adibidez, kartel, menu edo egunkari batean jartzen duena itzuli nahi izanez gero, nahikoa da mugikorrarekin argazkia ateratzea. Itzulpena ere idatziz eta ahots bidez eman dezake; hala, nola ahoskatzen den ere jakin ahal izango dugu erabiltzaileak.

Arreta berezia jarri du Artetxek baliabide gutxien dituzten hizkuntzetan, “izaera komertzialeko produktuek albo batera utzi ohi dituzte eta”. Hala euskaraz gain, afrikaansa, aragoiera, asturiera, daniarra, errumaniera, esperantoa, frantsesa, galiziera, gaztelania, hindia, indonesiera, ingelese, italiarra, katalana, kroaziera, Malaysiera, nederlandera, okzitania, portugesa, suediera eta urdua itzultzeko gai da Mitzuli.

Hizkuntza gehiago ere izango dituela iragarri du Artetxek. Eta, berak ez ezik, horretarako gaitasuna duen edonork ere aukera du aplikazioa hobetzeko, edo bere beharretara egokitzeko; izan ere, software librea da.

Artetxek [Mitzuliren webgunean](#) dioenez, “Mitzuli berezi-

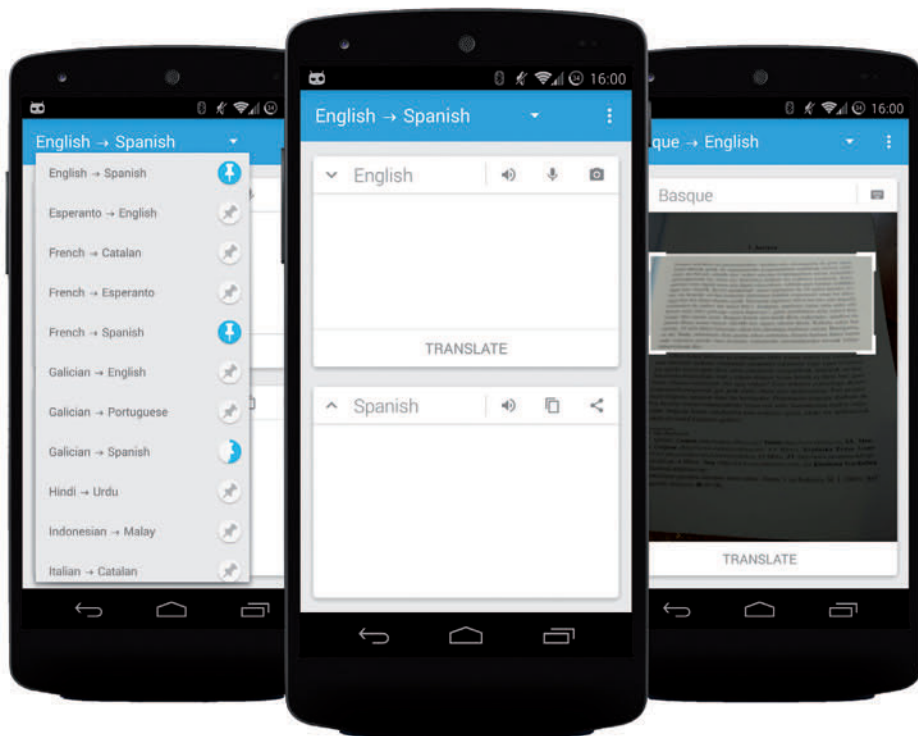
ki aipagarria egiten duena da beste proiektu zoragarri batzuetan oinarritzen dela bere funtsezko funtzionalitatea eskaintzeko”. Izan ere, “Mitzuli bezalako proiektu txiki batentzat erabat pentsaezina litzateke gutxieneko kalitate bat duen itzultzaile automatikoa bat hutsetik eraikitzea” dio Artetxek. “Itzulpen automatikoa problema ireki bat da, oso-oso zaila, eta komunitate izugarri bat dago arlo horretan lanean”.

[Apertium](#) plataformaren bidez egiten ditu Mitzulik ia itzulpen guztiak, euskaratik gaztelaniarako barne. Gaztelanitik euskarara itzultzeko, berriz, Matxin, erabiltzen du, IXAk Elhuyarrekin lankidetzan garatutako itzultzaile

automatikoa. Kamerak hartutako irudietako karaktereen ezagutzarako [Tesseract](#), [OpenCV](#) eta [Leptonica](#) erabiltzen ditu. “Teknologia harri garri hau guztion eskura jarri dute, eta guk aplikazio xume batean bildu dugu jendearengana irits dadin” dio Artetxek.

Itzulpenen kalitateari dagokionez, desberdintasunak nabarmenak dira, hizkuntzaren arabera. Adibidez, gaztelanitik euskarara itzultzea, gaztelanitik katalanera itzultzea baino askoz zailagoa da, bi hizkuntzen arteko distantzia askoz handiagoa delako. “Badakigu itzultzaile automatikoak perfektio oso urrun daudela, baina oso lagungarriak izan daitezke” dio Artetxek.

Uda bateko proiektu pertsonal modura hasi zuen Artetxek, eta bi urtez aritu da aplikazioa garatzen, “nire kasara, denbora neukanean eta inolako presiorik gabe”. Eta bidean Elhuyarren babesa jaso du: “Elhuyarrek laguntza handia eman dit lokalizazioetan, zerbitzariaren kudeaketan eta komunikazioan, besteak beste” dio Artetxek. Eta oso pozik dago, espero zuena baino askoz oihartzun handiagoa ari delako izaten. “Doakoa da, eta asmoa ez da negozio bat egitea honekin, baina gustatuko litzaiguke jendearengana heltzea, pentsatzen dugulako erabilgarria izan daitekeela”. ●



Giza enbrioiaak genetikoki eraldatu dituzte, lehen aldiz

Lehen aldiz, enbrioiaak genetikoki eraldatzeko teknika bat probatu dute giza enbrioietan. Sun Yat-sen Unibertsitatean egin dute esperimentua (Txina), Junjiu Huang iker-tzailearen gidaritzapean, eta *Protein & Cell* aldizkarian argitaratu dute.

Probatu duten teknika CRISPR/Cas9 izeneko konplexu entzimati-koa enbrioietan injektatzean datza. Konplexu hori nahi den genomazatira itsasten da, eta harekin batera sartzen da baita genea eraldatu-ko duen molekula. Orian arte, zelula helduetan eta animalia-enbrioietan probatu dute teknika, eta, Txinako kasuan, helburua beta-talasemia gaixotasuna eragiten duen HBB gene akasduna konpontzea zen.

[Ikerketan azaldu dutenez](#), emalketa lagunduan baztertutako giza enbrioia erabili dituzte; alegia, enbrioi horiek ez zuten garatzeko aukerarik, umetokian ezarritz gero. 86 enbrioietan injektatu zuten konplexua, zelula bakarra zutenean, eta zortzi zelula izan arte itxaron zuten. 71 enbrioio iraun zuten bizirik, eta, haietatik, 28tan baino ez zuen arrakasta izan teknikak. Horrez gain, enbrioiek mutazio larriak zituztela ere ikusi dute. Ikertzaileek berek onartu dute emaitza txarra dela, giza enbrioietan erabiltzeko, % 100 arrakasta lortu beharko bailukete.

Giza enbrioiaak genetikoki eraldatzeko aukerak lehendik sortzen zuen kezka hauspotu du esperimentu horrek. Hain zuzen ere, joan den martxoan [Nature aldizkarian argitaratutako artikulu batean](#), halako teknikak erabiltzearen aurka azaldu zen aditu-talde bat, arrazoi etikoak eta zientifikoak emanaz. Besteak beste, kezka handia zuten halako tekniken segurtasunaren inguruan.

Aipatzekoa da Txinako ikertzaileek *Nature* eta *Science* aldizkarira bidali zutela haien ikerketa, eta biek uko egin ziotela hura argitaratzeari. ●



uztaro

Giza eta Gizarte-zientzien Aldizkaria 2015

UZTARO aldizkaria jaso nahi dut.

Izena-abizenak:

Helbidea:

Kodea eta herria:

Telefonoak:

Helbide elektronikoa:

N.A./I.F.K.:

Ordainketa:

Banketxea:

Zenbakia (20 digitu):

Sinadura

2015. urterako harpidetza (4 zenbaki): 25,00 €

Harpidetza-txartela:
UDAKO EUSKAL UNIBERTSITATEA
Erribera 14, a. D 48005 Bilbo
Telefonoa: 946790546 Faxa: 946421021
Helbide elektronikoa: argitalpenak@ueu.eus
www.uztaro.com

ueu

Jakinarazi nahi dizugu Datu Pertsonalen Babeserako 15/1999 Lege Organikoan aurreikusitakoaren arabera, zure datuak "Harpidetzak" izeneko fitxategian sartuko direla. Datu pertsonalak biltzearen xedea soil-soilik da UEUrekin duzun *harremana kudeatzea eta gure jardueren berri eman ahal izatea edozein bitarteko erabiliz, posta elektronikoa edo antzeko bideak barne*. Eskubidea daukazu datuok ikusi, zuzendu, ezabatu edo aurka egiteko, honako helbide honetara idatziz: UEU, Erribera kalea 14, 1.D, 48005 Bilbo.

☐ Jakinarazpenik jaso nahi ez baduzu, laukitxoa markatu edo idatzi helbide elektronikoko honetara: argitalpenak@ueu.eus

Kuaternarioko muxar txiki baten aztarnak aurkitu dituzte Lezetxikin

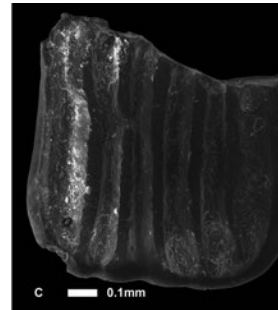
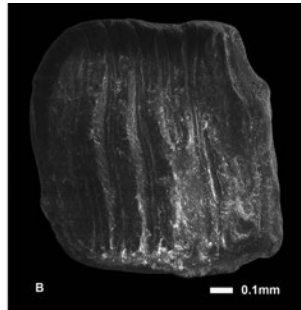
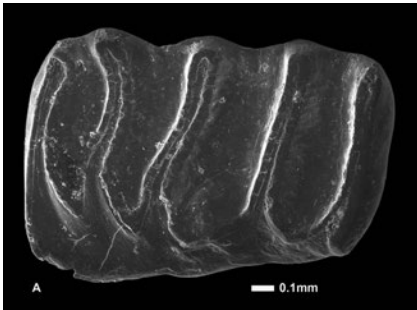
Muxar txiki baten aztarnak aurkitu ditu EHUKo ikertzai-le-talde batek Lezetxiki kobazuloan (Arrasate). Hiru hortz ñimiño dira, eta, ikertzaileen esanean, aurkikuntza garran-

tzitsua da. Hain zuzen, Naroa Garcia Ibaibarriaga arkeologoak azaldu duenez, *Muscardinus avellanarius* espeziearen lehen aztarna da Kuaternario garaian Iberiar Penintsulan.

“Nonbait, penintsulan genero hori Erdi Miozenoan bazegoen arren, gero, Goi Pliozenoaren hasieran, desagertu egin zen”, zehaztu du Garciak.

Horrez gain, Goi Pleistozenoan espeziea Lezetxikiraino iristen zela frogatzen du aurkikuntzak, eta hori ere azpimarragarria iruditzen zaio Garciari: “Eurasiaren hegomendebaldean, han baino mendebaldeago ez da beste zantzurik aurkitu”.

[Quaternary Science Reviews aldizkarian eman dute aurkikuntzaren berri.](#) Artikuluan adierazi dutenez, oso lagungarria izan da Lezetxiki inguruko Goi Pleistozenoko paleoekologia eta paleobiogeografia osatzeko. ●



Lezetxikin aurkitutako muxar txikiaren hortzak. ARG. GARCIA-IBAIBARRIAGA ET AL.

Hizketaren analisia, alzheimerra goiz detektatzeko

Alzheimerraren detekzio goiztiarrerako zenbait metodologia ez-inbaditzaile garatzen ari da EHUKo ELEKIN ikerketa-taldea. Ingeniaritza biomedikoa da taldearen ikerketa-ildoetako bat. Zehazki, bioseinaleak aztertzeako sistematik ari dira garatzen, diagnostiko medikoetan laguntzeko.

Beste proiektu batzuen artean, aipatzekoa da hizketa espontaneoaren analisi automatikoa (Automatic Spontaneous Speech Analysis, ASSA). Horretan oinarrituta, diagnostiko adimenduneko teknika ez-inbaditzaile bat garatu nahi dute, alzheimerra goiz detektatzeko.

Metodologia horretan, pazienteak grabatu egiten dira giro erlaxatu eta atsegin batean beren bizitzako esperimentziaren bat kontatzen ari diren bitartean, eta, hala, zenbait parametro neurtzen zaizkie. Adibidez, pazienteak esan nahi duen hitza gogoratu nahian hizketan egiten dituen etenaldiak neurtzen dira. Beraz, pazientearen gaitasunak aztoratu edo blokeatu gabe



ELEKIN ikerketa-taldeko partaideak. Lehen lerroan, erdian, Karmele Lopez de Ipiña, taldearen koordinatzailea. ARG.: UPV/EHU.

gauzatzen da teknika, proba honek ez baitio estresik eragiten pazienteari.

Teknika bera garatu eta haren baliagarritasuna neurtzeko eta optimizatzeko [hainbat saio-pilotu egiten dituzte](#) ELEKIN taldeko ikertzaileek, proiektuaren partaide diren beste zenbait erakunderekin elkarlanean. Probak gaixotasuna garatu ez duten pertsonen, familia-aurrekariak dituzten pertsonen eta gaixoen egiten zaizkie. Lankidetzara horri esker, “gaitzaren fase preklinikoan dauden edota oraindik

gaitza garatu ez duten lagunak azter daitezke”, adierazi du ikerketaren buru Karmele Lopez de Ipiñak.

ASSA sistema oraindik ez dago erabilgarri, teknika garatzen eta ikertzen ari bitira oraindik. “Pazienteak ebaluatzeako sistema normaltasunez erabiltzeko moduan izatera iritsiko gara —esan du Ipiñak—. Begi hutsez ikusten ez diren elementuak hautemateko tresnak eman nahi dizkiegu medikuei. Izan ere, lagungarri izango zaie seinale horien azterketa automatikoa”. ●

TRI XER TAK	Sortzailea	
	berria	onihart

berrian argitaratutako albisteetatik
abiatuta Euskal Herriko zenbait
sortzailek diseinatutako elastikoak.



25€
Bidalketa, BEZ barne
BERRIALAGUNEK
22,5€

berriak jantzi egiten gaitu.
Aukeratu udarako elastikoa!

Eskariak:
berrialagunek: berria.eus/trixertak
Gainerakoek: euskalherrikoplaza.com
943-30 43 45

Sortzaileak:
Zaldieroa - Zugazart
Savanna Studioa - Buatxabal

Kolore aukera eta eredu guztiak webgunean.
Neurriak:

ZABALA	ESTUA
%100 kotoia	%100 Kotoia
165 g/m2	165 g/m2
S-M-L-XL-XXL	S-M-L-XL

Homo generoa baino lehenagoko harrizko tresnak aurkitu dituzte

Inoizko harrizko tresnarik zaharrenak aurkitu dituzte Kenian. 3,3 milioi urte dituzte, orain arte ezagutzen zirenak baino 700.000 urte gehiago. Zein espeziek eginak diren ez dakiten arren, aurkikuntza honek erakusten du homini-noak uste baino askoz lehenago hasi zirela tresnak egiten, lehen *Homo*ak agertu baino lehen, hasi ere.

Orain arte, *Homo* generoaren agerpenarekin lotzen ziren harrizko tresnak. Gonan (Etiopia) aurkitutako 2,6 milioi urteko tresnak ziren eza-gutzen ziren zaharrenak. *Homo habilis*en hondarren ondoan aurkitu ziren haiek, eta kultura olduvaitarrari dagozkio. Gero, 2010ean Dikikan (Etiopian) aurkitutako [3,4 milioiko animalia-hezur batzuek](#) zituzten markek eztabaida eragin zuten. Aztertu zituztenek ondorioztatu zuten marka haiek harrizko tresna zorrotzen batek eragindakoak zirela, eta, ume



ARG.: MPK-WTAP



ARG.: MPK-WTAP

australopiteko baten hondarretatik gertu agertu zirenez, iradoki zuten australopitekoek ere tresnak egiten zituztela. Orain arte, ordea, ez da halako tresnarik aurkitu.

Orain, [Naturen argitaratu dutenez](#), 3,3 milioi urteko 150 pieza inguru aurkitu dituzte Kenian, Turkana lakutik gertu dagoen Lomekwi 3 aztarnategian. Ez dakite zein espeziek eginak izan daitezkeen tresna horiek, baina

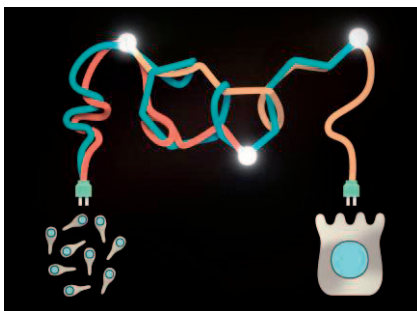
inguru horretan ezagutzen den garai hartako espezie batarra, [1998an aurkitutako Kenyanthropus platyops](#) da.

Ingudeak, mailuak, landutako harkoskoak eta ertz zorrotzak lortzeko tresnak aurkitu dituzte. Tresna olduvaitarrak baino primitiboagoak dira, baina ikertzaileek diotenez, tresna horiek egin zituztenek ere heltzeko eta manipulatzeko gaitasun handia zuten. Tresnek

dituzten formek eta markek erakusten dute kemenez erabili zirela gauzak kolpatzeko eta xafla zorrotzak lortzeko. Dena den, ikertzaileek iradoki dute ekintza horietarako behar zituzten gaitasun motoreak gertuago egon litezkeela egun primateek intxaurrek txikitzeko erabiltzen dituztenetatik, kultura olduvaitarreko tresnak egiteko erabilitakoetatik baino. ●

Hesteetako bakterioek serotonina sortzen laguntzen dute

Hesteetako bakterioek serotonina ekoizten laguntzen dutela ondorioztatu dute Caltech Kaliforniako Teknologia Institutuko ikertzaile batzuek. Sagueta ikusi dute nola bakterio jakin batzuek



Bakterioen (ezkerrean) eta ostalariaren hesteetako zelula endokrinoren (eskuinean) arteko elkarreaginak garrantzi handia du serotoninaren sintesian. ARG. E. HSIAO/CALTECH.

hesteetako zelulek serotonina gehiago ekoiztea eragiten duten. [Cellen argitaratu dute lana](#).

Gero eta ikerketa gehiago argi uzten ari da [elkarreragin handia dagoela hesteetako bakterioen eta gure gorputzaren artean](#). Caltecheko ikertzaile talde bat aztertzen ari da nola komunikatzen diren bakterioak gure nerbio-sistemarekin, eta jakin nahi izan dute ea hesteetako ohiko bakterioek nolabait eragiten ote duten ostalariaren neurotransmisoreetan. Zehazki, serotoninarekin zer gertatzen den ikertu dute. Hainbat funtzio garrantzitsu ditu serotonina neurotransmisoreak, eta gorputzeko serotoninaren % 90 hesteetan sortzen da.

Hesteetan bakteriorik ez duten saguak sagu normalekin konparatu zituztenez, ikusi zuten bakteriorik gabekoek

% 60 serotonina gutxiago zutela. Eta bakteriorik gabeko sagu horiei bakterio-populazio normalak sartutakoan, serotonina-maila normalera igo zitzairen. Gero, bakterio desberdinen eragina aztertu zuten, eta ondorioztatu zuten 20 espezieko multzo bat dela serotoninaren ekoizpean eragiten duena.

Bakterioen eta zelula serotonina-ekoizleen arteko elkarreragin horretan gako izan litezkeen molekulak ere aztertu zituzten. Lehenengo, honakoa ikusi zuten zelula-kulturatan: aipatutako bakterioek sortutako hainbat metabolitok zelulek serotonina gehiago ekoiztea eragiten dutela. Metabolito horiek bakteriorik gabeko saguetan sartu zituztenez, haien serotonina-mailak ere gora egin zuen. ●



Duela 430.000 urteko hilketa batek Atapuercako misterioetako bat argitzen lagundu du

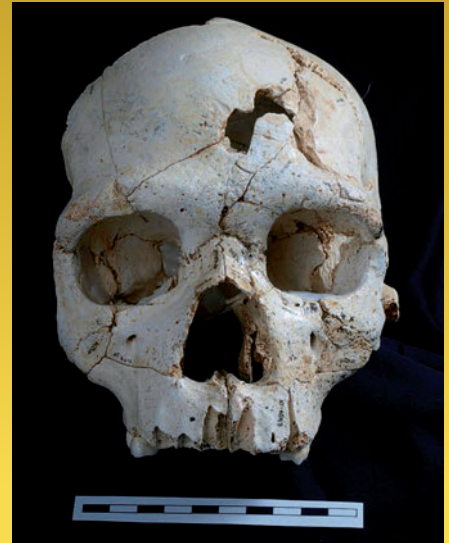
Atapuercako Hezurren Osineko garezur bati esker, aztarnategiko gorpu-metaketa jatorria argitzeko aukera izan dute ikertzaileek. Hain zuzen ere, duela 430.000 urteko 28 gorpuen aztarnak aurkitu zituzten arkeologoek Hezurren Osinean, eta ez zekiten metaketa hori nahita edo halabeharrez gertatu ote zen. Orain, hango garezur bat ikertuta, ikusi dute banako hori nahita hil zutela, eta gero bota zutela osinera. Hortaz, badirudi Hezurren Osineko metaketa ez zela istripuz gertatu, baizik eta nahita.

Ikertu duten garezur hori 17. burezurrea da, eta indusketaren hogeitau urtetan (1990-2010) jasotako 52 zatik osatzen dute. Gizonezko gazte batena da, eta bi zulo ditu kopetan, ezkerreko begiaren gainean.

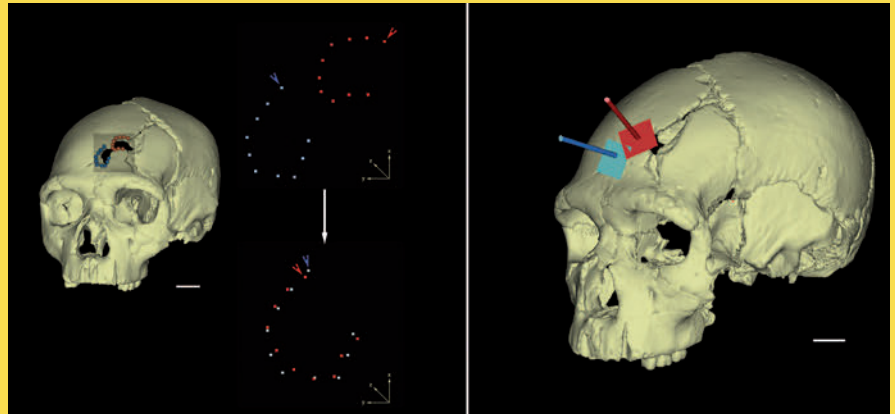
Teknika forentseak erabilia, frogatu dute bi zuloak objektu berberarekin eta angelu desberdinekin emandako bi kolperen bidez egin zituela norbaitek. Alegia, hilketa bat izan zen, kolpeak ez ziren istripuz gertatu. Ikertzaileen oharraren arabera, “gizateriaren historian ezagutzen den lehen erailketa-kasua” izango litzateke.

Ikertzaileek ondorioztatu dute hil ondoren beste gizaki batzuk eraman zutela Hezurren Osinera, eta horrek iradokitzen du nahita metatu zituztela leku hartan gerora topatu diren gorpuk.

Giza Eboluzio eta Portaerari buruzko UCM-ISCIII Zentro Mistoko Nohemi Salak zuzendu du ikerketa, eta EHUko Estratigrafia eta Paleontologia Sailean Ikerbasqueko ikertzaile dabilen Asier Gómez Olivencia izan da parte-hartzaileetako bat. Artikulua, berriz, [PLOS ONE aldizkarian argitaratu dute](#).



17. burezurrea. ARG.: JAVIER TRUEBA/MADRID SCIENTIFIC FILMS.



Burezurreko bi zuloak eta inpaktuen nondik norakoak erakusten dituen irudia. ARG.: SALA ET AL.

Epilepsiak neurona berrien sorkuntza murrizten du

Epilepsiak neurona berriak sortzea oztopatzen duela frogatu dute [Achucarro](#) neurozientzien ikerketarako euskal ikerketa-zentroko ikertzaileek. Saguetan ikusi dute, epilepsiak eragiten duen hiperaktivitate neuronalaren ondorioz, hipokanpoko zelula ama neuralek neurona berriak sortzeari uzten diotela. [Cell Stem Cell aldizkarian argitaratu dute lana](#).

Ugaztun gehienek garunean hipokanpoko zelula ama neuralek neurona berriak sortzen

jarraitzen dute, helduaroan ere. Neurona berri horiek garuneko neurona-sarearen parte bihurtzen dira, eta neurona-sarea berritzen eta aldatzen joateko gaitasun hori garrantzitsua da memoria- sorkuntzarako eta ikasketarako.

Baina, neuronez gain, zelula ama neuralek beste zelula mota batzuk ere sortzaketete. Hain zuzen ere, Juan Manuel Encinas ikerketaren arduradunak nabarmendu duenez, “aurkikuntza honi es-

ker, hobeto ezagutzen dugu zelula ama neuralen funtzionamendua. Neurona berriak eta astrozitoak sortzeaz gain, krisi epileptiko baten ondoren, hipokanpoko zelula ama neuralek astrozito errektiboak sor ditzaketela frogatu dugu”.

Horrek zelula ama neuralen populazioa agortzea eragiten du, eta, ondorioz, neurona berriak sortzeko gaitasuna galtzen da. Gainera, astrozito errektibo horiek hantura eragiten dute eta neuronen

arteko komunikazioa asaldatzen dute.

Ikertzaileen ustez, aurkikuntza hau garrantzitsua izan liteke epilepsiaren aurkako terapia berriak bilatzeko. “Zelula ama neuralen populazioa mantentzea eta neurona berriak sortzeko duten gaitasuna babestea lortzen baldin badugu, beharbada, epilepsiari atxikitako zenbait sintomaren garapena prebenitu ahal izango litzateke, eta hipokanpoan gertatu ohi den kaltea arindu”, adierazi du Encinasek.

Amerikak uste baino lehen lotu ziren

Panamako pasabidea duela 13-15 milioi urte sortu zen

Panamako istmoa duela 3 milioi urte sortu zela onartzen bada ere, adostasuna ez da erabatekoa. Esaterako, hainbat ikerketek erakutsi dute askoz lehenago ere gertatzen ari zirela bizidunen joan-etorriak istmoaren alde batetik bestera. Orain, Andeetako Unibertsitateko (Kolonbia) ikertzaileek gidatuta, Kolonbiako eta Panamako ikertzaile talde batek froga geologikoak aurkitu ditu esateko itsas pasabidea duela 13 milioi urte itxi zela, gutxienez.

[Science aldizkarian eman dute berri](#), eta antzinako ibai-sistema batek utzitako sedimentuak dira ikerketaren oinarri. Kolonbia iparraldean daude, eta, bertan, jatorriz Panamakoak bakarrik izan daitezkeen arroka bolkanikoen arrastoak aurkitu dituzte. Analisi geokronologikoen bidez, ikertzaileek ondorioztatu dute ibaien sistema duela 13-15 milioi sortu zela, eta Panamako arku bolkanikotik hegoalderantz isurtzen zituztela urak. Hori posible izateko, lurrezko konexio bat existitu behar zen ibaien sorlekuaren eta Kolonbia iparraldearen artean. Ikertzaileen esanean, Erdialdeko Amerikako itsas pasabidea itxita zegoen ordurako, ia erabat.

Panamako istmoaren sorrera duela 3 milioi urte kokatzeko arrazoietakoa bat da orduan gertatu zela bizidunen migrazioa handiena bi Ameriken artean (Great American Biological Interchange, GABI). Alabaina, 10 milioi urte atzerago kokatzeak “zentzua ematen die beste zenbait emaitza arrarori”,

Amsterdam Unibertsitateko Carina Hoorn ikertzailearen arabera. Sciencen argitaratutako [analisi-artikulu batean](#) azpimarratu du data-aldatzeak ondorio garrantzitsuak dituela ozeanoen zirkulazioaz, klimaz eta bizidunen trukeaz orain arte genituen ereduetan. ●



Cauca ibaiaren arroila (Kolonbian). Bertan egin dituzte ikertzaileek lanetako batzuk. Urrutian, argazkiaren hondoan, Panamako arku. ARG. CARLOS ARMANDO ROSERO

gure artean 
euskaraz

Euskara airean dago: egunerokoaren txoko guztietara zabaldu da, eta nahi duguna adierazteko eta lortzeko erabil dezakegu. Egin dezagun hegaz euskararekin eta euskaraz lagunekin, kideekin, neska-mutil berezi horrekin... noranahi heltzeko. Geure modura.



Lurpeko ur gaziak, Antartika idorrean

McMurdoko haran idorretako batean, Taylor bailaran, lurpeko uren bi sistema detektatu dituzte. Izotzik gabeko haranen segida batek osatzen dute McMurdoko sarea, Antartika-ko Ross itsasoaren ertzean. Glaziarrekin eta aintzira izoztuekin tartekatutako permafrosta da nagusi han, eta batez ere gainazala ikertu da orain arte. Tennessee Unibertsitateko ikertzaile talde batek gidatutako ikerketak, berriaz, lur azpiari behatu dio, eta ikusi du ez dela guztia izoztutako lur gogor soil. Zehazki, ur-sistemen seinaleak detektatu dituzte permafrostaren azpian, bertako tenperaturaren aldioak izateko bezain gaziak direnak.

Horretarako, lurzorua erresistibitate elektrikoa neurtu dute (eroankortasun elektrikoaren alderantzizkoa da), 350 bat metroko sakoneraraino, helikoptero batetik zintzilikatutako AEM sentsoare erraldoi batekin. Sentsoareak korronte elektromagnetikoak eragiten ditu lurpean, eta osatera zein den, erresistibitateak balio batzuk edo beste batzuk izango ditu. Hain zuzen ere, lurpeko materialaren hezetasunaren eta tenperaturaren adierazle da erresistibitatea. Hala, ikertzaileek ia osorik mapatu dute Taylor harana, 295 km², helikopterotik (lehen aldia da halakorik egin dena Antartikan).

[Nature Communications aldizkarian argitaratutako emai-](#)

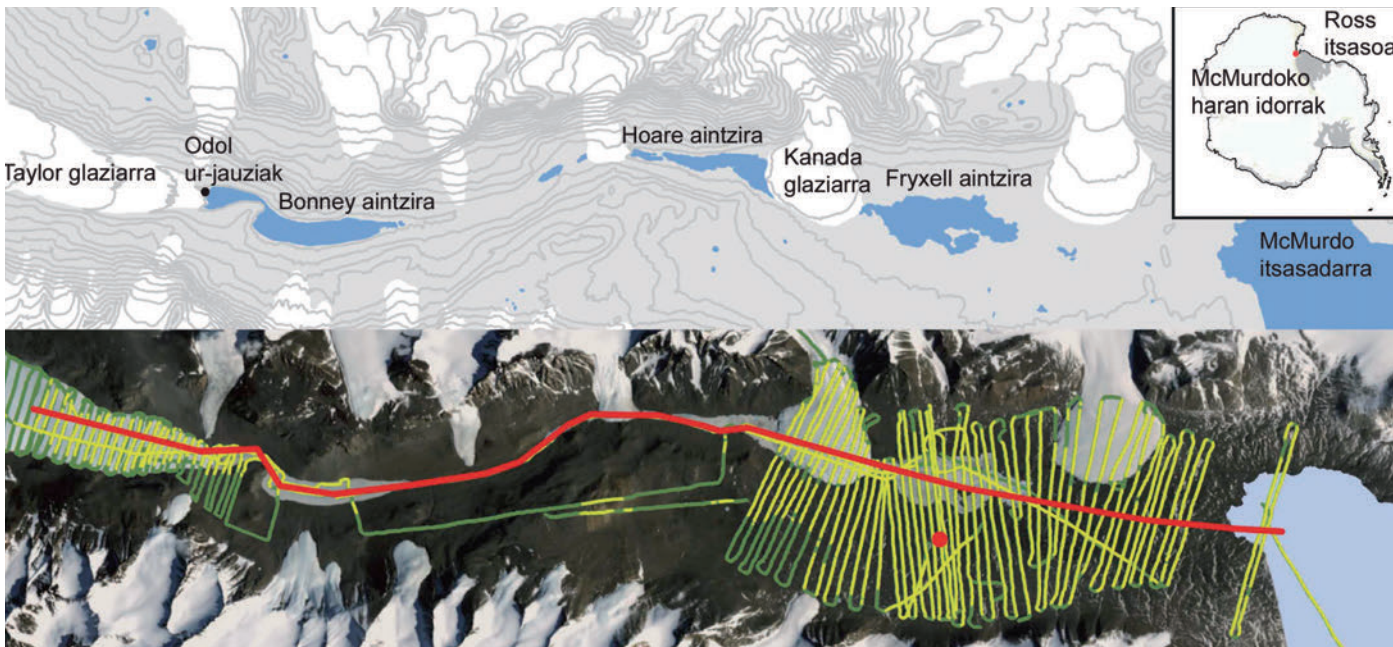
[tze](#) ur gazizko bi sistema utzi dituzte agerian, ikertzaileen esanean.

Bat haranaren barrualdeko muturrean, Taylor glaziarren eta Bonney aintziraren azpian. Hain justu, bien arteko mugan daude Odol ur-jauziak: kolore gorriko gesalaren jario izoztu bat, glaziarren aurrealdetik aintzirara isurtzen dena. Iker-tzaileen ustean, "lur azpiko ur sakonen gainazaleko oso froga deigarri bat" da fenomeno hori, eta, erresistibitatearen datuek baieztatu egiten dute hipotesia.

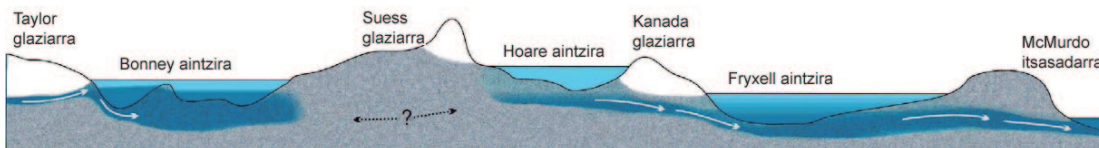
Bigarren ur-sistema itsasalderago dago, kostaldetik 18 km-ra, eta elkarrekin komunikatuta dauden gesalek osatzen dute. Kanada glaziar-rak ustez banatutako bi ain-

tzira lurpetik lotuta egongo lirakeela adierazten dute datuek, eta sistema osoa McMurdoko itsasarteraino isurtzen dela.

Froga geologikoek iradokitzen dute McMurdoko haran idorrek behinola fiordoak izan zirela, eta orduko itsas uren ondorengoak lirakeke egungo gesalak. Orain egindako mapak eremuaren historia geologikoa osatzen du, eta bizidunen ekosistema berriak aurkitzeko bidea irekitzen du. Izan ere, azaleko gesaletan mikroorganismo aktiboak aurkitu izan dituzte, besteak beste, Odol ur-jauzietan, eta ikertzaileek uste dute "bateragarriak direla lurpeko gesalen kondizioak eta bertan mikroorganismoak bizitzea". ●



Goian, Taylor haran idorrearen mapa, eta glaziar eta aintzira nagusien izenak. Behean, AEM sentsoarekin egindako hegaldien lerroak (berdez) eta prozesatutako datuen lerroak (horiz). Marra gorriak adierazten du nondik nora hedatzen den artikuluko emaitzei dagokien lur-eremua. ARG. NATURE COMMUNICATIONS-ETIK MOLDATUA.



Argazki
gehiago
webgunean

Lur azpiko ur-sarearen irudikapen bat. Izoztutako aintziren eta permafrostaren azpitik isurtzen da gesala, Antartikako Taylor haran idorrean. ARG. NATURE COMMUNICATIONS-ETIK MOLDATUA.

Harpidetza bakoitzarekin,
are independenteago

ARGIAK eta EUSKAL HERRIAK

mugarik ez

Mugak sortzen dituen gastuak gure gain hartu ditugu

ARGIA n lurraldetasuna eta berdintasuna ditugu oinarri. Mugarik gabeko Euskal Herria dugu ipar eta horregatik, harpidetzen tarifak bateratzea erabaki dugu.

ARGIAren balioak praktikara ekarri eta estatuen korreo sistemek sortutako kostuen diferentziak gure gain hartu ditugu. Euskal Herriko herritar denek baldintza berak izan ditzagun.

Gure konpromisoaren koloreekin, Euskal Herria margotzen jarraitzea baitugu erronka.

ARGIA asteen behin jasotzeko aukera:
hilean 12 euro baino ez*

ARGIA hilean birritan jasotzeko aukera:
hilean 7 euro baino gutxiago**

ARGIA hilean behin jasotzeko aukera:
hilean 4 euro baino gutxiago***

*ARGIA astero: 145 euro urtean.
Ordainketa urtean behin edo bi zatitan egiteko aukera.
46 zenbaki + 11 Larrun eta Urtekaria.

** ARGIA hilean birritan: 77 euro urtean.
Ordainketa urtean behin. 22 zenbaki + 11 Larrun.

*** ARGIA hilean behin: 41 euro urtean.
Ordainketa urtean behin. 11 zenbaki + 11 Larrun.

ESKAERAK

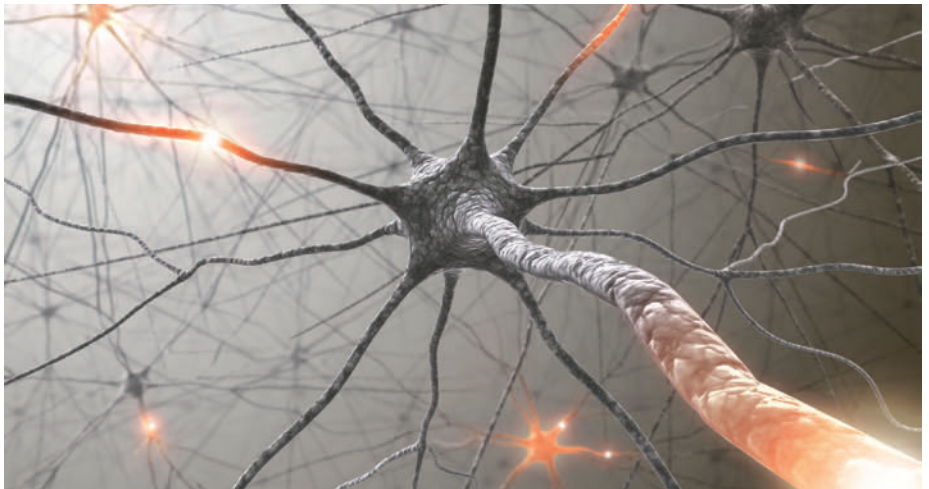
© 943 371 545 | harpidetza@argia.eus | www.argia.eus/harpidetza

 **argia**

Alzheimerra, adimentsu bilakatzearen prezioa

Gizaki modernoa adimentsuago bilakatu izanaren albo-ondorio bat izan liteke alzheimerra. Ondorio horretara iritsi dira [BioRxiv-en argitaratu berri duten ikerketak](#). Lan horren arabera, duela 200.000-50.000 urte hainbat aldaketa gertatu ziren garunaren garapenarekin lotuta dauden sei genetari, eta hautespen naturalaren bidez aurrera egin zuten aldaketa horiek. Ikertzaileen ustez, gizaki modernoa adimentsuago egitearekin lotuta egon liteke hori, baina, aldi berean, baita alzheimerren sorrerarekin ere. Izan ere, sei gene horiek lotura dute gaitasun horrekin.

Gizakiek soilik duten gaitza da alzheimerra, gainerako primateek ez dute. Eta azken ikerketek diotenez, gaitza oso lotuta dago hiperkonektibitatearekin eta sinapsietako jarduera handitzearekin. Hain zuzen ere, ikertzaileek uste dute litekeena dela sei gene horietan gertatutako aldaketei esker neuronen arteko konektibitatea handitu izana. Horrek, gizakia adimentsuago egingo zukeen, eta abantaila horren prezioa izan liteke alzheimerra.



Duela 200.000-50.000 urte sei genetari gertatutako aldaketen ondorioz litekeena da neuronen arteko konektibitatea handitu izana. Horrek, gizakia adimentsuago egingo zukeen, baina baita alzheimerra sortu ere. ARG.: KTSDESIGN/DOLLAR PHOTO CLUB.

Ikertakaren helburua hautespen naturalak gizakiaren genomari utzi dituen arrastoak detektatzea zen. Horretarako metodo berri bat garatu dute, eta gaitza orain arteko metodoekin baino denboran askoz atzerago egiteko. 90 gizakiren genomak aztertuta, duela

500.000 urtetik hona hautespen naturalaren eraginez aurrera egin duten aldaketen atlas bat egin dute. Eta aldaketa horien artean nabarmendu dituzte alzheimerarekin lotuta dauden sei gene horietan gertatutakoak. ●

Sortzetiko bihotz-gaixotasuna izateko arriskua amaren adinari lotuta dago, baina ez obuluarenari

Haurrek sortzetiko bihotz-gaixotasuna izateko arriskua handitu egiten da amaren adinarekin batera. Orain, saguetan egindako ikerketa baten ikusi dute horren oinarria amarengan dagoela, baina ez obuluan. Eta amak ariketa fisikoa egiteak arrisku hori txikitzea eragiten duela ere ikusi dute. [Naturen argitaratu dute lana](#).

Sortzetiko bihotz-gaixotasuna da haurretan erikortasun eta hilkortasun gehien eragiten duen gaixotasunetako bat. Gaitz horren prebentziarako arreta non jarri iradokitzen du Washington Unibersitateak.

tsitateko ikertzaile batzuek egin duten ikerketa honek. Izan ere, ez zen ezagutzen gaixotasun hori izateko arriskua amaren adinari lotuta egotearen arrazoi obuluan zegoen edo amarengan. Hori ikertzeko, sagu gazteei sagu zaharren obarioak eta, alderantziz, zaharrei gazteen obarioak, transplantatu zizkieten. Eta ikusi dute lehenengo kasuan (sagu gaztea + obario zaharra) ez dela ondorengo gaixotasuna izateko arriskua handitzen, eta bai bigarren kasuan (sagu zaharra + obario gaztea). Alegia, amaren berrakortzearen adina dela umeei gaixotasuna izateko arriskua handitzen duena, eta ez duela loturarik obarioaren edo obuluaren adinarekin.



Saguetan egindako ikerketa baten arabera, ariketa fisikoa arriskua txikitzen du. ARG.: NIH.

tasuna izateko arriskua handitzen duena, eta ez duela loturarik obarioaren edo obuluaren adinarekin.

Askotan adinarekin lotuta egoten diren obesitateak eta hipergluzemiak eraginik ote duten ere aztertu dute, saguei gantz askoko dieta emanaz; baina ez dute loturarik aurkitu. Baina arriskua txikitzeko modu bat badagoela

ikusi dute: amak ariketa fisikoa egitea. Gaztetatik ariketa fisikoa egiten duten saguekin, eta heldutan hasi direnekin egin dute proba, eta ikusi dute bi kasutan arriskua nabarmen txikitzen dela; eta gaztetatik edo heldutan egitearen artean ez dute alderik aurkitu. ●

Albiste gehiago
webgunean



NAIARA ARRIZABALAGA URIARTE

Matematikaria

“Galdera bat egiten duzun unetik, erantzuna jakin nahi duzu”

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

Naiara Arrizabalaga matematikariak onartu du ez dela ohikoa matematika alde egitea unibertsitateko ikasketak aurreratu. “Baina niri beti gustatu zaizkit zientziak, eta ohartu nintzen, zientzia guztien atzean, matematika zegoela. Horrek atentzioa eman zidan”, azaldu du. Argi omen zuen ez zuela nahi ordenagailu aurrean egunean zortzi orduz egotea ekarriko liokeen lan bat. Gainera, matematikariei karrerari buruz galde-tuta, ez omen zuten argibide handirik ematen, baina, gainerako ikasketekin alderatuta, oso desberdina zela esaten omen zioten. “Horrek ere jakin-mina piztu zidan”.

Jakin-minak bultzatuta hasi zen, beraz. “Eta, behin hasita, guztiz harrapatu ninduen”, aitortu du, irribarrez. Haren esanean, matematikak badu zerbait oso berezia: “matematikan, zerbait frogatuz gero, betiko da egia”. Ideia horrek liluratu egiten du Arrizabalaga.

Azaldu duenez, matematika teorikoa betitik izan du gustuko, bereziki, analisia: “Ikasgai horiek ikastea niretzat ez zen lana, gustura egiten nuen. Eta azken urtean, irakasle batek doktoretisia egitea proposatu zidan. Eta pentsatu nuen, zergatik ez?”.

Hala, tesia egiten hasi, eta 2012an bukatu zuen. “Tarte hori niretzat oso gogorra izan zen. Izan ere, beste diziplina batzuetan

ere, ez duzu beti lortzen nahi zenuen emaitza, baina agian esperimendua baliagarria zaizu ikusteko zer egin duzun gaizki eta nondik jo dezakezun hurrengoan. Matematikan, ordea, edo frogatzen duzu edo ez. Horregatik, tesia bukatzean sekulako arin-dua sentitu nuen”.

Horren ondoren, ikertzen eta ordezkapenak egiten aritu da. Orain, irakasle atxikia da, eta bi jarduerekin jarraitzen du: iker-tzen eta irakasten. Dioenez, bietan aritzen da gustura, baina etsipenez onartu du gogorra egiten zaiola ez izatea nahi adina denbora batean zein bestean sakontzeko.

Hala ere, gehiago dira alde onak, txarrak baino. Adibidez, atse-gin du ikasleek interesa dutela baieztatzea: “Ikusten duzunean ikasle bat motibatuta, jakin nahian zalantzak galdetzen... Edo esaten diezunean taldean egiteko lana, eta ikusten dituzunean eztabaidatzen, argudioak ematen, eta zuk bideratzen dituzu-nean, eta erakusten diezunean beste era batera pentsatzen... Horrek asko asetzen nau”.

Ikerketan, berriaz, emaitza erdiestea da beretzat pozgarriena. “Galdera bat egiten duzun unetik, erantzuna jakin nahi duzu. Eta hilabeteak eta hilabeteak eman ondoren erantzun horren atzetik, ulertzen duzun momentu hori da... ikaragarria [barrez]”.

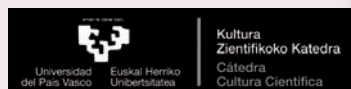
Gero, ez da erraza izaten lagunei azaltzea zer den ebatzi duena, baina nahikoa izaten du esatearekin, azkenean, lortu duela hainbeste denboran bilatzen zuena.

Etorkizunera begira, bere egoera orain-goa baino egonkorragoa izatea nahiko luke: “Gustatuko litzaidake ikerketan eta irakaskuntzan jarraitzea, baina presio gehigarri hori gabe. Izan ere, orain lanean ari naiz, baina ez dakit hemendik gutxira lana izango ote dudan”. Horrekin batera, espero du esperientziarekin ikastea biak hobeto uztartzen, hori baita bere bu-ruhausteetako bat.

Bestalde, tarteka, egonaldi laburrak egin nahiko litzuke beste unibertsitate batzue-tan. “Tesia amaitutakoan Bartzelonako Unibertsitatean egon nintzen, eta orain Helsinkira noa, aste batzuetarako, ikerke-tan apurtxo bat aurreratzeko. Datorren ur-tean ere, gustatuko litzaidake hilabete gu-txi batzuk igarotzea atzerrian, ikertzaile gisa hazteko”.

Naiara Arrizabalaga Uriarte (Amorebieta-Etxano, 1983). Euskal Herriko Unibertsitateko doktorea Matematika programan; unibertsitate berean Matematikan lizentziatua. Ordezko irakasle lanak Parisen eta Bartzelonan egindako ikerketa egonaldi laburrekin tartekatuta ondoren, irakasle atxikia da Zientzia eta Teknologia Fakultateko Matematika Sailean, eta bertan egiten ditu irakasle- eta ikertzaile-lanak.

UPV/EHU Kultura Zientifikoko Katedrarekin lankidetzan egindako atala.



ARG.: NAIARA ARRIZABALAGA

2

sexuen sailkapenaz harago



ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

ARG.: ELHUYAR

Sexologoeak eta beste zenbait adituk urteak daramatzate jaio berritan sexu-banaketa bitarrak sortzen dituen arazoak gainditu nahian. Pixkanaka, beste arlo batzuetan ere hasi dira pausoak ematen norabide horretan, eta horren adierazle da, adibidez, *Nature* aldizkarian argitaratu berri den “Sex redefined” artikulua. Bi sexuen ideia sinplekeriatzat jotzen duten genetikari eta sendagile batzuen iritzia eta proposamena biltzen ditu artikulua. Euskal Herriko ikertzaile batzuk ere bat datoz haiekin, baina zehaztapenak ere eman dituzte adituek.

Jose Antonio Rodriguez EHUKo Medikuntza Fakultateko ikertzailea eta irakaslea da, eta aitortu du Genetika Medikoa ikasgaian “betikoa” irakasten jarraitzen dutela: “Hau da, jarraitzen dugu esaten sexu-kromosomak definitzen dutela enbrioaren sexua, eta, zehazki, Y kromosoman dagoen SYR genea dela enbrio bat ar bilakatzeko giltza. Hortaz, erraza da: XX, emea; XY, arra. Hori da irakasten duguna, eta, kasu gehienetan, hala izaten da. Batzuetan, ordea, errealtatea bestelakoa da, eta beste kasu horiek agerian uzten dute banaketa hori erraza bai, baina errazkeria ere badela zenbaitetan”.

Izan ere, SYR genea giltza den arren, enbrioia eme edo ar bilakatzeko prozesuan beste aldagai batzuek ere parte hartzen dute. Eta horietako edozeinek eragin dezake sexu-kromosomen arabera aurreikus zitekeen bilakaera aldatzea.

Hain zuzen, enbrioak bost aste dituenean, anatomikoki gizon edo emakume bilakatzeko gaitasuna du. Garatzen ari diren giltzurrunen ondoan gonada bihurtuko diren bi gandor daude, eta haien alboan bina hodi-pare. Hodi-pare bategen Falopioaren tronpak eta umetokia gara deza, eta, besteak, gizonezkoen barne-genitalen hoditeria.

Seigarren astean, obarioak edo barrabilak garatzeko prozesua abiatzen da. Hitz gutxitan azalduta, SYR geneak aktibatzen du barrabilen garapena. Hala, SYR genea espresatzen denean, gandor horietatik barrabilak garatzen dira, eta, horrekin batera, Falopioaren tronpen eta umetokiaren aurrekari diren hodiak atrofiatzen dira. Bestalde, barrabilek testosterona ekoizten dute, eta, hormona horren eraginez, gizonezkoen barne-genitalen hoditeria garatzen da, eta kanpo-genitalen garapena ere bideratzen da.

Aldiz, SYR genea ez badago edo ez bada espresatzen, obarioak garatzen dira, eta estrogenoa sortzen da. Falopioaren tronpen eta umetokiaren bilakaera bideratzen da, eta baita kanpo-genitalena ere, beste faktore batzuekin batera. Hori izaten da prozesua, ia beti.

DIKOTOMIAK ESPEKTRORA

Ia beti ez da beti, ordea. *Nature* aldizkariako “[Sex redefined](#)” artikuluan bertan gogorarazten dute, SYR genea ez da genitalen garapenaren giltza bakarra, urte askoan hala uste izan bada ere. Adibidez, duela 15 urte jakin zen beste gene batzuek (WNT4 izenekoak, esaterako) obarioen ga-

rapena sustatzen dutela eta barrabilak garatzeko prozesua eteten dutela. Hala, sexu-kromosomak XY izanik WNT4 genearen aparteko kopia bat dutenek Falopioiren tronpak eta umetokia garatzen dituzte, guztiz osatuak ez badira ere.

2011n, berriz, ikertzaileek frogatu zuten, obarioetan espresatzen den RSPO1 genea oker dabilenean, XX duten pertsonak obarioak eta barrabilak garatzen dituztela. Horrelako kasuek agerian uzten dute, beraz, gonaden garapena beti ez datorrela bat sexu-kromosomen arabera espero zitekeenarekin.

“Aldaerak askotarikoak izan daitezkeela aintzat hartuta, sexuaren sailkapena ‘espektro’ gisa hartzea proposatzen du Eric Vilain medikuak”

Gonaden garapenean ez ezik, hormonien ekoizpenean ere aldaerak gertatzen direla erakusten duten adibide batzuk ere ageri dira “Sex redefined” artikuluan. Esate baterako, sexu-hormona maskulinoen errezeptoreek akatsen bat badute, haurrak alua izaten du, Y kromosoma eta barrabilak eduki arren.

Aldaerak askotarikoak izan daitezkeela aintzat hartuta, sexuaren sailkapena “espektro” gisa hartzea proposatzen du artikuluan Eric Vilain medikuak. Kaliforniako Unibertsitateko Generoan Oinarritutako Biologia Zentroko zuzendaria da Vilain, eta, haren ustez, ikuspuntu biologikotik, espektroaren ideiak hobeto azaltzen du errealitatea, banaketa bitarrak baino.

IKUSPEGI BITARRA NAGUSI

EHUko Rodriguez ere bat dator sexu-banaketa bitarrak ez duela islatzen genetikoki, fisiologikoki eta anatomikoki dagoen aniztasuna, baina legalki bi aukera baino ez daudela gogorarazi du. “Eta, praktikan, guk ere eskema horri jarraituz ematen ditugu azalpenak gure ikasgaian, onartu du Rodriguezek. “Izan ere, sinplekeria dela jakin arren, kasu gehienetan banaketa bitarra egokia da. Beraz, praktikan, eskema ez da aldatu, eta konplexutasun horretan ez dugu asko sakontzen”.





Jose Antonio Rodriguez EHuko Medikuntza Fakultateko ikertzailea eta irakaslea.

Espainiako Pediatria Elkarteak, berriz, xehetasunez jasotzen du konplexutasun hori “Anomaliak sexu-diferentziazioan” izeneko txostenean. Txostenaren arabera, gaixotasun arraroen artean daude sailkatuta sexu-diferentziazioan gertatzen diren aldaerak. Horrez gain, kasu horien diagnostikoa eta tratamendua diziplinartekoa izan behar duela zehazten du, eta parte hartu beharko luketen diziplinak zerrendatzen ditu: pediatria, endokrinologia, biokimika, genetika, kirurgia, erradiologia, anatomopatologia, psikologia eta psikiatria.

Nolanahi ere, Rodriguez erabat ados dago Naturaren argitaratutako artikuluaaren amaieran Vilainek esandakoarekin: “Norbaite emakumezkoa edo gizonezkoa ote den jakin nahi baduzu, berari galdetzea izan liteke onena”.

INTERSEXUALITATEA, KONTZEPTU ARGIGARRIA

Hain justu, esaldi horretan dago gakoa, Aingeru Mayor sexologoaren iritziz. Chrysalis Euskal Herria haur transexualen guraso-elkartearen lehendakaria ere bada Mayor, eta, harentzat, hori da egin beharko litzatekeena, kasu guztietan.

Dena dela, *Nature* aldizkarian proposatutakoa “gurpila berriz asmatzea” dela iruditzen zaio Mayorri. Gainera, ez du begi onez ikusten artikuluan nahastetzat jotzea dauden aldaerak.

Horren aurrean, intersexualitatearen kontzeptua azaldu du: “Artikuluaz azaltzen direnentzat, sexu-dimorfismoak erreferentzia izaten jarraitzen du, eta ez dute aintzat hartzen sexologian duela ehun urte mahaigaineratu zen kontzeptu bat, oso argigarria eta emankorra dena, hau da, intersexualitatea”.

Havelock Ellis eta Magnus Hirschfield izan ziren intersexualitatearen kontzeptua landu zuten lehen sexologoak, eta, haien arabera, gizonezkoek zein emakumezkoek, denok ditugu bi sexuetakoa ezaugarriak, eta horrek sortzen du aniztasuna. “Hortaz, hori da sexologian intersexualitatea, eta ez, batzuek uste duten bezala, organo genital anbiguoak izatea”, argitu du Mayorrek.

“Kontzeptu horren arabera, dikotomia gisa ikusi beharrean sexua, *continuum* gisa hartzen da. Horrela, sexuan dagoen aniztasuna esplikatzen da”, dio Mayorrek. Haren ustez, beste diziplinek ere kontzeptu horrekin egingo balute lana, askoz ere hobeto ulertuko litzukete nahastetzat jotzen dituzten kasuak, eta ez litzateke arazorik egingo aniztasuna onartzeko eta esplikatzeko.

“Gizonek zein emakumeek, denok ditugu bi sexuetakoa ezaugarriak, eta horrek sortzen du aniztasuna”

Gizartean ere sexu-dikotomia da erreferentzia. Horren aurrean zer egin daitekeen galdetuta, Mayorrek argi du: “Guk egin dezakeguna da sexua iragarri. Eta ez naiz genital anbiguoak dituzten kasuez ari, horiek zailagoak izan baitaitezke; gehiengoaz baizik. Alegia, esan dezakegu haur bat, zakilarekin eta barrabilekin jaiotzen bada, probabilitate handiz mutila izango dela; eta alua badu, berriz, neska izango dela seguru asko”.

Baina bat aipatu du, ordea: “Ikerketa askok esaten dute iragarpen hori okerra izango dela



Aingeru Mayor, sexlogoa. Chrysalis Euskal Herria haur transexualen gurasoen elkartearen lehendakaria.



Testosteronaren auzia emakumezko kirolarietan

Berriki, kirolarien testosteronamailaren inguruan dagoen eztabaidari buruzko [artikulu bat argitaratu du *Science* aldizkariak](#). Katrina Karkazis eta Rebecca Jordan-Young dira egileak; lehena Etika Biomedikorako Stanford Institututuko ikertzaile eta irakaslea da, eta bigarrena, Barnard Institututuko Emakumeen, generoaren eta sexualitatearen ikasgaiko katedraduna.

Azaldu dutenez, Nazioarteko Komite Olinpikoak gizonezkoen testosterona-maila duten emakumeak baztertzeko, eta ez die lehiatzeko uzten, emakumezkoen kategorian. Alabaina, egileek nabarmendu dute eliteko kirolari emakumezkoetan egindako analisiak zalantzan jartzen dutela testosteronaren oinarritutako Nazioarteko Komite Olinpikoak gizonezkoen

eta emakumezkoen artean egiten duen bereizketa.

Hain zuzen ere, ikerketa batek agerian utzi zuen atleta emakumezkoen % 4,7k gizonezkoetan ohikotzat jotzen den testosterona-maila zutela. Emakumezkoen onartzen zaien maila lortzeko, tratamendu kirurgikoa edo farmakologikoa eman beharko litzaiekeela ere esan dute bi egileek.

Haien esanean, Nazioarteko Komite Olinpikoak emakume izan eta emakume gisa bizi diren kirolari horiek diskriminatzen ditu. Hortaz, politika aldatzea eskatu diote, eta emakumezko guztiak onartzea. Horrez gain, arazoa ez dela kirolera mugatzen ohartarazi dute, eta eztabaida, zientifikoa baino gehiago, etikoa eta soziala dela.



Aditu batzuen arabera, neska edo mutila izatea, edo emakume edo gizon izatea, funtsezkoa da bere izatean. Hortaz, berez dena ukatzen zaionean, traba izugarria jartzen zaio ongi bizitzeko. ARG.: ELHUYAR.

15.000 kasuetatik batean, eta ikerketa berriek oker egoteko are aukera handiagoa dugula diote: 1.500 kasuetatik batean, hain zuzen ere. Garbi dago azterketa gehiago egin behar direla, zenbatetan gertatzen den jakiteko, baina, edozein modutara, hasieran egindako iragarpena ez da zuzena izango zenbaitetan”.

EZARRI BEHARREAN, IRAGARRI

Orain, jaioberriei sexua “ezarri” egiten zaiela esan du Mayorrek. “Jaioberritan, kanpo genitalak zein diren, haurra mutil edo neska sailkatzten da, eta sailkapen horretatik ateratzea oso zaila izango zaio. Horren arabera biziko da: txiza egitera komun batera edo beste batera joan beharko du...”

Kasu gehienetan, horrek ez duela arazorik sortzen adierazi du Mayorrek: “Bat datozenean ezarri zaion sexua eta bere benetako sexua ez dago arazorik”. Baina batzuetan ez da hala gertatzen: “Arazo handia sortzen zaigu ezarritakoa eta berak sentitzen duena bat ez datozenean. Izan ere, gizarte honetan dagoen ikuspegia da haurra edo gaztea nahastuta dagoela, eta bideratu egin behar dela, erakutsi behar zaiola zein den bere sexua, alegia, organo genitaletan oinarrituta ezarri zaion horrekin bat egin behar duela”.

Hori aldatzeko, sexologoek ekarpena honakoa izan daitekeela proposatu du Mayorrek: “Haurra

jaiotzen denean, sexua ezarri beharrean, iragarri egingo genuke, argi izanik iragarpen bat egingen ari garela. Eta edozein unetan ohartzen bagara okertu egin garela, hori onartu, eta agirietan hasieran jarritakoa aldatu egingo genuke, etxebizitzaz aldatzen garenean helbidea aldatzen dugun bezalaxe”.

Horrekin batera, Mayorrek uste du premiazkoa dela ikuspegi hori gizartean hedatzea. Hain zuzen, iragarpena oker dagoen kasuetan, oso garrantzitsua da gurasoek haurra laguntzea. “Alabaina, gurasoek ez badute ikuspegi hori, ezingo diote lagundu, eta haiek izango dira lehenak ukatzen haurraren izaera. Izan ere, pertsona barentzat neska edo mutila izatea, edo emakume edo gizon izatea, funtsezkoa da bere izatean. Hortaz, berez dena ukatzen zaionean, traba izugarria jartzen zaio ongi bizitzeko”.

Mayorrek proposatutako paradigmaten arabera jokatzuz gero, ez litzateke horrelako arazorik sortuko, ezta kanpo-genitalak anbiguoak direnean ere: “Orduan ere berdin egingo genuke: saiatu iragartzen zein sexutakoa den, eta itxaron haurra hazi eta esan ahalko digun arte neska edo mutila den, guk jakiteko”.

Horretan, beraz, bat datoz adituak: norbaiten sexua jakin nahiez gero, onena, berari galdetzea. ●



IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

**Poliki-poliki,
ordenagailuak-eta ari dira
gizakiaren hizkuntzak
menderatzen, eta,
oharkabea, gero eta gehiago
komunikatzen gara haiekin
lengoaia naturala erabiliz,
eta gero eta gehiago
laguntzen digute makinek
hizkuntza- arazoekin
(itzultzen, zuzentzen...).**
Baina, euskaraz ere bai?
**Zorionez, Ber2Tek-en gisako
ikerketak-proiektuei esker,
euskaraz ere txukun samar
egiten dute gailu digitalet.**

BER2TEK

beste aurrerapauso bat euskararentzako teknologietan



Hizkuntza- eta hizketa-teknologiek ematen diete makinei lengoaia naturala ulertu, itzuli edota sortzeko ahalmena. Hizkuntza-teknologiak testuekin aritzeko gaitasunari dagozkio (testuak zuzendu, ulertu, itzuli, kudeatu...); hizketa-teknologiak, berriz, hizketa maneiatzeko gaitasunari (hizketa ulertu, sortu...). Normala denez, hedapen handiena eta, beraz, baliabide gehien dituzten hizkuntzetan daude aurreratuen teknologia horiek (ingeleza, gaztelania, txinera...). Euskaraz eta beste hizkuntza gutxiagotu batzuetan, ordea, ez da hain ona egoera. Hala ere, euskaldunok ez gaude kexatzeko moduan: gure egoera minorizatua eta hiltun-kopuru urria kontuan izanik, hain gaizki ere ez dabil euskara, proportzioan behintzat.

BER2TEK PROIEKTUA

Izan ere, Euskal Herriko hainbat eragile aspalditik ari gara euskararentzako hizkuntza- eta hizketa-teknologiak ikertzen. Esaterako, urte asko daramatzagu elkarlanean proiektu estrategiko batean Elhuyar Fundazioak, Euskal Herriko Unibertsitateko IXA eta Aholab ikerketa-taldeek eta Vicomtech-IK4 eta Tecnalia zentro teknologikoek. Lehen, Eusko Jaurlaritzak Etortek programaren bidez diruz lagundutako hiru proiektutan gauzatu zen elkarlan hori: Hizking XXI (2002-2004), AnHitz (2006-2008) eta BerbaTek (2009-2011) programetan. Elkarlan horren azken fruitua Ber2Tek proiektua da, zeina 2012tik eta 2014ra garatu baita, Elhuyar I+Gk koordinatuta.

Aipatutako teknologiak ikertzen lan handia egin dugu urte horietan; lehendik garatutako hainbat teknologia hobetzen jarraitu dugu, eta beste teknologia berri asko sortzen. Baliabide orokor asko sortu edo hobetu dira (corpusak, ontologiak, hiztegiak...); baliabide horiek automatikoki sortzeko teknikak landu dira; euskararen analisirako tresnak hobetu dira; itzulpen automatikoan aurrera egin da; edukiak kudeatzeko

teknologiak landu dira; irakaskuntzarako teknologiak garatu dira; hizketaren sorkuntzan eta ezagutza aurrera egin da...

Baina Ber2Tek-en eta haren aurrekoen helburu bakarra ez da ikerketa: teknologia horiek ezagutarazi egin nahi ditugu, eta ikerketaren emaitzak aplikazio bihurtu eta jendearen eskura jarri. Proiektuaren amaiera gisa, teknologia horiek arlo jakin batean egin dezaketek ekarpena erakusteko demo edo erakusle batzuk eraikitzen ditugu. Kasu honetan, teknologik Hizkuntzen Industriaren sektoreari zertan lagun diezaioketen erakutsi nahi izan dugu, hau da, itzulpenaren, edukien eta irakaskuntzaren arloek osatzen duten sektoreari. <http://www.ber2tek.com/eu/demoak> helbidean daude ikusgai demoak.

APLIKAZIO PRAKTIKOEN DEMOAK

Edukien sektorean egin daitekeenaren erakusgarri, iritzien erauzketa edo sentimenduen analisiaren teknologia zer den erakusten duen demo bat muntatu dugu. Honetan datza iritzien erauzketa: testu bat hartuta, iritzi subjektiborik baduen eta, baldin badu, iritzi horren polaritatea (positiboa edo negatiboa) zein den erauzten du, automatikoki. Aplikazio ugari izan ditzake teknologia horrek; adibidez, enpresek erraz jakiteko euren edo euren produktuei buruz sarean zer esaten den (toki ugaritan eta hizkuntza ezberdinetan). Egin dugun demoan, Armiarma.eus webguneko Kritiken hemeroteka hartu dugu, zeinak hainbat komunikabide eta argitalpenetan ateratako euskarazko 5.000 kritika literario baino gehiago biltzen dituen, eta kritika horietako bakoitzari puntuazio bat esleitu zaio, auto-



Irakaskuntzarako demoan
3Dko avatar batek euskara
irakatsiko digu.

matikoki, Ber2Tek-en garatu dugun euskarazko iritzien erauzketaren teknologia aplikatuta. Demoaren webgunean egile, obra, urte edo beste-lako parametroen aukeraketa eginda, grafikoki ikus daitezke puntuazioak, bai eta kritika bera ikusi eta hitz positibo eta negatiboak aztertu ere. Izan ere, hitz horietan oinarritzen da teknologia puntuazioak esleitzeko.

Beste demo batek itzulpenaren arloan egin daitekeena erakusten du, bilatzaile multimedia baten bidez. Gaztelaniaz nahiz euskaraz dauden hainbat bideo hartu dira eta, ahots-ezagutza erabilita, automatikoki transkribatu. Bideo horietako testua eskurata, bilaketak egin daitezke haietan eta, nahi izanez gero, instantean jauzi egin bilatzen den hitza esaten den unera. Bideoen transkribapenak gaztelania, euskara edo ingelesera ere itzultzen ditugu, automatikoki, eta azpтитuluak erakuts ditzakegu hizkuntza horietan. Itzuli ondoren audioa ere sortzen dugu beste hizkuntza horietan, hizketaren sintesiaren teknologia erabilita; bideo horiek hizlari jakin batzuen hitzaldiak badira, berriz, beste hizkuntzan sortutako hizketa hizlariaren ahotza imitatuz sortzen da, ahotsaren transformazioaren teknologia erabilita.

Azkenik, hizkuntzen irakaskuntzako tutore pertsonal baten demoa egin dugu sektore horretarako. Duela hiru urte, BerbaTek proiektuaren amaieran, antzeko bat egin genuen, baina oraingo honek eginbide eta aukera gehiago ditu; bes-

talde, mahaigaineko aplikazio bat zen hura, eta oraingo hau, berriz, on line dago eta edonork probatu dezake. 3Dko avatar bat da demoko tutorea, zeinarekin euskaraz komunikatzen garen, ahoz. Tutoreak gidatzen gaitu automatikoki sortutako aditz-, deklinabide- edo ulermen-ariketetan; gure ahoskera ebaluatzen digu; aditz jakin batzuen deklinazioari buruz galde diezaiokegu, bai eta zenbaki jakin bat nola idazten den ere; hiztegian hitz bat bilatzeko esan diezaiokegu; hainbat hiztegitako emaitzak erakutsiko dizkigu...

Muntatu ditugun demo horiek, izenak berak dioenez, demoak besterik ez dira, baina teknologien egungo egoeraren eta egin dezaketenaren gutxi gorabeherako ideia bat izateko balio dute, eta espero dugu benetako tresnetan aplikatuta ikustea laster, lehenago beste teknologia batzuetatik aplikazio errealak sortu diren bezala.

Demo horien bidez ikusiko dugunez, egia da hasieran genioena; euskararentzako hizkuntz- eta ahots-teknologiak nahiko aurreratuta daudela, alegia. Hala ere, bide luzea egin beharko da, oraindik, beste hizkuntza batzuen egoerara iritsi nahi badugu eta egiazki gailu elektronikoe-kin eguneroko bizitzako arlo guztietan euskaraz egin nahi badugu. Ber2Tek proiektua aurrera eraman dugun erakundeok behintzat ez dugu gure lana amaitutzat eman proiektua bukatzean, eta lanean jarraitzen dugu asmo hori noizbait gauzatzeko. ●

**“Muntatu
ditugun demoek
teknologien egungo
egoeraren eta egin
dezaketenaren
ideia bat izateko
balio dute”**



El Mirón kobazuloa (Kantabria). Duela 15.500 urte inguru, emakume bat ehortzi zuten bertan, eta loreak utzi zituzten inguruan. ARG.: EHU.

LOREAK

aurkitu dituzte Paleolitoko hilobi batean

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

Duela 15.500 urte inguru, emakume bat ehortzi zuten El Mirón izeneko kobazuloan (Kantabria). Garai hartan, hildakoak lurperatzea ez zen batere ohikoa; horregatik, ehorzketak interes handia piztu du ikertzaileen artean. Orain, hilobiko landare-arrastoak ikertu dituzten ikertzaileek jakinarazi dute beste berezitasun bat ere baduela hildakoaren inguruan loreak utzi zituzten.

EHUko María José Iriarte Chiapusso palinologoak zuzendu du aztarnategiko landaretzari buruzko azterketa, eta hark berretsi du aurkikuntza apartekoa dela, ohiz kanpoko: “Hildako bat ehortzi eta hilobian loreak utzi zituztela frogatu den lehen aldia da”. [Journal of Archaeological Science aldizkarian eman du ikerketaren berri](#), EHUko Alvaro Arrizabalagarekin eta Zaragozako Unibertsitateko Gloria Cuencarekin batera.

Iriartek azaldu duenez, ez da erraza landare-arrastoak topatzea aztarnategietan: “Beste material batzuen aldean, zaila da landare-jatorriko arrastoak topatzea, zaila izaten baita haiek fositzea. Hau da: aztarnategiak aztertzen ditugunean, ez dugu zegoena topatzen, baizik eta, era batera edo bestera, irauteko gai izan dena. Oso garrantzitsua da hori argi izatea, bestela, interpretazio okerrak sor daitezke”.

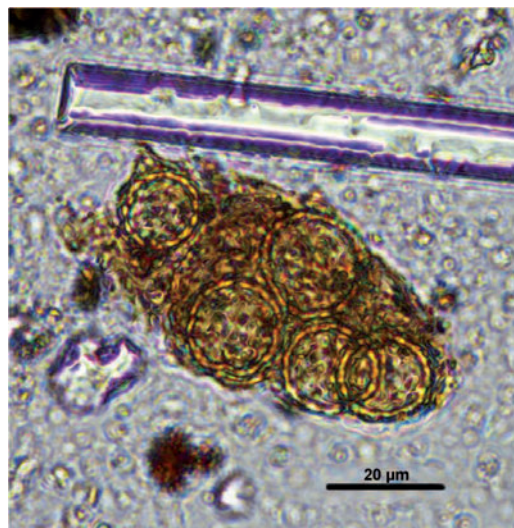
Horren adibide bat eman du jarraian: “Esate baterako, duela urte batzuk uste zuten Paleolitoko jendea haragijalea zela nagusiki, haiek bizi ziren kobazuloetan pertsonen jandako animalia-hezur asko aurkitzen zituztelako. Aurrerapen tek-

nologikoe azterketa finagoak egiteko aukera eman digutenean, ordea, ohartu gara landare-jatorriko elikagaiak ere jaten zituztela. Horrela-ko gauzak jakiteko, haien bila joan behar dugu, ez baitira agerikoak”.

Ahalik eta ikuspegi zabalena izateko, beraz, ezinbestekoa da landaretza kontuan hartzea, eta, hain justu, alderdi hori aztertzeaz arduratu da Iriarte, El Mirón kobazuloan. “Aspalditik ari gara lanean haitzulo horretan. Mexiko Berriko Unibertsitateko Lawrence Straus eta Kantabria-ko Unibertsitateko Manolo González Morales dira aztarnategiko zuzendariak, eta haien zuzendaritzapean, nazioarteko hogeitabazun urte eta ikerketa-zentro baino gehiagoko ikertzaileak ari gara aztertzen kobazuloa, mailaz maila. Kontuan izan behar da kobazulo handia eta zabala dela, eta denbora-tarte luzez izan zen gizakien bizileku”.

POLENA MULTZOKATUTA EGOTEA, GAKO

Orain azertu duten maila duela 15.500 urte ingurukoa dela jakin dute, han topatutako bi hezur, bat ugaztun batena eta bestea gizakiarena, karbono 14aren teknikaz aztertuta. Polenaren azterketari esker, berriaz, jakin dute espazio irekia zela, zuhaitzak zeudela (pinuak batez ere), garoa, eta landare belarkarak. Horren arabera ondorioztatu dute klima hezea eta hotza zela; “gaur egun baino dezentez hotzagoa”, zehaztu du Iriartek. Eta datu esanguratsu bat ere jaso dute: hilobiaren inguruan, polenaren ia erdia Chenopodiaceae taxonekoa zen (% 49,5)”.



Hilobiaren inguruan aurkitutako polena. Ia erdia Chenopodiaceae taxonekoa zen (% 49,5), eta hori ez da gertatzen kobazuloko beste lekuetan. ARG.: EHU.

“Chenopodiaceae taxoneko landareen nagusitasun hori deigarria da oso”, adierazi du Iriartek. “Kobazuloaren beste lekutan, ez da hori gertatzen. Gainera, polena ez zegoen normalean agertzen den moduan, hau da, aske. Horren ordez, multzokatuta zegoen”. Hain zuzen ere, landarea heltzen denean, polena sakabanatu egiten dela azaldu du Iriartek. “Hortaz, polen-aleak banaka azaltzen dira. Lurperatutako emakumearen inguruan jaso genuen polena, ordea, lorean dagoen bezala zegoen, seinaka multzokatuta”.

Horri esker jakin dute loreak utzi zituztela hildakoaren ondoan. “Ez dago beste azalpenik polena horrela agertzeko: emakume harekin bizi zirenek nahita utzi zituzten loreak hilobian”, esan du, garbi, Iriartek.

ERANTZUNIK GABEKO GALDERAK

Iriartek azaldu duenez, gaur egungo Chenopodiaceae taxoneko landareen artean daude espinakak, ziazerbak... “Ez dituzte lore ikusgarriak izaten; guk apaintzeko erabili ohi ditugun modukoak. Baina hori erabat kulturala da. Azken urteotan, adibidez, jartzen dira azak eta baratze-ko beste landare batzuk lorategietan. Argi dago, beraz, lore-motagatik ezin dugula ondorioztatu zer erabilera zuten edo zergatik jarri zituzten hilobian”.

Izan ere, Iriarteren iritziz, hilobi batean loreak aurkitu direla jakitean, askok pentsa dezakete lore horiek funtzio errituala zutela. “Uste hori erabat okerra da. Orain ere hildako guztiak ez dira hilobiratzen erritu baten barruan, eta denei ez zaizkie loreak jartzen. Hilobiratzeko arrazoia, gainera, ez da soilik erritu bati jarraitzea, baizik eta osasun-arazoak saihestea”.

El Mirón kobazuloko hilobian ere, loreek funtzio higienikoa izan zezaketela esan du Iriartek: “Kontuan hartuta Chenopodiaceae taxoneko landare batzuek mikrobioen, onddoen eta birusen aurkako ahalmena dutela, litekeena da infekzioak eta usain txarra eragozteko jarri izana lore haiek hilobian”.

Edonola ere, interpretazio horiek hipotesi hutsa direla azpimarratu du Iriartek: “Ezin dugu jakin zergatik jarri zizkioten loreak hildakoari, ehortzi zutenean. Baina badakigu portaera ezohikoa dela, eta horrek egiten du berezi”.



María José Iriarte Chiapusso, Ikerbasque ikertzailea eta EHUko palinologoa.

“Ez dago beste azalpenik polena horrela agertzeko: nahita utzi zituzten loreak hilobian”

ZERORA BIDEAN

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

eraikuntza jasangarria



Eraikin jasangarriak, bioklimatikoak, ekoeraginkorrak, berdeak, pasiboak, zero energiakoak... Modan dagoen arkitekturako korrante bat dirudi. Baina hori baino gehiago da. Araudiek jarritako bidea ere bada. Askorentzat, oso maldan gorako bidea. Beste batzuentzat, berriz, eraikin eredugarriak egiteko akuilua.

Zero bat. 90 metroko diametroa, 16 metroko altuera eta 15 graduko inklinazioa duen zero bat da Orona Zero, Orona Ideo berrikuntza-hiriko eraikin nagusia. Eta zenbaki borobil hori ez da rama forman eta izenean bakarrik, zero energia-ko eraikin baten izpiritua baitu.

Orona Ideo diseinatzen hasi zirenean, argi zuten proiektu berritzailea izan behar zuela. Enpresa, unibertsitatea eta ikerketa-zentroa espazio berean elkartzea bazen berritzailea, baina jasangarritasunean ere hala izatea nahi zuten. Eta, horretarako, hiri-zelulen ideia zuen buruan Xabier Barrutietak arkitektoak: “eraikin bat baino gehiagoko eta auzo bat baino txikiagoko eskalan, hainbat instalazio zentralizatu egin daitezke, eta eraikin bakoitza espezializatu funtzio jakin batean, adibidez, energia-sorkuntzari dagokionez”.

Esaterako, Orona Zeroren estalkia hegoalderantz begira dago, eta inklinazio egokia du eguzki-energiari etekina ateratzeko. Hala, plaka fotovoltaikoz betea dago, eta bertan sortzen den elektrizitatea Orona Ideoko eraikin guztien artean banatzen da. Fundazioaren eraikina-
ren gainean, berriz, eguzki-plaka termikoak daude. Eta bi eraikinen arteko plazaren azpian geotermia-sistema bat.

Azken bi horiek eta biomasa erabiltzen dituen sistema zentral batek Orona Ideoko eraikin guztiak berotu edo hozten ditu, eta etorkizunean eraiki litezkeen eraikin gehiagotarako ere balio izateko pentsatuta dago. “Hiri-zelulen eskalak energia termikoaren % 100 iturri berriztagarriekin lortzea ahalbidetzen du” azaldu du Barrutietak. Geotermia beti erabiltzen dute, neguan epeltzeko, eta udan freskatzeko. Horrez gain, eguzkia dagoenean, eguzki-energia dute; eta gehiago behar denerako, peleta edo ezpala errez funtzionatzen duten bi galdara. “Honekin ia zero energiako eraikin bat izatera hurbiltzen gara”.



“Arkitektura bioklimatikoan diseinuarekin jokatzeko da, eraikinak ahalik eta energia-eskari txikiena izateko”

Energiaz gain beste alderdi asko izan dituzte kontuan. Esaterako, euri-ura jasotzen dute, komunetan eta ureztaketan erabiltzeko, eta ur grisak ere garbitu eta berrerabiltzen dituzte. Materialak ere zaindu dituzte; adibidez, egituraren erabilitako altzairuaren % 60-80 birziklatua da, eta material horiek zer distantziatik datozen ere kontuan izan dute. Horrez gain, gunen berdeei eta mugikortasunari garrantzia eman diete, estalki berdeak ere jarri dituzte, eta arreta jarri dute eraikuntza-lanen eta hondakinen kudeaketan.

Horri guztiari erreparatzen diote LEED eta BREEAM ziurtagiriek. Eta bi horiek LEED Gold eta BREEAM Excellent mailan lortu dituen Europako lehen eraikin-multzoa izan da. Bide horretatik lanean jarraitzeko asmoa dute. “Esfortzua egiten ari gara benetako datuak lortzeko —dio Barrutietak—. Gauza bat da paperean esatea hau eta hau lortuko dugula. Baina orain, benetan sinesten badugu CO₂ gutxiago isuri behar dugula, eta jasagarriak izan behar dugula, erabilera-mailan neurtu behar da”.

Orona Ideok aurrea hartu die Europatik datozen eskakizunei. Izan ere, “hau guztia Europatik dator”, dio Iñigo Lizundia EHUko Arkitektura Goi Eskola Teknikoko irakasleak. 2020rako jarrita dago 20-20-20 helburua: energia-kontsumoa % 20 murriztea, berotegi-efektuko gasen isurketa % 20 murriztea, eta energia berriztagarriak

% 20raino handitzea. Eta 2010ean ateratako direktibak dio 2020rako eraikin berriek ia energia zeroak izan beharko luketela. Hau da, behar duten ia energia guztia sortzeko gai izan behar dute, energia berriztagarriak erabiliz. “Legea hori da, baina utopia bat da, oso urrun gaude hori lortzetik” nabarmendu du Lizundiak.

Bestetik, 20-20-20 helburua betetzeko bide horretan, Espainian 2013an ateratako legeak dio eraikita dauden eraikinetan berritze-lanak egitean, nahitaezkoa dela eraginkortasun energetikoa handitzea. “Horrek guztiak joera bat markatu du. Azken batean, Europak ez du izan nahi hainbesteko mendekotasunik beste herrialdeetako petrolioarekiko. Eta, besteak beste, eraikinen kontsumoa murriztu nahi du” gehitu du Lizundiak.



Xabier Barrutieta Basurko
Orona Ideo berrikuntza-hiriaren arkitektoa. ARG.: XABIER BARRUTIETA.



ARG.: ORONA



Iñigo Lizundia Uranga
EHUko Arkitektura Goi Eskola
Teknikoko irakaslea.
ARG.: OIHANE LAKAR.

DISEINUAREN GARRANTZIA

“Eraikin bat energetikoki eraginkorra izateko, hartu daitezke neurri pasiboak eta aktiboak”, azaltzen du Lizundiak. Neurri aktiboak dira eguzki-plakak jartzea, geotermia erabiltzea, gal-dara bereziak, euri-ura jaso eta erabiltzea, eta abar. “Halako sistema aktiboak edozein eraikinetan jar daitezke. Neurri pasiboak, berriz, diseinuarekin daude lotuta. Diseinuarekin jokatzeko da, eraikinetan ahalik eta energia-erreserba txikiena izateko. Arkitektura bioklimatikoaren funtsa hori da”.

Horretarako, garrantzitsua da latitudea. Eskandinavian edo Kariben, neurriak guztiz kontrakoak dira. “Hemen, erdibidean gaude —dio Lizundiak—; neguak hotzak izan daitezke, eta estrategia batzuk behar ditugu, eta udan, be-

rriz, beroa egiten du, eta beste estrategia batzuk behar dira. Esan dezakegu leku konplikatuenean gaudela eraikin baten diseinu bioklimatiko egiteko”.

Neguan, batetik, energia ahalik eta gutxien galtzea lortu behar da. Horretarako isolamendu on bat da garrantzitsua. Bestetik, kanpotik ahalik eta bero gehien sartzeko, orientazioa oso garrantzitsua da. Neguan eguzkia baxu dagoenez, hegora orientatuta dauden fatxadak ondo berotzen ditu. Udan berriz, eguzkia altu dago, eta nahikoa da hegal txiki batzuk jartzea, babesteko. Bestalde, udan ahal den guztia aireztatu behar da, eta horretarako garrantzitsua da aireztapen gurutzatua: iparreko eta hegoko leihoak izatea (hegora handiak eta iparrera txikiak), biak irekiz, etxe barruan airea mugitzea lortzeko. “Diseinu on ba-



ARG.: GB27PHOTO/DOLLARPHOTOCLUB

Foster eta Ingels

Xabier Barrutietak bi izen nabarmen dituen arkitektura jasagarriaren arloan: Norman Foster britainiarra eta Bjarke Ingels danimarkarra. Fosterren hamaika lanen artean bat nabarmenezkotan, Londresko udaletxea aipatzen du: “Arkitektura pasiboaren adibide jatorria da. Eta erabiltzen dituen materialak eta soluzioak, teknologia eta konfortaren aldetik, maila altukoak dira”. Gainera, Barrutietak uste du Fosterrek ez duela egiten jasagarritasuna modan dagoelako “daukan arkitekturaren ikuspegia hain da zabala eta hain da solidoa, gauza hauek era naturalean sartzen baitira bere lengoaiari”.

Bestalde, “hirigintza-mailan, aipatzekoa da Fosterren Masdar City ere, Abu Dhabin egiten ari diren hiperhightech hiria”. Hiri ekologiko horrek % 100 eguzki-energia erabiliko du, garraio-sistema berezi bat du... Dena den, kritika bat ere egiten dio Barrutietak: “nik hor ez nuke inoiz hiri bat egingo, desertu erdian... lekua bera ez da bizigarria, berez. Baina, hor dago petrolioia”.



ARG.: BIG – BJARKE INGELS GROUP & MIR

Bjarke Ingels-ena beste arkitektura-mota bat da. “Teknika menderatzeaz gain, arkitekturari hedonismoa sartzen dio; arkitekturaren ikuspegi positibista du”. Kopenhagen eraikitzen ari diren errauskailu bat jarri du adibide. Mendi artifizial moduko bat izango da, eski-pista eta guzti. Eta tximiniatik tona bat CO₂-z osatutako ke-uztaiak botako ditu, poluitzen ari dela adierazteko mezu argi gisa. “Arkitektura mezuarekin”, dio Barrutietak. “Batuetan, zentzu ezkor bat dago: ‘onartu behar dugu gutxiagorekin eta okerrago bizi behar dugula, Lurraren onerako...’ Honek buelta ematen dio horri, eta esaten du: ‘ez ez, bizi gaitezke ekologikoago, baina, gainera, hori izan daiteke hobeto bizitzea’. Arkitektura freskoago bat sortzen du, ilusioa sorrarazten du”.

tekin, izugarri lor daiteke” azpimarratzen du Li-zundiak. Eta gainera, “arkitektura bioklimatiko on batek ez du zertan garestiagoa izan behar” azpimarratu du Barrutietak.

Neurri pasiboetan garrantzitsua da baita ere, espazioen erabilera haren orientazioaren arabera antolatzea. “Hemen oso neurri eraginkorra da bizitzeko erabiltzen diren gela nagusiak (logelak, salak, eta halakoak) hegora eraikitzea” dio Li-zundiak.

Bulegoen kasuan, berriz, komenigarriagoa izan liteke iparraldera begira egotea, Orona Zeron bezala. Izan ere, “hegoalderantz begira dauden bulegoetan, arazoa izaten da gehiegi berotzen direla”, azaldu du Barrutietak. “Kontuan izan behar da ordenagailu eta makinek ere beroa sortzen dutela. Eta zuzeneko eguzki-argiak ere enbarazu egiten du lanerako”.



“Diseinu on batekin izugarri lor daiteke”

Alde horretatik, aipatzekoa da Orona Zeroren beirazko fatxada. Hiru motatako triangeluz osatua dago: gardenak, zeharrargiak eta opakuak. Bada, kontuan hartuta eguzkiak non jotzen duen gehiago edo gutxiago, eta barruko erabilerak zein diren, hiru triangelu horiekin jokatu dute. Esaterako, opaku eta zeharrargi gehiago jarri dituzte eguzkiak gehien jotzen duen tokietan, eta garden gehiago iparraldean. “Triangelu horiek zentzu bioklimatikoa dute” nabarmendu du Barrutietak.

Eraikin osoa da, izatez, bioklimatikoa. Barrutik, hiru eraztunek osatzen dute zeroa. Kanpokoan bulegoak daude. Erdikoan instalazioak, igogailuak, ebakuazio-eskailerak, komunak, eta abar. Eta, barruko eraztuna galeria bat da, jendea bulegoetara, kafe-makinetara, beste solairuetara eta abar mugitu ahal izateko; badaude bilera motzak egiteko espazio batzuk ere, eta solairu batetik besterako eskailerak. Barruko eraztun horrek hegoaldera ematen du, eta pasiboki berotzen da. “Hor onartu dezakegu espazio hori pixka bat gehiago berotzea edo hoztea, hor ez dagoelako jendea lanean. Pasatzeko eta tarte laburretarako leku bat da” dio Barrutietak.

“Eraikinak daukan magia da oso erantzun ona ematen duela, ezer berezirik edo oso sofistikaturik egin gabe. Daukan formagatik eta orientazioagatik, naturalki, eraikinak berak oso ondo erantzuten du”. Horregatik, “arkitektura bioklimatikoan oso garrantzitsua da gauza hauek pentsatuak eta barneratuak izatea hasieratik, proiektua hasi baino lehen. Askotan, eraikinak gehiegi teknifikatzera jotzen da, pasiboki lortu daitezkeen gauzak ahaztuta”.

“Asko hitz egiten dugu eraginkortasunaz eta, baina pentsatu behar da eraikinak pertsonentzat direla”

PERTSONENTZAKO ERAIKINAK

Lizundiak aipatu duenez, eraikin teknologikoei askotan arazo bat izaten dute: “munduan badira halako eraikinak urte batzuk dituztenak, eta erabiltzaileak asko kezkatzen dira. Askotan teknologia gehiegi erabiltzen da, leihoak ezin dira ireki, eta jendea gaizki sentitzen da; eraikin gaixoen sindromea deitzen zaio. Nik bioklimatikaren parte ikusten dut konforta”.

Bat dator Barrutieta: “asko hitz egiten dugu eraginkortasunaz eta, baina pentsatu behar da eraikinak pertsonentzat direla. Batzuetan, kaxa supereraginkorrak egiten dira, baina ez dira bizigarriak”. Oronan bereziki zaindu dute arlo hori. “Orona Zeron, adibidez, oso nabarmena da paisaiarekin duzun kontaktua —dio Barrutietak—; kanpora begira beti bistak dituzu, berdea

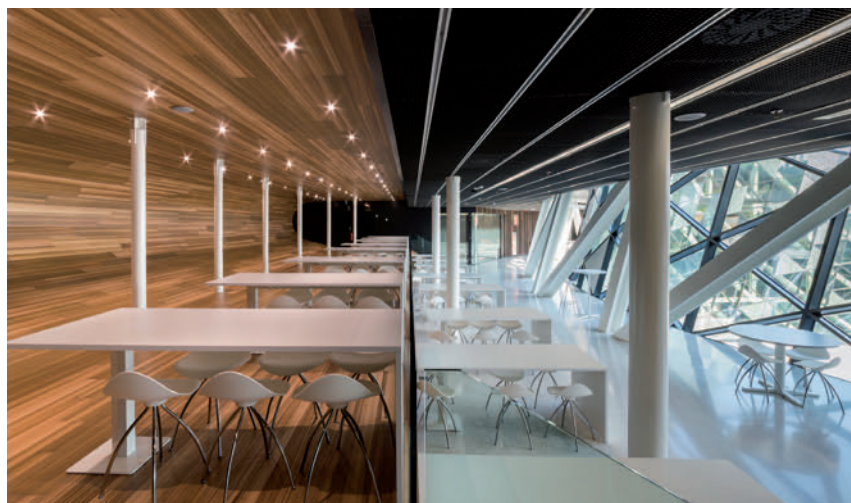
ikusten da. Beirazko fatxadak leihoak ireki ahal izateko ere asko borrokatu genuen. Horrek, gainera, aukera ematen du aireztapen gurutzatua izateko”. Bestalde, hegoaldeko fatxadak terrazak daude, landare aromatiko eta guzti, kanpora atera ahal izateko eta aire garbia arnasteko.

Beste eraikinetan ere, antzeko. Orona Fundazioaren azal zuri zulatuak barrutik kanpora ikustea ahalbidetzen du batetik, eta, bestetik, eguzkiaren argi zuzena difusoago egiten du, lanerako hobe. A3 eraikinean berriz hiru patio ireki dituzte, eta horietatik argi naturala sartzen da sotoan dauden laborategietara. “Horrek beste kalitate bat ematen dio espazio horri”.

“Eraikin baten osasun eta bizigarritasun-parametroak ez dira hain errazak neurtzeko, baina oso garrantzitsuak dira” dio Barrutietak. Gainera, langileen produktibitatea handitzen da, Eraikuntza Berdearen Munduko Kontseiluak (WGBC)

Neurri pasiboetan garrantzitsua da espazioaren erabilera. Orona Zeron, barruko eratzuna da gehien berotu daitekeena. Pasatzeko eta tarte laburretarako gunek bat da hori.

ARG.: ORONA.



Materialen eraginkortasuna

Eraikin bat ekoeraginkorra eta jasagarria izatea nahi denean, materialek garrantzi handia hartzen dute. Baina materialik onenak zein diren jakitea ez da hain erraza. “Oraintxe hasi gara honetan, eta ez dago ikerketa sakon askorik”, dio Iñigo Lizundiak. Material bat proposa den esateko, haren ziklo osoa hartu behar da kontuan: lehengaiak nondik hartu diren, zer fabrikazio-prozesu izan duen, non egin den eta no-

raino garraiatu behar den, zenbat energia behar den material hori jartzeko, zer mantentze-lan behar dituen, eta azkenean, eraikina botatzen denean, material hori nola birzikla daitekeen. “Hori guztia aztertu behar da esateko material hori eraginkorra den edo ez”.

Gaur egun, etxebizitzako ekologikoekin lotzen dira egurra, lastoa eta halako material naturalak. “Baina egurrezko etxebizitza bat

egiteko, inguruan ez badaukazu horren industria egokirik, eta egur hori guztia ekarri behar baduzu ez dakit nondik, eta gero ez badaukazu jendea badakiena hori nola erabili, agian, eraginkorragoa da hormigoizkoa egitea, ondoan hormigoiz-fabrika bat baduzu”.

Beraz, ezin da orokortu, eta esan halako material ona edo txarra den. “Orain, adibidez, modan jartzen hasi da eraikinetako isolamendua egiteko lastoa, paper bir-

ziklatua, artilea, kortxoa... halako material asko erabiltzen ari dira. Eta hori azkeneko urteetako kontu bat da. Baina zer pasatuko da material horiekin hemendik 30 urtera? Nola egongo da nik fatxada batean sartu dudako artile hori? Ez dago esperientziarik. Beraz, halako kontuak zuhurtziaz hartu behar dira. Eta, batez ere, ezin da egin baieztapen irmorik: hau ona da, ekologikoa, hau ez... Kontuz halakoekin”.



ARG.: PROHOLZ

Vorarlberg

Bioklimatikaren eredu oso on bat Austriako Vorarlberg eskualdekoa da, Lizundiaren ustez: “azken 50 urteetan egin den arkitektura onena. Eskualde osoak hartu du konpromisoa; politikarietatik hasi eta udal, arkitekto eta gainerakoetarako. Lortu dute industria bat, bertako egurra erabiltzen dute... Etxe gehienak egurrezkoak egiten dituzte, baina, arkitektura modernoa eginez, buelta bat eman diote. Baina duela 50 urte hasi ziren han; hemen, berriz, duela bi urte ateratzen lege bat, eta denok egin behar dugu arkitektura bioklimatikoa... Lasai hartu behar dugu”.

duela gutxi argitaratu duen txosten honek dioenez: “[Health, Wellbeing & Productivity in Offices. The Next Chapter for Green Building](#)” (Osasuna, Ongizatea eta Produktibitatea Bulegoetan. Eraikuntza Berdearen Hurrengo Kapituluak). Hain zuzen ere, Orona Zero izan zen txosten horretarako erabili zuten erreferenteetako bat.

HERRITARREN ETXEBIZITZAK

Orona Ideon egin diren gauza asko aplikagarriak izan litezke herritarren etxebizitzetan ere. Baina, puntu honetan, berriz ere hasierako ideia dakar Barrutietak: “Hiri-zelulen kontzeptua interesgarria da hiri-zati berriak planteatzeko garaietan, baina potentzial handia du, baita ere, birgaitzean. Etxez etxe, edo fatxadaz fatxada joan ordez, multzo handiagoak aintzat hartuta emaitza interesgarriagoak lor daitezke”.

“Adibidez, ohiko etxadi batean, eraikin batzuk beti egongo dira iparrera begira; horiek energetikoki autonomoak izatea zaila izan liteke, baina etxadi osoa kontuan hartuta agian konpentsatu daiteke”, gehitu du. Europako beste herrialde batzuetan, adibidez, ohikoa da bero-sorkuntza zentralizatzea eta hainbat eraikinetara banatzea.

Gainera, “eskala horretan lan eginda, eraikinez gain, inguruan dituzten espazioak ere kontuan har litezke” dio Barrutietak. “Eta, bestalde, zergatik beti beheko solairuan bulegoak eta goian

etxebizitzak? Agian etxe-multzo guztia kontuan hartuta, buelta eman dakioke horri. Edo beste estrategia batzuk bilatu daitezke erabilera desberdinak txertatzeko... Gero, noski, kontua da arautegiek eta abarrek gauza horiek bultzatzea, baina honetan gabiltzanon ardura ere bada hori bultzatzea, eta ideiak botatzea”.

HIRIGINTZA GAKO

Hain zuzen ere, Lizundiaren ustez, honetan guztian gakoa da hirigintza: “hiria programatzen dutenek baldintzatu dezakete ondorengo eraginkortasun energetiko guztia. Hemen betiko hirigintza egiten jarraitzen dugu: etxadi karratuak. Eta horietan, alde batekoak ondo orientatuta baldin badaude, beste aldekoak gaizki daude”.



“hiria programatzen dutenek baldintzatu dezakete ondorengo eraginkortasun energetiko guztia”

Beste hainbat aukera egon litezke. “Adibidez, hagei eraikin etxadi karratuak eta kaleak eginez antolatu beharrean, eraginkorragoa izan liteke hiru dorre egitea eta gainerako guztia berde uztea. Edo etxeak ilaratan antolatzea, batetik bestera nahiko espazio utziz. Zaila da eredu onena zein den esatea, baina hori da lehenengo pausoa, gero neurri pasiboak aplikatu ahal izateko. Esaten badidazu nire eraikinak derrigorrez iparraldera begiratu behar duela, ba zer egingo dut? Bada, ondo isolatu, eguzki-plakak jarri, euri-urak jaso... Hori guztia egingo dut, baina, igual, garrantzitsuena ez didazu utzi egiten. Hirigintza oso garrantzitsua da”.

Baina, hirigintza hobea edo okerragoa egin, gaur egun, etxebizitza bat saltzeko, beharrezkoa da energia-eraginkortasunaren txostena. “Pentsa nola gauden: etxeko tresna elektriko gehienak A eraginkortasunekoak badira, eraikin normal bat, gaur egun, dabil D, E edo F mailan. Eta eraikin berriak ari dira lortzen C maila. B edo A mailak lortzea oso urruti dago” azaldu du Lizundiak.

Badira salbuespenak. Passivhaus ziurtagiria duten etxeek A maila dute. Alemaniatik dator estandar hori, eta, hemen oso adibide gutxi dau den arren, European zabaltzen ari da. Estandar

hori betetzeko, etxebizitza batek berotzeko eta hozteko urtean gehienez 15 kWh/m² gastatu behar ditu, eta energia horrek iturri berriztagarrietatik etorri behar du. Ohiko etxebizitza batek baino % 80 energia gutxiago kontsumitzen dute.

“Etxebizitza horiek sekulako isolamendua izaten dute, batere berorik ez galtzeko —azaldu du Lizundiak—; aireztapen guztia mekanikoa da, eta ateratzen den airearen beroa berreskuratu egiten da, eta kanpotik sartzen dena berotu. Konplexua da”. Baina, kontuan izan behar da erabilerak asko baldintzatzen duela eraikin horien eraginkortasuna. “Leihoak irekitzen baditut, balioak ez dira izango ziurtagiriak eskatzen dituen bezain onak”.

ZAHARBERRITZEAREN ZAMA

Dena den, Lizundiaren ustez, arazo handiena eraikita dauden etxebizitzetan dago. “Hemengo etxebizitzek % 60 inguru, 60ko eta 70eko hamar-kadetaren eginak dira, desarrollismo garaian. Itxitura aldetik oso kaxkarrak dira, eta ez dute isolamendurik. Eraikin horiek guztiek 50 urte inguru dituzte orain, eta askok arazo larriak dituzte”. Baina, orain, ez da nahikoa arazo horiek konpontzearekin; 2013ko legearekin, zaharberritze bat egin nahi bada, derrigorrezkoa da eraginkortasun energetikoa hobetzea; “bestela ez ditzate lizentziarik ematen”, dio Lizundiak.

Eraikin berriei eskatzen zaien eraginkortasun bera izatea eskatzen zaie, eta horretarako, azal

berria egin behar zaie, material berriak sartuz. Horrek kostu handia du. “Denborarekin, noski, amortizatu egingo da egindako inbertsioa. Ikerketek diote 10-20 urtean amortizatzen dela. Baina inbertsioa egiteko gaitasuna behar da”. Batez beste, 10.000-30.000 euroko inbertsioa, etxebizitzako.

Gainera, “arazoa da hau krisiarekin batera etorri dela”, azpimarratzen du Lizundiak. Europako zuzentaraua 2010ean onartu zen, baina, idatzi, krisiaren aurretik idatzi zen. “Garai hartan gaur hauek egiteko laguntza pila bat agintzen ziren, eta Espainiako legean ere, hitzaurrea irakurtzen baduzu, esaten du laguntza mordoa egongo dela, administrazioak diru asko jarriko duela. Alegia, ‘zuk zure etxea eraberritu ahal izango duzu, lasai, diru asko emango dizugu eta’. Baina krisia iritsi zen, eta administrazioek ez dute dirurik”.

“Eusko Jaurlaritzak eta Energiaren Euskal Erakundeak dirua ematen dute, baina gutxi da. Eta jendeak egin behar duen inbertsioa oso handia da. Eta auzotarren egoerak oso desberdinak izan daitezke. Horregatik, arazo ekonomikoaz gain soziala ere bada. Nahi izanda ere, askok ezin diote aurre egin. Eta hor arazo bat dago”.

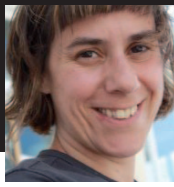
Oronak egin zezakeen, eta egin du, eraikuntza eredugarri baten aldeko apustua. Zoritzarrez, une honetan, ez dago herritar guztien esku apustu hori. ●



Zaharberritze bat egin ahal izateko, derrigorrezkoa da eraginkortasun energetikoa hobetzea. Horrek kostu handia du, eta arazo bat da herritar askorentzat.
ARG.: PIXAMO/DOLLARPHOTOCLUB.



IÑAKI ALEGRIA
UEU



AINHOA LATATU
UEU



MIREN JOSU OMAETXEBARRIA
UEU

IKERGAZTE

Nazioarteko Ikerketa Euskaraz

Duela 43 urte sortu zenetik, euskal komunitate zientifiko-intelektuala trinkotzea da UEUk duen helburu garrantzitsuenetako bat. Elkarren berri izatea ezinbestekoa da ezagutzak aurrera egin dezan, are gehiago gure kasuan, euskaraz lanean dihardugun ikertzaileak hain sakabanatuta egonda.

Ilido horretatik, UEUk hainbat arlotako adituak bildu izan ditu zenbait ekimenetan azken hamarkadetan: Informatikari Euskaldunen Bilkurak (9 edizio) Historiari Euskaldunen Topaketak (5 edizio), Hizkuntzalari Euskaldunen Bilkura, Matematikari Euskaldunen Bilkura, Osasun Zientzietako eta Natur Zientzietako ikertzaileen bilkurak, besteak beste, horren adibide argiak dira.

Pozik esan dezakegu ikertzaile euskaldunak inoiz baino gehiago direla, baina tamalez, haien arteko ezagutza urria da oraindik. Hutsune horretaz jabetuta 2015eko maiatzaren 13, 14 eta 15ean IKERGAZTE kongresua antolatu dugu Durangon. Ohiko kongresu zientifiko moduan antolatu da, hitzaldi orokorrak, arloko ahozko aurkezpenak zein posterrak, tailerrak eta saio osagarriekin; baina

ezaugarri berezi birekin: jakintza-arlo guztiak bilduta eta euskaraz.

Hiru helburu zituen kongresuak. Batetik, euskarazko zientzia-produkzioa areagotzea. Bestetik, ikertzaile gazte euskaldunen ikusgaitasuna handitzea. Eta, azkenik, ikertzaileen arteko harremanak sendotzea.

Kongresua arrakastatsua izan da eta helburu guztiak bete direla esan dezakegu.

“Ikertzaileen arteko harremanak sendotzeko, hitzaldi orokorrak, tailerrak eta saio osagarriak funtsezkoak izan dira”

Produkzioari eta ikusgaitasunari begira, 116 komunikazio aukeratu dira. Modu digitalean argitaratu dira (buruxkak.eus gunean kontsulta daitezke), eta 800 orri baino gehiago hartu dituzte. Horietako 72 ahozko aurkezpenak izan dira, eta 44, posterrak.

Jakintza-arloen arabera, hauek izan dira kopuruak: giza zientzietakoak, 15; gizarte-zientzietakoak, 21; zientzia zehatzetakoak eta Natur zientzietakoak, 26; ingeniariaritzak eta arkitekturakoak, 35; eta osasunaren arlokoak, 20.

Jatorriz zer unibertsitateetakoak ziren begiratu gero, berriz, espero bezala Euskal Herriko Unibertsitateetakoak (UPV/EHU) izan dira gehienak, 70 ekarpenetan baino gehiagotan. Deustu (DU) eta Mondragon (MU), berriz, 10 artikuluko baino gehiagotan aipatu dira. Nafarroako Unibertsitate Publikoa, Baionako Iker ikerketa-taldea (CNRS), Elhuyar I+G eta EHU-CSIC lankide-tzak lauzpabost artikulutan aipatzen dira.

Horiez gain, Euskal Herrian dauden beste ikerketa-zentro batzuek ere hartu dute parte: NU-Cima, NEIKER-Tecnalia, DIPC, CIC-bioGUNE, CEIT, Biocruces eta BCAM. Euskal Herrikan kanpoko erakundeak dagokienez, hauek dira aipatzen diren unibertsitateak: Granadako Unibertsitatea, UAB (Bartzelona). Eta munduko hainbat tokitako ikerketa-zentroak ere: CNRS Pau, CSIC Madrid, Danimarka, Alemania, Finlandia, AEB (New York, Denver), Australia.

Artikulu eta ikerlari batzuk aipatzearen, saridunak aipatu nahiko genituzke, egon den aniztasunaren adierazle gisa:

- GIZA ZIENTZIAK: Begoña Altuna, “Euskarazko denbora-egituren tratamendu automatikorako azterketa”.
- GIZARTE ZIENTZIAK: Xabier Landabidea, “Euskaldunok eta telebista XXI. mende hasieran: ikus-entzuleen hitzetan oinarritutako hurbilketa kualitatiboa”.
- OSASUNA: Nerea Osinalde, “2 Interleukina (IL-2) eta IL-15ak T linfzitoetan piztutako seinalizazio bidezidoren sako-neko azterketa proteomikoa”
- ZIENTZIAK ETA NATUR ZIENTZIAK: Ainara Valencia, “Ugalketako disrupzio endokrinia, Gernika eta Galindoko araztegien inguruko korrokoietan (*Chelon labrosus*)”.
- INGENIARITZA ETA ARKITEKTURA ARLOAN: Gorka Azkune, “Ezagutza oinarritutako giza-jardueren eredu dinamiko eta pertsonalizatuak ikasten”.
- UDALBILTZAREN SARI BEREZIA (Euskal Herriko garapenari ekarpen garrantzitsuena egiten diona): Olatz Perez de Viñaspre, “Osasun-txosten elebidunak posible ote?”.

Nazioartean ingelesez argitaratu ohi diren lanak euskaraz ere argitaratzeko eta zabaltzeko aukeraren aldeko apustua izan da. Euskaraz egindako ikerketan mugari izan delakoan gaude!

Bestalde, ikertzaileen arteko harremanak sendotzeko, hitzaldi orokorrak, tailerrak eta saio osagarriak funtsezkoak izan dira. Hala, Paul Zachary “PZ” Myers-ek, Karmele Artetxek eta Itziar Lakak egindako aurkezpen bikainek eztabaidatzeko eta hausnartzeko puntu hobe ezina jarri zuten.

Myers Minnesota Morris unibertsitateko biologia irakaslea da, eta oso ezaguna Pharyngula bloga dela-eta. Ikertzailearen lanaren alde hitz egin zuen eta ikergazteak animatu zituen gizartean gehiago



eragin dezaten, sineskeriak eta uste ustelak baztertzen laguntzeko. AEBetan oso hedatua dauden kreazionismoa eta diseinu adimentsua izan zituen hizpide, baita emakumeen bazterketa zientzian ere. Zientzialariek eduki behar duten askatasuna ere azpimarratu zuen.

Itziar Lakak neurolingistikaren arloko ikerketaren berri emateaz gain (hizkuntzen tipologiak eta elebidunen garunek nola prozesatzen dituzten izan zen mintzagai nagusia), ikerketa jarduna bera izan zuen hizpide, bi ideia nagusi plazaratuz: ikertzaileentzat funtsezkoa dela zalantza-aren munduan bizitzea, eta ikerkuntza galderak erantzutera bideratu behar dela.

Karmele Artetxek euskarazko komunitate zientifikoa du ikergai, eta zientziak eta euskarak izan duten harremana historikoki nola izan den azaldu zuen, Einsteini buruz egindako euskarazko lehen argitalpena aitzakia hartuta.

Tailerretan, parte-hartze handia azpimarra daiteke, eta bat aipatzearen Xabier Payak gidatutako “ikertzaile-ibilbidea” mahai-ingurua nabarmendu dezakegu arlo horretatik. Mahaian zeuden Amaia Zurutuza, Joserra Diez, Iñaki Peña eta Goizeder Barberenaren ekarpenez gain, ikergazteen iritziek eta esperientziek osatu zuten ibilbide horren argazkia, bere argi eta ilunekin.

Honelako kongresu bat aurrera eramateko babesle, laguntzaile, lankide eta bide-lagun asko izan ditugu: unibertsitateak, administrazioa, ikertaldeak, batzordeetako ikerlariak... Lankidetzak funtsezkoa da arlo honetan eta zorionekoak gara alde horretatik. Hemen bereziki Euskal Herriko unibertsitateen babesak aipatu nahi dugu: UPV/EHU, Nafarroako Unibertsitate Publikoa, Deustuko Unibertsitatea eta Mondragon Unibertsitatea.

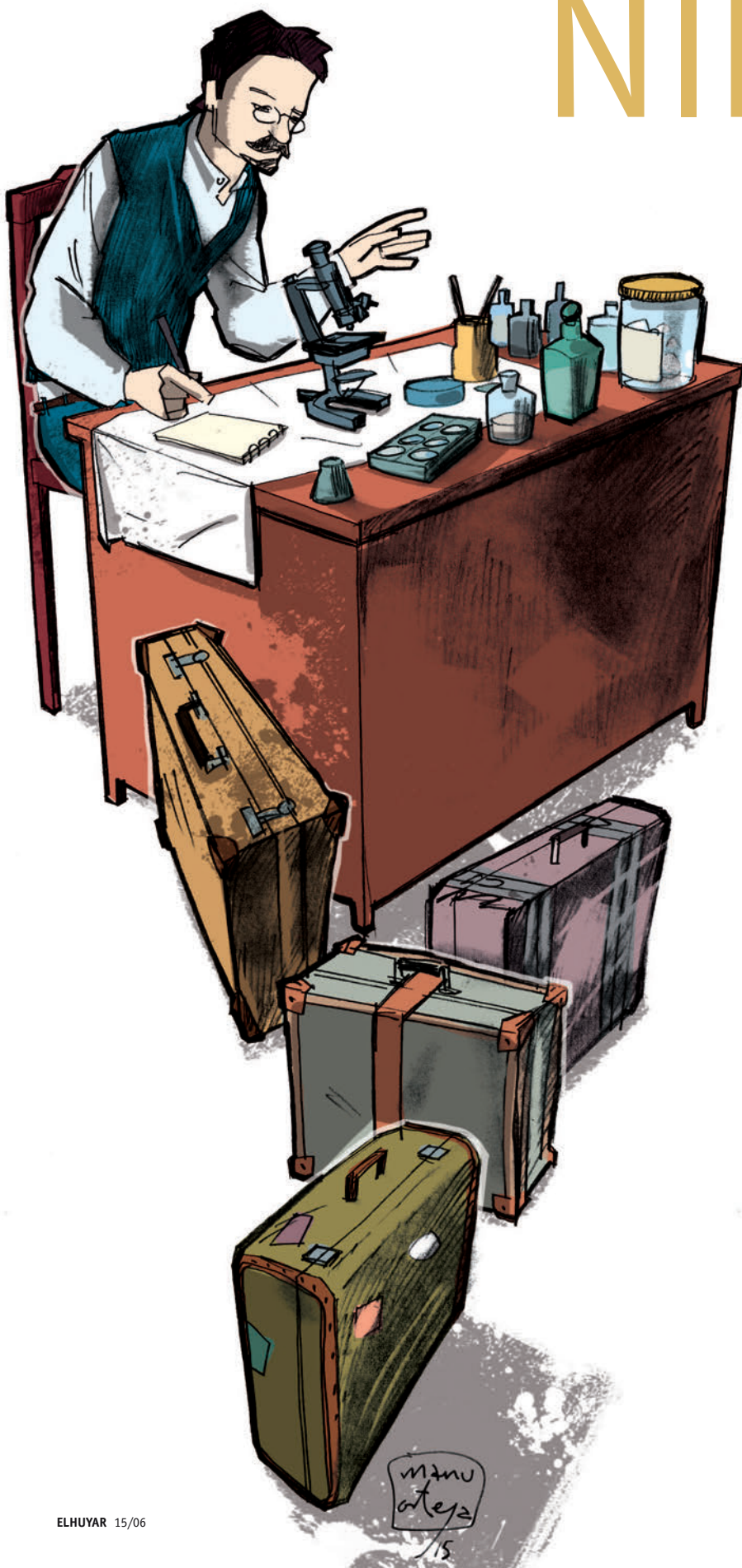
Euskarazko aldizkari zientifikoen lankidetzak ere azpimarratu nahi dugu: Aldiri (UEU), Bat Soziolinguitika aldizkaria, Ekaia (UPV/EHU), Elhuyar Zientzia eta Teknologia, Senez (EIZIE), Tantak (UPV/EHU) eta Uztaro (UEU).

Eta bi urtean behin errepikatzeko asmoa dugu. Beraz, adi hurrengo deialdietara!●



ARG.: IKERGATZE

NIKOLAS



Estatu Batuetako gobernutik gonbidapen bat iritsi zitzaion Alzheimerri. Washingtongo Eroetxe Federalesko Anatomia Patologikoaren departamentuko zuzendari izatea eskaini zioten. “Nik ezin dut joan —erantzun zuen Alzheimerrek—, baina gazte bat bidaliko dizuet, gaztea izan arren, nik adina balio duena”. Nikolas Atxukarro zen gazte hura, 28 urteko bilbotarra.

Hil ere gazte egin zen, baina haren izenak bizirik dirau neurozientzien ikerketarako euskal ikerketa-zentroan, Achucarro Basque Center for Neuroscience-en. “Ezagutu, sendatzeko” da zentroaren lema; eta, izan zitekeen Atxukarroren bizitzakoa.

Bidebarrieta kalean jaio zen, 1880ko ekainaren 14an, familia burges eta ilustratu batean. Oso gaztetatik izan zuen argi mediku izan nahi zuela. Bilboko Institutuan batxilergoa bukatu ondoren, hamabost urterekin, Alemaniara joan zen, unibertsitate-aurreko ikasketak egin eta alemana ondo ikastera.

Gero, Madrilgo Unibertsitatean hasi zen medikuntza ikasten. Han, besteak beste, Santiago Ramón y Cajal eta José Gómez Ocaña izan zituen irakasle. Eta karrerako bigarren urterako hasi zen Gómez Ocañaren laborategian lanean. Unibertsitateak, ordea, ez zuen guztiz asetzen Atxukarroren ikerketarako grina. Fakultateko liburutegian aldizkari alemanak irakurtzen zituenean, iruditzen zitzaion Espainiako unibertsitatearen maila zientifikoa eskasa zela. Karrerako bigarren urtea bukatu orduko, maletak egin eta Alemaniara joan zen berriz, anaiarekin batera.

Marburgeko Unibertsitatean hasi zen ikasten. Denbora gutxira, baina, Bilbora bueltatu behar izan zuten, anaia gaixotu zelako. Urtebetera eraman zuen tuberkulosiak. Kolpe latza izan zen Atxukarrorentzat. Hala ere, aurrera egin zuen ikasketekin. Madrilén medikuntzako hirugarren ikas-

ATXUKARRO

Ezagutu, sendatzeko

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA:
MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

turtea gainditzeko azterketetara aurkeztu eta gainditu zituen. Eta hurrengo ikasturteak ere bere kabuz prestatuta egin zituen.

Bitartean, Madrilgo Ospitale Nagusian aritu zen, Luis Simarro medikuaren laborategian. Han kide izan zuen Gonzalo Laforak honela zioen: “Berehala nabarmendu zen Atxukarro, bere ezagutza zabalagatik, eta bere argitasun eta sinpatiatatik (...) Behe-mailako animalien nerbio-sistemaren egitura ikertzen hasi zen, gero gizonaren egitura konplexuagoak aztertze... Aurki konturatu ginen han lan egiten genuenok Atxukarro etorkizun handiko gizona zela”.

Neguriko etxeko ganbaran laborategi bat osatu zuen, opor-garaian ere ikertzen jarraitu ahal izateko. Hala ere, lana ez zen dena. Unamunok zioen honela esan ziola behin Atxukarro: “Dena ez da karrera eta izena egitea, eta dirua irabaztea; bizi egin behar da, gozatu, dibertitu...”. Pasioz bizitzu zuen bizitza, eta baita zientzia ere. Laforak zioenez, “dena zen poza eta optimismoa Atxukaroren gan, beti irribarretsu bizitzaren aurrean... Hori bai, sutu egiten zen zientziaren aurrerakuntzarekiko eszeptikoak zirenekin, eta, batez ere, iruzurtiekin edo zientziaren faltsutzaileekin”.

Karrera bukatu orduko, maletak egin zituen berriz, eta Europako laborategi punta-koenetara joan zen. Parisen, Alemanian eta Italian aritu zen eta, azkenik, Alemaniara joan zen berriz ere, Emil Kraepelinen klinikara, haren psikiatria berria ikastera. Han, hiru urtez aritu zen Alois Alzheimerren laborategian, amorraren lesio neurologikoak ikertzen.

Alzheimerren dizipuluen artean nabarmendu zen Atxukarro, eta, Washingtongo Eroetxe Federaleko eskaintza etorri zenean, maisuak ez zuen zalantzarik izan bilbotar gaztea bidaltzeko.

Ez zen nolanahiko esperientzia izan Washingtongo. sei mila gaixo inguruko ospitalea zen, eta ez zen baliabiderik falta. Lan asko argitaratu zituen garai hartan, eta glia ikertzen aitzindari izan zen: “neuroglia ez da sostengurako ehun bat soilik, baizik eta funtzio nutritibo eta metabolikoetan garrantzia handia duen elementu bat”, idatzi zuen.

Hala ere, faltan botatzen zuen etxea, eta, batez ere, Madrilgo utzi zuen maitea, Lola Artajo. Bi urteren buruan bueltatu zen, bere postuan Lafora laguna utzita.

“Neurologia eta psikiatriaz gain, gaixoarekin ahaidetsu eta ulerkor izan behar dela irakatsi zigun”

Madrilgo, kosta egin zitzaion egonkortasun ekonomikoa lortzea. Madrilgo Ospitale Nagusirako plaza baterako oposaketan kale egin, eta mediku pribatu gisa hasi zen. Ramón y Cajal bere laborategian hartu zuen, baina soldatarik gabe. “Laborategiko eta ospitaleko gauza ofizialen arrakasta faltarekin atsekabetuta nago —idatzi zuen—, eta Cajalen laborategia uztea ere pentsatzen ari naiz, denbora kentzen baitit, eta ez baitut ezer ateratzen. Uste dut klinikako lana egiten hasiko naizela, eta inoiz nahikoa irabazten badut, bueltatuko naiz esperimentaziora; ilusio hori alde batera uztea kosta egiten zait”.

Pixkanaka, gainditu zituen arazo ekonomikoak. Eta, 1911an, Lolarekin ezkondu zen, familia kontra zuela (Lola lehengusua zuen, zaharragoa zen, eta gaixorik zegoen). Urte hartan bertan, Madrilgo Pro-

bintzia Ospitalean plaza atera zuen; eta hurrengo urtetik aurrera, bertako Nerbio Sistemaren Histopatologiako Laborategia zuzendu zuen.

Gliaren ikerketarekin jarraitu zuen, eta, hura ongi aztertu ahal izateko tindatze-teknika berri bat asmatu zuen: Atxukaroren teknika (taninoaren eta zilar amoniakalaren teknika). Gainera, nerbio-sistemaren patologia ikertu zuen gaixotasun infektzioetan eta endekapenezkoetan, eta sistema sinpatikoaren eragina bizitza afektiboan eta patologiatan. Psikiatria modernoaren bidea ireki zuen Espainian.

Mediku bikaina izan zen. Ramón y Cajal berak ere, hari egin zion kontsulta buruko minekin hasi zenean. Honela zioen Cajalek: “Aztertu ninduen, eta neurtutako hitz eta eufemismo errukior batzuen ondotik, bota zuen epaia: ‘Ene laguna, zahartzaroko garuneko arterioesclerosis hasi da. Ez dago larritu beharrik! Hasieran gaude, eta dieta on batek eragotziko du gaitzaren aurrerabidea’”.

Argi zegoen etorkizun handia zuela Atxukarro. Baina, gaixotasuna agertu zen, eta 1915ean lana utzi behar izan zuen. 1917an, gero eta ezinduago, Negurira bueltatu zen. Tuberkulosia zuela pentsatu zuen hasieran, baina, azkenean, Hodgkinen gaixotasuna diagnostikatu zion bere buruari. 1918ko apirilaren 23an hil zen, 37 urterekin.

“Neurologia eta psikiatriaz gain, gaixoarekin ahaidetsu eta ulerkor izan behar dela irakatsi zigun”, idatzi zuen, urte batzuk geroago, Atxukarrokekin lan egin zuen José M. Sacristánek. Izan ere, laborategia eta gaixoa-oren ohea oso gertu zeuden Atxukarorantz. Aurrerakuntza teknikoak lehenbailehen klinikan aplikatzea zen haren grina. Ezagutu, sendatzeko. ●



FERNANDO PLAZAOLA MUGURUZA

EHUko Ikerketaren arloko errektoreordea

Fernando Plazaola (Legorreta, 1958) EHUko Ikerketaren arloko errektoreordea da, eta Zientzia eta Teknologia Fakultateko Fisika Aplikatuko katedraduna. Ikertzaile gisa, ibilbide oparoa du: hainbat proiektu gidatu ditu, patente bat du, eta minbiziaren tratamendua hobetzeko helburua duen ikerketa-talde batean ere badihardu. ARG.: EHU.

“Gustatuko litzaidake gure herrian denak bat egitea ikerketaren munduan”

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

Ez da erraza izan Plazaolarekin hitz egitea; ez elkarrizketari uko egiten ziolako, inondik inora ere ez, baizik eta ezin zuelako tarterik topatu. Behin tartea hartuta, ordea, jario biziz erantzun die galderei, zalantzarik egin gabe. Nonbait, bere ibilbidean zerk txunditu duen bezain garbi du zer nahi duen etorkizunerako.

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

Niretzat XX. mendea txundigarria izan da, zientziaren eta ezagutzaren ikuspuntutik. Batetik, mekanika kuantikoak mundu txikia ezagutzeko atea ireki digu, eta intuizioaren aurka dauden hainbat gauzaz jabetzeko aukera eman digu. Bestetik, txikitik handitasunera jauzi eginda, unibertsoa ezagutzeko oinarritzko aurkikuntzak egin dira mende horretan. Liluragarria iruditzen zait nola gai izan garen haien gainean hausnartzeko eta ondorioak ateratzeko.

Horrekin batera, aipatzekoa da oinarritzko zientziaren eta teknologiaren artean dagoen harremana. Lehen pentsatzen zen oinarritzko zien-

tzia gure jakin-mina asetzeko zela, baina gaur egun agerikoa da aplikazio oso interesgarriak sortzen direla oinarritzko zientziazatik. Adibidez, erlatibitatearen teoritik pentsatzeko eta gauzak ulertzeko beste modu bat etorri da, eta GPSa, esaterako, horretan oinarrituta dago.

Hala eta guztiz ere, niretzat harrigarriena, eta, gainera, asko kostatzen zaidana ulertzea da ezagutzen dugun unibertsoa unibertso osoaren zati ñimiño bat baino ez dela. % 5 baino ez dugu ezagutzen, eta gainerakoa ez dakigu ezta zer den ere. Horrek pentsarazten dit azkenean ez garelako ezer.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Uste dut diziplinen arteko lankidetza oso garrantzitsua dela, eta ezinbestekoa ikerketan aurrera egiteko. Adibidez, ni fisikaria naiz, eta minbiziaren tratamenduan ere ari naiz ikeritzen. Gustatuko litzaidake egunen batean gai izatea minbiziak, minbizia ez baita bakarra, gainditzeko.

Energiaren arloan ere sartuta nago, eta hor ere nahiko nuke ikusi iraultza bat. Aurrerapen han-

diak dauden arren, onartu behar dugu, energia ezinbestekoa zaigun arren, ez dugula bermatuta. Horretan Harri Aroan gaude, eta etorkizunerako garapen garrantzitsuak espero ditut.

Bukatzeko, beste maila batean, gustatuko litzaidake gure herrian denak bat egitea ikerketa munduan, unibertsitateak, enpresak, ikerketa-zentroak..., denak batera aurre egiteko erronka berriei, mundu zabal honetan. ●



XVI. HIK HASI Udako Topaketak

Donostia. Uztailak 1, 2 eta 3
Leioa. Uztailak 6, 7 eta 8

**Matrikulatzeko azken
eguna: maiatzaren 31**

hh



Pikler-Loczy: haurra ukitzen dugunean ♦ NIK irakastetik BERAk ikastera
Pedagogia Sistemikoa ikasgelan ♦ Gizarte Zientziak - lantegia
Dolu, galera, aldaketa, gabeziak... ♦ Eskola libre eta demokratikoak
Dalcroze erritmika ♦ Nerabeak eta hezkidetzak ♦ Musicosophia
Haurrentzako masajea ♦ Pentsamendu autonomia eta sortzailea
Nola saihestu gatazkak ♦ Neure burua maitatzen ♦ KAMISHIBAI tailerra
Entrenamendu Mentala ♦ Bideoa ♦ Gorputz hizkuntza: oinarritzko solasaldiak
Plastika: kutxa baten balioa ♦ Espresio tailerra ♦ Eskola emozionala
Ortografiaren gakoak ♦ Tertulia dialogikoak ♦ Alfabetomotrizitatea
Yoga eta Kontzentrazio Teknikak eskolan ♦ Musika Haur Hezkuntzan
Zinea elkarbizitzan hezteko erraminta ♦ Psikomotrizitatea praktika
Koplagintza Haur Hezkuntzan ♦ Heziketa dibertigarria zahartzaroan
Euskal mitologia eskolan ♦ Mindfulness eta hezkuntza
Ilusioa mantenduz, motibatu! ♦ Literatura eta ipuinak
Euskaraz aritzeko jolasak ♦ Hezkuntza proiektuak sortzen

Informazioa: www.hikhasi.eus

943 371 408



elhuyar *efektua* Argiaren Nazioarteko Urtean

CAF
ELHUYAR
SARIAK
2014

EMAN ARGIA
ZURE LANARI

SARITUTAKO LANEN
DOSIERRA

Joan den maiatzaren 14an banatu ziren 2014ko zientzia-dibulgazioko CAF-Elhuyar sariak, Zarauzko Photomuseum argazki eta zinema museoan, "Eman argia zure lanari" lelopean, Argiaren Nazioarteko Urtearekin bat. Sarietaren kategorien saridunak ezagutzera emateaz gain, Elhuyarren Merezimendu saria jaso zuen Julian Bereziartua Barrenetxea azpeitiar medikuak.

Osakidetzan 44 urtez aritu da, eta medikuntza orokorreko kontsulta propioa izan du 73 urte bete arte. "Ibilbide profesional luze horretan osasunari buruzko ezagutzak gaixolari (lanean) eta gizarteari (hedabideetan) euskaraz eta era ulergarrian zabaltzen egindako ahaleginarengatik" eman zion Merezimendu Saria Elhuyarrek, haren lehendakari Txema Pitarkeren eskutik. Hain justu, euskararen normalizazioan eta zientziaren gizarteratzean egindako ibilbidea aitortzen du Elhuyarren Merezimendu sariak.

Kazetaritza-lanen arloan, Amaia Portugal González zientzia-kazetaria izan zen irabazlea, Berria egunkarian argitaratutako "Minimalismoa laborategian" erreportajeari esker. Epaimahaiaren esanean, izenburutik hasita, lan ona egin du egileak, "kazetaritzaren irizpide guztiak betetzen dituen", erakargarria bezain teknikoa den gai bat irakurleari gerturatzeko. Epaimahaiak aipamen berezia egin zion iaz Portugalen lanari, eta aurten sari nagusia jaso du.

Zientzia gizartean sorkuntza-beka, aldiz, eman gabe uztea erabaki zuen epaimahaiak. Izan ere, proiektu gutxi aurkeztu dira kategoria horretan, eta "bakar batek ere ez zituen epaimahaiak baloratzen dituen irizpide guztiak betetzen". Txanponaren beste aldea iazko saridun Xabi Erkiziaren lana

ikusteko eta entzuteko aukerak ekarri zuen, bertan aurkeztu baitzuen "Idazkera isilak" proiektuaren emaitza bat, erakusketa gisa.

Dibulgazio-artikuluaren kategorian, azkenik, Gorka Azkune Galparsorok, Ostaizka Aizpurua Arrieta eta Estitxu Villamor Lomasek jaso zituzten sariak, eta hurrengo orrietan dituzue irakurgai haien lanak.

Lehenak dibulgazio-artikulu orokor onenaren saria jaso zuen, "Garun txiki birtualak" lanarengatik. Artikuluan neurona-sare artifizialei irakasteko estrategiez ari da Azkune, eta epaimahaiaren ustean "gaurkotasan handiko gaia lantzen du, trebetasun handiz, eta adibideetan bete-betean asmatzen du". Iaz ere Azkunek hartu zuen kategoria horretan saria.

Aizpurua eta Villamor egilearen tesian oinarritutako dibulgazio-artikuluaren kategorian saritu zituzten. Ostaizka Aizpurua sari nagusia jaso zuen "Arrantza bihurtu zen ehiztari hegalariaen istorioa" izenburudun artikuluarengatik. Saguzar hatz-luzeaz egindako ikerketa-lana jaso du bertan, epaimahairen hitzetan "txukun, garbi, eta aberats"; hau da, gaia berez erakargarria izanagatik, "errazkerian erori gabe".

Estitxu Villamorrek, berriz, epaimahaiaren Aipamen Berezia jaso zuen. "Karga-garraiorik gabeko elektronika berria" da artikuluaren izenburua, eta spintronikaz ari da. Hain zuzen ere, Villamorrek ikertzen duen arloa oso teknikoa delako berez, epaimahaiari aipatzeko modukoa dela iruditzen zaio egilearen ahalegina "gaia modu ulergarrian eta erakargarrian azaltzeko, eta askorentzat urruna izan daitekeen gaia hurbiltzeko".



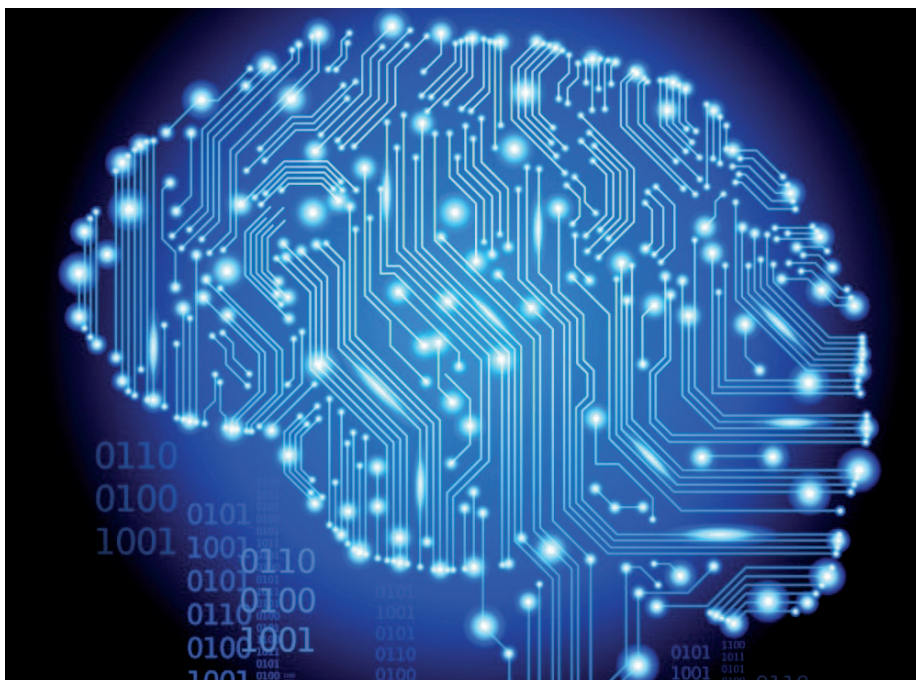
Gorka Azkune Galparsoro, Ostaizka Aizpurua Arrieta, Julian Bereziartua Barrenetxea, Amaia Portugal González eta Estitxu Villamor Lomas. IÑIGO IBAÑEZ.



GORKA AZKUNE GALPARSORO

(Azpeitia, 1982). EHU*n* ikasi zuen Informatika Ingeniaritza. Karrera-amaierako proiektua Optika Kuantikoko Max Planck Institutuan egin zuen, Ignacio Ciracen zuzendaritzapean. Tecnalia*n* aritu da lanean robotika eta adimen artifizialaren arloetan, eta gaur egun DeustoTech-en ari da ikertzaile, sistema adimentsuen esparruko ikerketetan sakontzen, doktore-tesia egiteko helburuarekin.

GARUN TXIKI BIRTUALAK



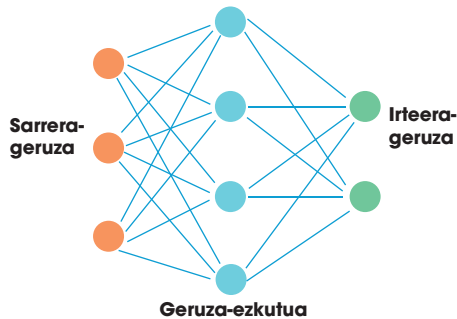
Gure gorputza organo askoz osatuta dago; haien artean, bada bat misterioitsua bezain harrigarria: garuna. Hari esker, hain zuzen ere, inguratzen gaituen mundua ulertzen dugu, eta meritu handiko lorpenak erdietsi ditugu. Hain ongi funtzionatzen du, hain emaitza onak eman ditu, ezen haren egitura eta jokaera ulertu eta imitatu nahi izan ditugun. Garun berriak sortzea geurea ulertzeko bide bat da, besteak beste. Baina askoz gehiagorako ere balio dezake.

PROIEKTU HANDIAK MARTXAN

Munduko potentzia handienek ekin diote jada garunaren azterketari, proiektu handiak abiara-ziz. Alde batetik, diru publikoa jasotzen duten bi proiektu nabarmendu daitezke: AEBko *BRAIN Initiative* eta Europako *Human Brain Project*. Ikuspegi ezberdinak dituzte bi proiektuok: amerikarrek, garunaren mapa zehatz bat lortu nahi dute, neurona bakoitzaren funtzionamendua

ongi aztertuz; europarrek, berriz, ikuspegi *informatiko*agoa dute, zeinak gure garunaren eredu konputazional zehatz bat lortzea duen helburu, garun birtualak garatzeko betiere.

Diru pribaturik ere bada tartean. Helburu askoz praktikoagoak tarteko direla, Google, Microsoft, Baidu (Txinako Google), Facebook eta beste zenbait enpresa erraldoik beren ikerkuntza-



1. irudia. Neurona-sare artifizial bat.
GORRA AZKUNE (MOLDATUA)

proiektu propioak sortu dituzte. Enpresa horien izaera ikusirik, berehala atzematen da ikuspegia oso "informatikoa" dela: giza garuna hartzen dute oinarritzat, gure adimena artifizialki imitatu eta, hartara, zerbitzu askoz adimentsuagoak eskaintzeko.

Enpresa handi horien proiektuen muinean dagoen kontzeptu berritzailea azaltzea du xede artikulu honek: *deep learning*a, alegia (ikasketa sakona). Aurreko mendeko 60ko eta 70eko hamarkadetan asmatu ziren neurona-sare artifizialak beste maila batera eramaten ditu kontzeptu horrek. 2006. urtean argitaratu zituen Geoffrey Hinton ikerlariak *deep learning*aren oinarriak. Googlen ari da lanean Hinton gaur egun.

NEURONA-SARE ARTIFIZIALAK

Bidaia honen lehen geldialdia neurona-sare artifizialetan egin behar dugu. Giza garunak bezalatsu, sare artifizial horiek ere neuronak dituzte oinarri. Neurona bakoitzak sarrera batzuk ditu, eta irteera bat. Bai sarrerak, bai irteerak zenbakiak besterik ez dira. Beraz, sarrerak hartu eta irteera bat kalkulatzeko da neurona baten lana, horretarako funtzio matematiko sinple batzuk erabiliz. Saretan antolatzen dira neuronak, geru-

zak osatuz. Eskuarki, sarrera-geruza bat egon ohi da. Gure garunarekin konparazio bat egingo bagenu, sarrera-geruza zentzumenen bidezko informazioa jasotzeko erabiliko litzateke. Ondoren, geruza ezkutuak jarri ohi dira; azkenik, irteera-geruza (adibidez, gure muskuluetara seinaleak bidaltzen dituzten neuronak). 1. irudian ikusten da horren egitura sinple bat.

Arrakasta handia izan dute neurona-sareek adimen artifizialaren esparruan. **Hurbilketa uni-bertsalaren teorema** dago horren gakoa. Matematikari batzuek frogatu zutenek, geruza ezkutu bakarria duen neurona-sare bat edozein funtzio ez-linealetara hurbil daiteke. Beste hitz batzuetan esanda, sarrera- eta irteera-zenbakien arteko edozein erlazio posible ikas dezake neurona-sare batek. Gizaki baten kasuan, zentzumenek jasotzen duten informazioari dagokion edozein erreakzio ikas dezake. Hortxe dago, hain juxtu ere, sare horien potentziala.

NAHIKOA OTE GERUZA BAKAR BAT?

Teorikoki, geruza ezkutu batekiko edozein erlazio ikas daiteke, baina, praktikan, sare hain sinpleak ez dira oso erabilgarriak ataza konplexuetarako. Demagun, adibidez, irudi-pilo bateko aurpegiak bereizi nahi ditugula. Sarearen sarrera irudi bat litzateke, eta irteera, berriz, irudi horretan aurpegi bat egotea edo ez egotea. Sarrerako informazioaren konplexutasuna dela eta (azken batean, irudi bat zenbaki-pilo bat da), geruza bateko sareek ez dituzte oso emaitza onak lortzen. Irudietan lan handia egin behar izaten dute ikerlariek, prozesamendu batzuk eginez eta ezaugarri geometriko batzuk kalkulatzeko, sareari informazio gutxiago eta esanguratsuagoa emateko (2. irudia). Horrela, neurona-sareek ongi bereizten dituzte aurpegiak.

Neurona-sarean bertan egiten ditu gure garunak edozein atazari dagozkion kalkulu guztiak, hots,

ez dago kanpoko ikerlaririk 2. irudiko prozesamendurik egiteko. Horretarako, neurona-geruza pilo batean antolatzen da gure garuna. Hori dela eta, ikerlari batzuek pentsatu zuten geruza ezkutu bakarria erabili beharrean, agian geruza asko erabili beharko liratekeela ataza konplexuei aurre egiteko. "Sare sakonak" deitzen zaie geruza asko dituzten neurona-sareei.

ENTRENAMENDU-ARAZOAK SARE SAKONETAN

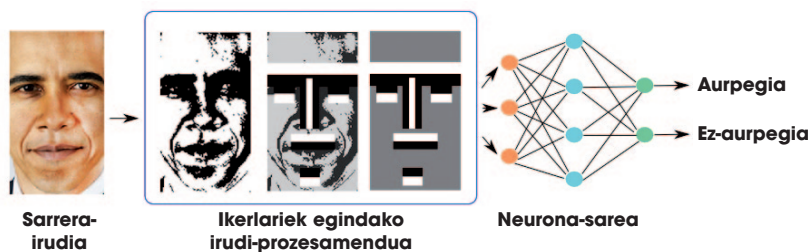
Neurona-sare batek behar bezala funtziona dezan, entrenatu egin behar da. Ikusi berri dugun 2. irudiaren kasuan, sareari aurpegiak bereizteko eskatu aurretik, irudi-pilo bat erakutsi behar zaizkio, zein diren aurpegiak eta zein ez adieraziz. Hartara, sareak bere neurona bakoitzaren parametroak ikasten ditu, ataza jakin hori behar bezala egiteko; hau da, hasieran esaten genuen funtzio ez-lineal hori entrenamendu fasean zehazten da, sarrera-datuak irteerekin erlazionatzeko.

Geruza bakarreko sareetan erabiltzen ziren entrenamendu-teknikak aplikatzeko gero sare sakonetan, oso txarrak izaten ziren emaitzak: sare sakonek ez zuten ezer ikasten. Azkar oharatu ziren ikerlariak gabezia handiak zeudela entrenamendu-tekniketan. Ezin zuten ulertu sare sakon bat nola entrena zitekeen. Hori dela eta, 2006. urtera arte bi geruza ezkutu baino gehiagoko sareak ez ziren erabili ere egiten, ezin baitziren entrenatu.

Zer gertatu zen, bada, 2006. urtean? Geoffrey Hintonek sare sakonak entrenatzeko teknika iraultzaile bat sortu zuen, bere taldearekin batera. Ikasketa sakona, *deep learning*a, jaio berria zen.

GOOGLE BRAIN HARRIGARRIA

*Deep learning*aren erabileraren adibide harrigarrienetako bat Google Brain dugu. Laugarren irudian ongi ikusten den bezala, 1.000 ordena-



2. irudia. Argazkietan aurpegiak bereizteko erabili ohi den prozesua, irudi-prozesamendua eta neurona-sareak konbinatuz. GORRA AZKUNE (MOLDATUA)



3. irudia. Geoffrey Hinton, hitzaldi batean. MCGILL RESEARCH AND INTERNATIONAL RELATIONS

gailu erabiltzen ditu sare sakon bat martxan mantentzeko. 2013. urtean argitaratu zen artikuluko batean, Googleko ikerlari-talde batek aurrerapauso handi baten berri eman zuen. Google Brainen gaitasunaz baliatuz, sare sakon bat entrenatu zuten hiru egunez, eta emaitza txundigarriak bezain bitxiak lortu.

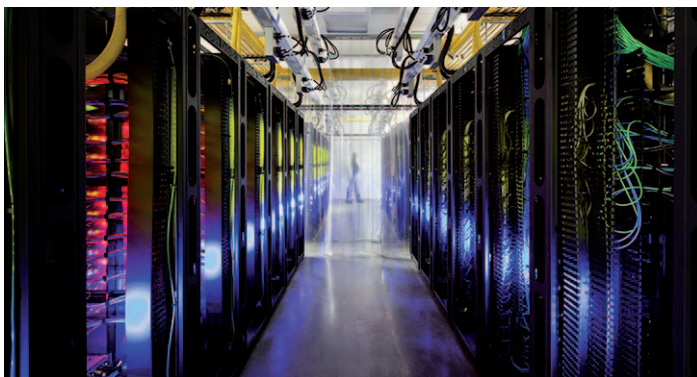
Lehen esan dugun bezala, aurpegi bat bereizten ikasteko entrenamendu-fase bat pasatu behar da, non irudi-pilo bat ematen zaion sareari eta esaten zaion zein iruditan agertzen diren aurpegiak eta zein iruditan ez. Prozesu horri "ikasketa gainbegiratua" deritza. Neurozientzialari batzuen arabera, gizakiok ez dugu ikasten horrela aurpegiak bereizten, honela baizik: aurpegiak askotan ikusten ditugunez, gure garunak aurpegi-eredu bat ikasten du, inork esan gabe eredu hori aurpegi bat dela. Hots, ikasketa ez da gainbegiratua.

Googleko ikerlariak teoria horiekin bat egin zuten, eta galdera hau luzatu: "Posible al da sare sakon batek aurpegi bat zer den ikastea modu ez-gainbegiratuan?" Galderari erantzuteko, giza garunaren egitura oinarritzen den sare sakon bat eratu zuten. Mila milioi parametro ditu sareak, entrenatzeko. Ikaragarria bada ere, gizaki baten ikusmen-kortexak bakarrik hori baino 100 aldiz neurona eta sinapsi gehiago ditu! Bosgarren irudian duzue sarearen irudikapen bat.

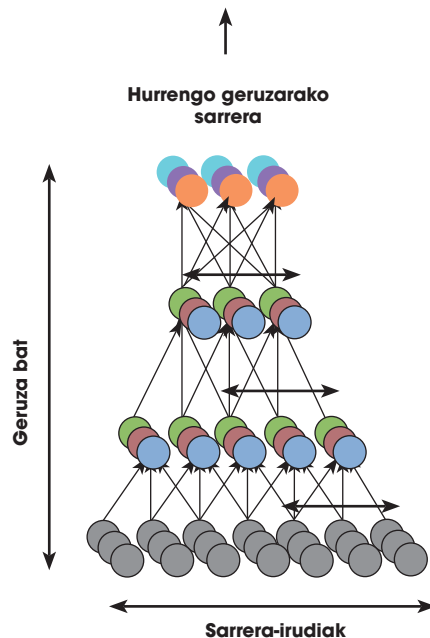
Ikerlariak arrazoitu zuten Youtuben dauden bideoetan gizakien aurpegi-pilo bat agertzen direla. Beraz, ausaz bideo-pilo bat aukeratu eta irudiak sarean entrenatzeko erabiliz gero, sareak aurpegi baten eredua ikasi beharko luke. Esan eta egin. Hiru egun entrenamendu-prozesuan jardun eta gero, aurpegiak zituzten irudiak era-

GOOGLE BRAIN

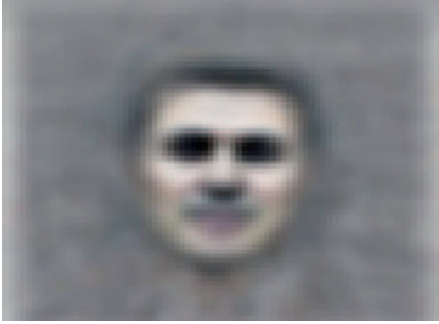
600 kWatt
1.000 CPU Zerbitzari
2.000 CPU - 16.000 nukleo
\$ 5.000.000



4. irudia. Google Brain osatzen duten zerbitzariak. GOOGLE.



5. irudia. Sare sakonaren geruza baten egitura. Horrelako hiru kateatzen dira sare osoan. GORKA AZKUNE (MOLDATUA)



6. irudia. Sare sakonak ikasi egin zuen aurpegiaren eredua, aktibatzen ziren neuronen ezaugarri geometrikoak bistaratuz. GOOGLE

kutsi zizkieten sareari. Portzentaje oso altuetan (% 81,7), sareak aktibazio-patroi berarekinerantzuten zuen irudi horien aurrean. Aurpegiak agertzen ez ziren irudietan, berriz, ez zuen horrelako aktibaziorik erakusten. Hona zer esan nahi zuen: sareak bazekiela aurpegi bat zer zen.

Irudikapen-teknika aurreratu batzuk erabilita, aktibazio-patroiak ezaugarri geometriko ikusgarri bilaka daitezke. Ikerlariak teknika horiek erabili zituzten sareak "gordeta" zuen aurpegiaren eredua irudikatzeko. Seigarren irudian duzue itxura beldurgarriko emaitza.

Dakizuenetz, Youtuben gizakiez gain katuak ere agertzen dira askotan. Pentsatzekoa da, beraz, agian katu bat zer den ere ikasiko zuela sareak. Zalantza argitzeko, katuren irudiak bildu zituzten ikerlariak, eta sareari pasatu zizkieten. Eta bai: aktibazio-patroi bertsuak ageri zituen sareak, aurpegiekin gertatzen zen antzera. Hemen duzue sareak ikasi zuen katuaren eredua (7. irudia).

Zergatik funtzionatzen duten sare sakonek hain ondo? Badirudi arrazoia haien egitura hierarkikoa dela. Geruza bakoitzeko, azpiko geruzako informazioaren eredu abstraktuak gordetzeko gaitasuna dute neuronek, irudi bateko pixelen arteko kolore-ezberdintasunetatik hasi (lehen geruza) eta ezaugarri geometrikoetaraino (azken geruzak). Gainera, ezaugarri eta eredu horiek guztiak, beren kasara ikasi ditzakete ematen zaizkien datuen arabera.

ETA ORAIN ZER?

2013an argitaratu zen azaldu berria dugun lan hori; hots, "atzo". *Deep learninga* oso eremu "gaztea" da oraindik eta, beraz, etorkizun oparoa du. Adibidez, bada irudi-pilo bat biltzen dituen datu-base ezagun bat, ImageNet, non



7. irudia. Sareak ikasi zuen katu-ereduaren irudikapen bat. GOOGLE

irudietan objektuak bereizteko lehiaketak antolatzen diren. Google izan zen azken garailea. Esperimentuen bidez, gizakiok % 5,1eko errore-tasa dugula kalkulatu du datu-base horrek. Bada, *deep learning*az baliatuz % 5,98ko errore-tasa lortu duela argitaratu berri du Baidu enpresa txinatarrak, oraindik ofizialki frogatu ez bada ere.

Oso emaitza onak ari da izaten *deep learninga* lengoaia naturalen ulermenean eta ikusmen-atazetan, gizakiok ditugun bi gaitasun garrantzitsuenetakoetan, alegia. Neurozientzietan oinarritutako lanak egin dira, nahiz eta erabiltzen diren ereduak ez izan, oraindik, guztiz zehatzak. Seguru aski, *Human Brain Project* eta *BRAIN Initiative* proiektuen ekarpenek bide berriak erakutsiko dizkigute. Momenturen batean, neurozientziaren aurrerapenak eta adimen artifizialarenak elkarrekin topo egin eta garun birtual botere-tsuagoak sortuko dituzte. Nork jakin...

BIBLIOGRAFIA

LE, Q. V.; RANZATO, M. ET AL.: "Building high-level features using large scale unsupervised learning". In *Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2013 IEEE International Conference on (pp. 8595-8598). IEEE.

HINTON, G.; OSINDERO, S. ETA TEH, Y. W.: "A fast learning algorithm for deep belief nets". *Neural computation*, 18(7), 1527-1554 (2006).

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P.; CANNY, J. F.; MALIK, J. M. ETA EDWARDS, D. D.: *Artificial intelligence: a modern approach* (Vol. 74). Englewood Cliffs: Prentice hall (1995).

BISHOP, C. M.: *Neural networks for pattern recognition*. Oxford university press (1995).

QUIROGA, R. Q.; REDDY, L.; KREIMAN, G.; KOCH, C. ETA FRIED, I.: "Invariant visual representation by single neurons in the human brain". *Nature*, 2005.

Human Brain Project. <https://www.humanbrainproject.eu> (azken bisita: 2015/01/29)

Brain Initiative: http://en.wikipedia.org/wiki/BRAIN_Initiative (azken bisita: 2015/01/29)



ARGAZKIAK ETA IRUDIAK: OSTAIZKA AIZPURUA

Arrantzale bihurtu zen ehiztari hegalararen istorioa

Ez da Grizzly hartz bat bezain indartsua, ez eta arrano arrantzale bat bezain boteretsua edo atun gorri bat bezain azkarra ere. Baina badu saguzar hatz-luzeak (*Myotis capaccinii*) aipatutako animalia horiekin berdintzen duen ezaugarri bat: arrainak jaten ditu. Intsektuez gainera arrainak ere jaten dituen Europako saguzar bakarra da, guk dakigula. Portaera horren nondik norakoak, ordea, ezezagunak ziren 2010. urtean: Zein arrain jaten ditu? Non? Zenbat? Eta, batez ere, nola? Informazio hori guztia ezagutzea eta arrantza-portaera nola garatu den ulertzea izan da doktore-tesi honen helburua.

ZER, ZENBAT ETA NON ARRANTZATZEN DUTE?

Lehen galdera horiei erantzuteko, lehenagotik arrain-zantzuak topatu zitzaizkion kolonia batean jasotako 3.000 gorotz baino gehiago pasa ziren nire luparen azpitik, ezkatat eta otolitoak

topatzea nuela helburu (1. irudia). Arraineek oreka-sisteman dituzten kaltzio karbonatozko egitura solidoak dira otolitoak, espeziearen bereizgarriak. Milaka gorotz horien artean 97 otolito identifikatu nituen, eta, haien ezaugarri morfologikoak aztertuta, saguzarrek irentsitako arrain

guztiak *Gambusia holbrooki* arrain-espezie exotikoari zegozkiola ondorioztatu. Ur geza eta gazi-gezako eremuetan ur-azalean ibiltzen diren arrain txikiak dira ganbusiak, eta asko ugaritu ziren Europako hegoalde osoan XX. mendearen hasieran, malariari aurre egiteko ekarri zituzte-



1. irudia. (A) Dénia-ko Benimaquia kobazuloan ezarritako gorotz-biltzailea. Hiru urtez, bi asteetan behin jaso nituen saguzar-gorotzak. (B) Kobazuloaren sarreran ezarritako harpa-tranpan erorritako saguzarrak. Harrapatutako animaliak orubete inguruz gorde nituen telazko poltsetan, gorotzak eskuratzeko. (C) Irrati-igorlea bizkarrean ezarria duen saguzar hatz-luzea.



2. irudia. Déniako La Sella golf-zelaiko urmael artifiziala erabiltzen dute saguzar hatz-luzeek arrantzarako. Uraren ertzean, grabaketarako tresneria ikusten da.

netik. Arrain-ekzatak, aldiz, urte guztian zehar topatu nituen, eta kolonia horretan arrantza-portaerak duen garrantzia uste baino handiagoa dela ondorioztatu.

Hurrengo urratsa arrainak non harrapatzen zituzten jakitea izan zen, bi helburu nagusirekin: arrantza-jarduera ahalbidetzen duten faktoreak ezagutzea, eta arrantza-jarduera nola gertatzen den aztertzea. Arrantza-lekuak topatzeko, irratitelemetria bidezko jarraipena egin nien arrainak jan zituzten animaliei. Horretarako, 15 saguzar hatz-luze harrapatu nituen goizaldean kobazulora sartzean. Haien gorotzak lekuan bertan lupaz aztertu ostean, arrain-arrasto gehien utzi zituzten saguzarrak irratigorlez markatu nituen (1. irudia). Hurrengo gauetan, jarraitutako animaliek ehizaleku bat partekatzen zutela konturatu nintzen: golf-zelai bateko putzu artifizial handi eta sakon bat (2. irudia). Saguzarrak han arrantzatzen ari ote ziren ziurtatzeko, grabaketa-tresneria jarri nuen martxan. Saguzar hatz-luzea egoera naturalean arrantzan grabatu den lehen aldia izan zen hura.

NOLA ARRANTZATZEN DU?

Arrantza-jarduera nola egiten den jakitea izan zen doktore-tesiaren bigarren zatiaeren helburua. Nola da posible hamar gramo eskaseko saguzar batek arrantza egitea? Zer teknika erabiltzen du arrainak harrapatzeko, eta zertan bereizten da intsektuak harrapatzeko teknikatik? Zer kinadama erabiltzen du arrainak detektatzeko? Galdera horiei guztiei erantzuteko, lau esperimentu egin nituen.

Intsektu-ehizatik arrantzara

Arrantzaren eta intsektu-ehizaren teknikak zertan bereizten ziren ezagutzeko, bi ehizaki-mota

eskaini nizkien saguzar hatz-luzeei, euren arrantza-leku naturalean: intsektuak eta arrainak. Ondoren, pazientzia. Berrogeita hamabi gautako lanaren ostean, 135 ehiza- eta arrantza-saiakera grabatzeko aukera izan nuen (3. irudia).

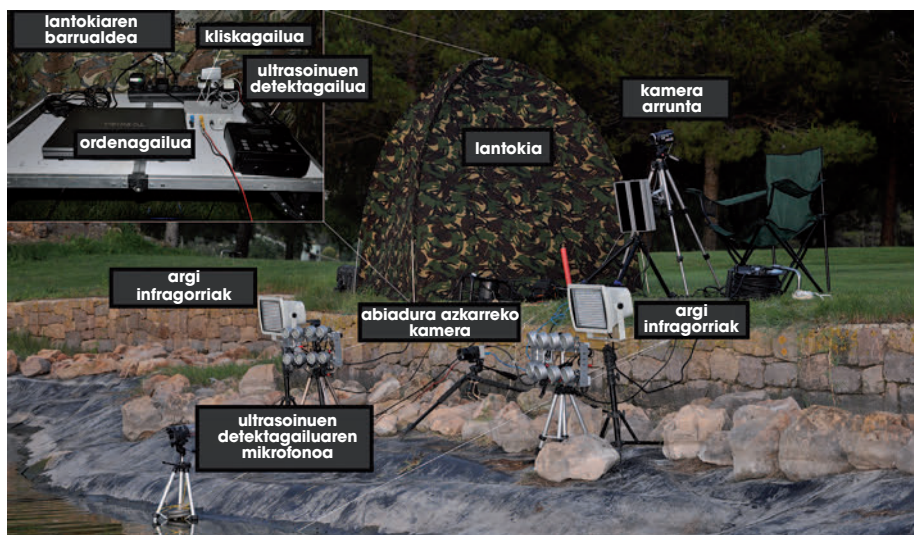
Grabaketok erakutsi zutenez, ur-azalean pausatutako intsektuak oinekin edo uropatagioarekin (oinen arteko mintza) arraste labur bat eginez harrapatzen dituzte saguzar hatz-luzeek. Arrantzaren kasuan, ordea, hankak askoz ere gehiago sartzen dituzte, eta arrastea ere luzeagoa da. Aldeak ez dira, ordea, hegazkeran bakarrik nabaritzen, ekokokapen-patroia ere ezberdina baita (4. irudia). Mekanismoa ulertzeko, koka gaitezen une batez frontoi batean, binakako pilota-partida batean. Imaginatu pilotaria saguzarra dela; pilota, soinu-pultsua, eta frontisa, harrapakina. Atzelaria 8. koadroan pilotean ari denean, fron-

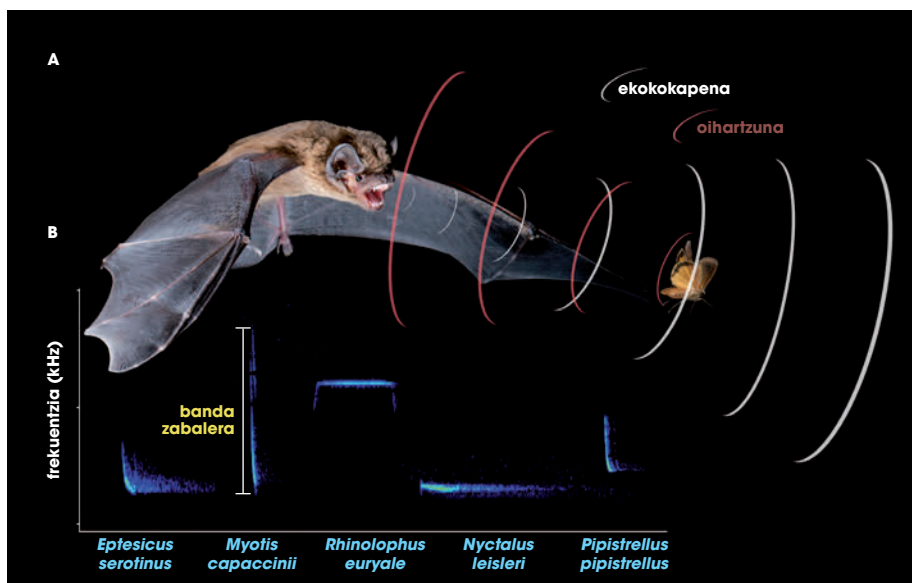


OSTAIZKA AIZPURUA ARRIETA

(Zarautz, 1986). EHUn Biologian lizentziatu ostean hasi zen saguzar hatz-luzearen arrantza-portaeraren inguruan sakontzen. Bristoleko eta Kopenhageko unibertsitateetan egonaldia eginda, EHUn bertan defendatu zuen doktoretza-tesia (2014) Inazio Garinen eta Joxerra Aihartzaren gidaritzapean. Tesia bukatu zuenetik, EHUn ikertzaile-lanetan dabil.

3. irudia. Esperimentuak egiteko erabilitako tresneria: abiadura azkarreko kamera (1.000 fotograma segundoko), argi infragorriak eta ultrasoinuen detektagailua, besteak beste.





4. irudia. Orientatzeko eta ehizatzeo saguzarrek erabiltzen duten mekanismoa da ekokokapena, zeina oihartzunen bitartez inguruneo objektuen kokapena ezagutzean datzan. (A) Gizakiaren entzumen-gaitasunetik at dauden soinu-pultsuak igortzen dituzte saguzarrek, eta haiek pareko objektuen kontra talka egitean sortutako oihartzunak jasotzen. Oihartzunak objektuen ezaugarrien arabera direnez, saguzarrek pareko objektuen distantzia eta ezaugarriak hautemateko gai dira ilunpean ere. (B) Saguzar-espezie ezberdinek pultsu-mota ezberdinak sortzen dituzte: forma, banda-zabalera, iraupena eta frekuentzia asko aldatzen dira batzuetatik beste batzuetara.

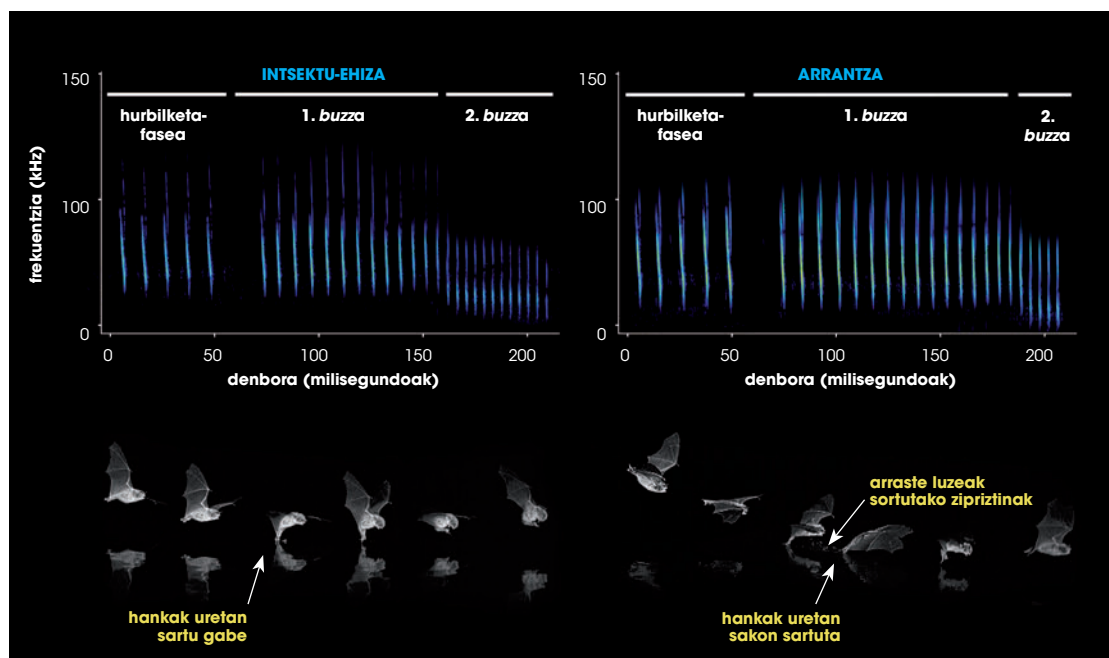
tisetik urrun, pilotak hainbat segundo behar izaten ditu frontisa jo eta beste pilotariarengana iristeko. Aurrelaria 2. koadroan bizi-bizi ari denean, ordea, pilota azkarrago iristen da arerioarengana frontisa jo ostean, eta joko askoz ere azkarragoa izaten da. Gauza bera gertatzen da saguzarren ekokokapenarekin ere. Harrapakina-

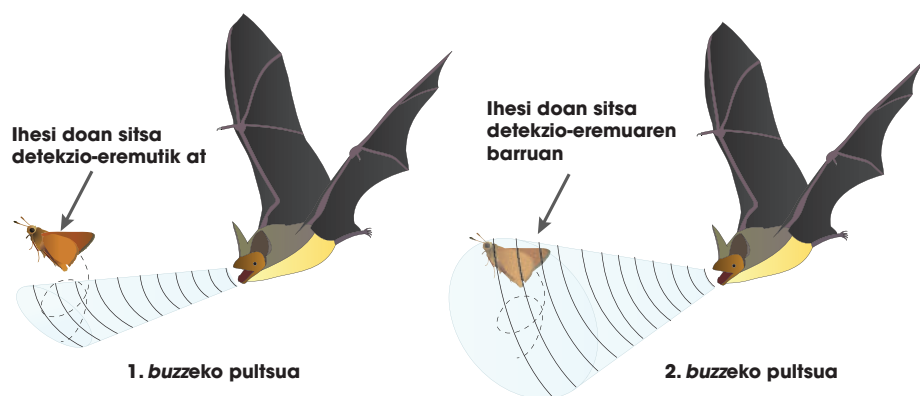
rengana gerturatu ahala, ekokokapen-pultsuak igortzen duenetik haren oihartzuna jasotzen duen arte denbora murriztu egiten da, eta, pultsuak gainezar ez daitezzen, ekokokapen-mekanismoa azkartu beharra dago. Harrapaketa baten amaieran, segundoko 10 pultsu igortzetik segundoko 120 pultsu igortzera alda daitezke

saguzarrok. Harrapaketa-fasearen amaieran gertatzen den pultsuen bizkortze horri *buzz* deitzen zaio, eta, saguzar arrantze horien kasuan, ezaugarri ezberdinak dituzten bi zatitan bereizten da: 1. *buzza* eta 2. *buzza* (5. irudia). Lehenengo *buzzaren* kasuan, pultsuek banda-zabalera handiagoa eta frekuentzia altuagoa izaten dute; 2. *buzzaren* kasuan, berriz, banda-zabalera txikiagoa izaten da, eta frekuentzia, baxuagoa. Hori dela eta, ezberdina izaten da saguzarrek pultsu-mota bakoitzetik jasotzen duen informazioa.

Doktore-tesi honek frogatu duenez (lehenbizikoz frogatu ere), saguzarrek euren *buzzaren* bi zatia modulatzeko gaitasuna dute; hots, interesaren arabera zati bat luzatu eta bestea murriztu egiten dute. Intsektuak harrapatzean, antzekoa izaten da bi *buzzen* garrantzia, baina arrainak harrapatzean, 2. *buzza* asko murrizten da, eta, kasu batzuetan, baita desagertu ere. Fenomeno horrek badu bere azalpena. Frekuentzia baxuko pultsuek direkzionalitate txikiagoa dute, eta horrek esparru zabalago bateko informazioa berenganatzeko aukera ematen die saguzarrei (6. irudia). Horrexegatik, saguzarrek 2. *buzza* erabiltzen dute intsektuen azken-orduko ihes-maniobren berri izateko, direkzionalitate handiagoko pultsuek ez bailieketen informaziorik emango intsektuak norako bidea hartu duen jakiteko. Arrainak harrapatzeko orduan, ordea, arraina ur azpian egonik, saguzarrek ez du azken orduko ihes-maniobrarik espero, eta 2. *buzza* murriztu egiten du, informatiboagoa den 1. *buzzaren* alde.

5. irudia. Saguzar hatz-luzeak intsektuak ehizatzean eta arrainak harrapatzean erabiltzen dituen ekokokapen-patroia eta hegazkera ezberdinak dira. Intsektuak ehizatzean igorritako ekokokapen-pultsuen azken faseko bi *buzzen* tamaina antzekoa izaten da (antzeko pultsu-kopurua); erabiltzen den arrastea, berriz, azalekoa eta motza. Arrantzan, 1. *buzza* luzeagoa izaten da, eta 2.a, laburragoa; arrastea, berriz, sakona eta luzea.





6. irudia. Ekokokapenaren direkzionalitatea pultsu-motaren arabera izaten da. Harrapakinetik distantzia jakin batera, 2. buzzeko pultsuek 1. buzzeko baino soinuzpi zabalagoa dute, frekuentzia baxuagokoak dira eta. Intsektuen ihes-maniobra hobeto detektatzeko aukera ematen die horrek saguzarrei.

Arrain-kinada

Intsektuak eta arrainak harrapatzeko era bateko edo besteko teknika erabiltzeak saguzarrak bi ehizakiak bereizteko gai direla adierazten du, eta bereizketa hori nola gertatzen den ulertzea izan zen hurrengo urratsa: harrapakina arrain gisa identifikatzeko kinada zein den ezagutzea, alegia.

Kinada zehatza ezagutzeko lehen pausoa saguzarrek zein estimulu-motari erantzuten dioten ezagutzea izan zen. Horretarako, hiru aukeraren aurrean saguzarrek zuten portaera aztertu nuen. Kinada batean, ur-uhinak sortu nituen, inongo ageriko harrapakinetik gabe. Beste batean, uretan murgilduta geldirik zegoen arrain bat jarri nuen, goi-epaina uretatik kanpo zuela. Azken kinada, berriz, gora eta behera egiten zuen arrain bat izan zen, zeinak, agertu eta desagertzeaz gain, ur-uhinak sortzen zituen. Harrapakina agerian zuten kinadei soilik erantzun zietela saguzarrek oharatu nintzen, uhinei kasurik egin gabe.

Informazio horren jabe, geldirik zegoen arrainaren eta agertu-desagertu zebilenaren arteko aldeak aztertzeari ekin nion, helburu honekin: morfologian ala desagertze-mugimenduan oinarrituta identifikatzen ote zituzten arrainak jakitea. Erantzun egokia bigarren aukera zela oharatu nintzen, bi kinada-motek emandako erantzuna intsektuei eta arrainei emandakoaren parekoa zela ikusi bainuen; hau da, arrain bat geldi dagoenean, intsektua balitz bezala erasotzen dute, azaleko arraste motzak eginez eta pareko 1. eta 2. buzzak erabiliz. Arraina desagertzen denean, ordea, arraste sakonago eta luzeagoak egiten dituzte, eta buzza 1. motako pultsuetara alortzen dute, arrainak harrapatzean bezala.

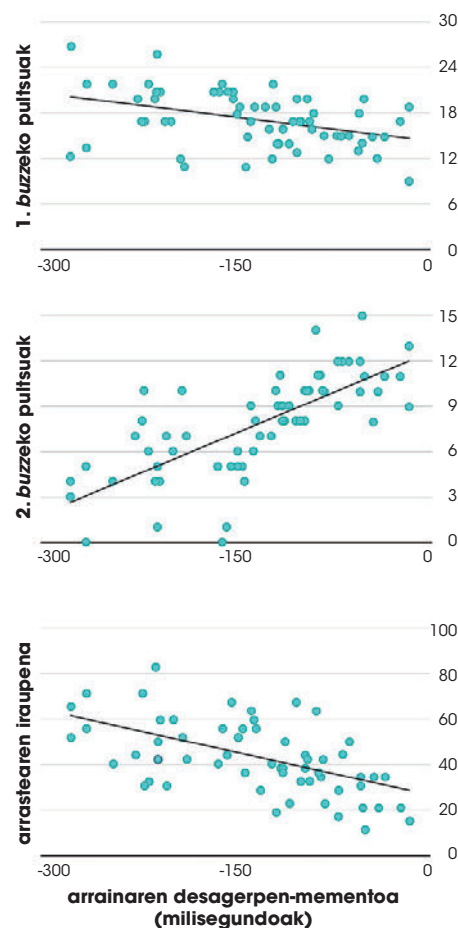
Ehiza-teknikaren modulazioa

Arrainak harrapatzeko saguzarrek erabiltzen duten teknika intsektuak harrapatzeko erabiltzen dutena baino neketsuagoa da, hankak urpean sartzeak eragiten duen marruskadurak energia zinetikoaren galera handia eragiten baitu. Eten-gabe arrainak harrapatzeko ehiza-teknika gisara erabiltzea, beraz, ez da probetxugarria, arrainak ahalegin gehienetan harrapatzen ez badira. Harrapakina desagertzean saguzarrek nola erreakzionatzen duten jakiteko, berriz, azken esperimentu bat prestatu nuen. Saguzarren ehiza-jardueraren hainbat mementotan urperatu nuen arraina, eta saguzarren hegazkera- eta ekokokapen-patroien aldaketa aztertu.

Saguzarren erantzuna ez zen bai/ez motakoa izan, graduala baizik. Hots, arrainaren desagertze-mementoaren eta ehiza-patroiaren aldaketa elkarrekin erlazionatuta zeuden (7. irudia). Arrastearen intentsitatea harrapakinaren kokapenaren ziurgabetasunari doitzen diote saguzarrek, eta ekokokapen-patroia interesatzen zaien informazio-mota jasotzeko moldatzen. Erregulazio-portaera hori arrantza errentagarri egiten duen elementu garrantzitsua izan daiteke, beraz.

Tesi honetan azaleratutako zentzumenen eta hegazkeraren fintasun-mailak iradokitzen duenez, saguzar hatz-luzearen historia ebolutiboan zein espeziearen egungo biziraupenean eragina izan dezakeen faktore garrantzitsua da arrantza.

Ilunpean bizi dira, mesfidantzaz tratatzen ditugu eta nazka ematen digute maiz. Dena den, asko dugu oraindik haiengandik ikasteko, miresteko eta gozatzeko. Saiatu, bestela, ilunpean hegan zoaztela ur azpian arrain bat harrapatzen. Ezet alerik ere harrapatu!



7. irudia. Arrainaren desagertze-mementoaren arabera, eraso-teknika aldatu egiten dute saguzar hatz-luzeak. Arraina zenbat eta lehenago desagertu, hau da, grafikoko 0 puntutik zenbat eta urrunago egon, saguzarrek 1. buzza luzatu eta 2.a laburtu egiten dute, eta, hartara, arraste luzeagoak egiten dituzte.

BIBLIOGRAFIA

AIHARTZA, J.; GOITI, U.; ALMENAR, D.; GARIN, I.: "Evidences of piscivory by *Myotis cappacini* (Bonaparte, 1837) in Southern Iberian Peninsula". *Acta Chiropterologica* 5(2) (2003): 193-198.

JAKOBSEN, L.; SURLYKKE, A.: "Vespertili onid bats control the width of their biosonar sound beam dynamically during prey pursuit". *PNAS*, 107(31) (2010): 13930-13935.

SCHNITZLER, H.U.; MOSS, C.F.; DENZINGER, A.: "From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats". *TREE* 18(8) (2003): 386-394.

Nire eskerrak Inaziori eta Joxerrari, lan hau aurrera ateratzea posible egiteagatik, eta baita lantalde osoari ere behar izan dudanean hor egoteagatik; bereziki, Antoni. Azkenik, eskerrik beroenak lau urte hauetan tesi honetan parte hartu duzuen pertsona eta erakunde guztiei, asko izan baitzarete! Ikerketa hau Eusko Jaurlaritzak (BFI-2009-252), UPV/EHUk (INF09/15) eta Ministeritzak (CGL2009-12393) finantzatu dute.



ESTITXU VILLAMOR LOMAS

(Gasteiz, 1987). EHU Fisikan lizentziatu zen eta CIC nanoGUNen aritu da ikertzen. Lehenbizi, Nanozientzia masterra zela medio eta, ondoren, doktore-tesia egiten. 2014ko abenduan "Injection, transport and manipulation of pure spin currents in metallic lateral spin valves" izeneko tesia defendatu zuen. Gaur egun, ikerketa alde batera utzi, eta hezkuntzaren eta zientzia-dibulgazioaren munduan aritzea du helburu.

Karga-garraiorik

Zeinek esango luke 1946. urtean, lehenengo ordenagailua asmatu zenean, gaur egun gutariko edozeinek poltsikoan ordenagailu bat eramango lukeela? Pennsylvaniako unibertsitatean sorturiko ENIAC ordenagailu hark 167 m²-ko azalera zuen, 27 tona pisatzen zuen, erabiltzen zenean gelako temperatura 50 °C-ra igotzen zen eta 160 kW-eko kontsumoa zuen, besteak beste; hori dena 5.000 batuketa eta 300 biderketa egiteko baino ez. Gaur egun, transistorearen askuntzari eta zirkuitu elektronikoaren miniaturizazioari esker, gure sakelako telefonoak askoz ordenagailu eraginkorragoak dira, azkarragoak, eta eragiketa logiko gehiago burutu ditzakete. 1965. urtean, Intel enpresako sortzaileetako bat zen Gordon E. Moorek, ordura arteko joeran oinarrituta, lege enpiriko hau formulatu zuen: zirkuitu integratu batean dagoen transistorekopurua bikoiztu egiten da bi urtetik behin. Mooren legearen aurreikuspena dela eta, Intel eta gainerako mikroelektronika-enpresak gogor saiatu dira joera horri eusten, eta, horri esker, geroz eta gailu elektroniko azkarragoak eta txikiagoak fabrikatzen dira.

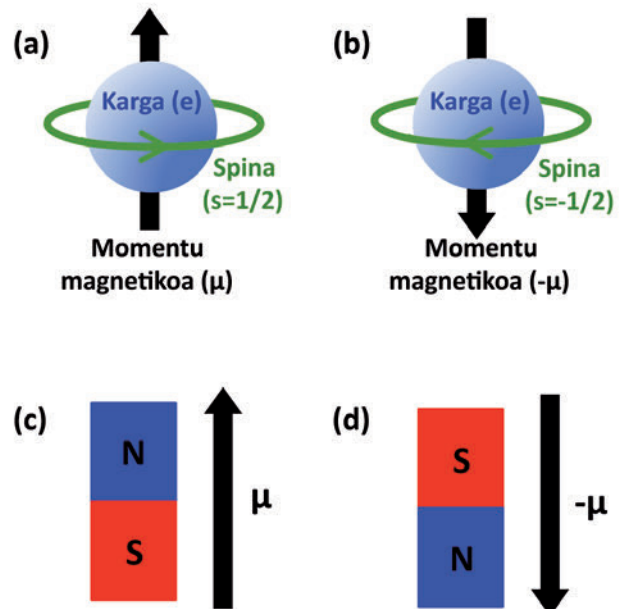
Baina zirkuituen etengabeko txikitze horrek ere baditu bere mugak. Alde batetik, energia-galera itzelak izaten direlako (bero bihurtzen da, izan ere): Joule efektua dela eta, hain bolumen txiki-

etatik igarotzen den kargaren disipazioa oso altua izaten da, gure ordenagailuetako potentzia-dentsitatea erreaktore nuklear batekoa baino altuagoa izaten baita; bestetik, fluktuazio kuantikoak agertzen direlako: atomoen tamainara hurbiltzen garen heinean, elektroiek, partikula-izaeraz gain, uhin-izaera ere badute eta zirkuituko elementu batetik bestera ihes egin dezakete. Hori dela eta, gailu elektronikoaren datu-prozesaketaren abiadurak handitu eta energia-kontsumoa txikitu nahi baditugu, aldaketa baten beharra dugu.

Aldaketa horretarako tesi honetan aukera hau proposatu dugu: spintronika, zeina elektroien kargaz baliatzeaz gain bere spinaz ere baliatzen den elektronikaren alor berri bat baita. Oinarrituriko partikulen propietate kuantiko bat da spina, eta momentu angeluar intrintseko eta kuantizatu gisa irudika daiteke, hau da, norabide jakin batean balio bakar batzuk har ditzakeen biraketa gisara. Z norabide preferentzialean, $s = \frac{1}{2}$ eta $s = -\frac{1}{2}$ balioak hartzen ditu spinak (goranzkoak eta beheranzkoak), hots, elektroia klasikoan irudikatuz gero, gorantz edo beherantz biratzen ari den partikula baten gisara irudikatuko genuke.

Elektroia partikula kargaduna denez, spinari loturiko momentu magnetiko bat du: μ . Horrek

1. irudia. (a) Goranzko eta (b) beheranzko spinak ($s = \frac{1}{2}$ eta $s = -\frac{1}{2}$) dituen elektroien bat, (c) eta (d) elektroien momentu magnetikoa (μ eta $-\mu$).

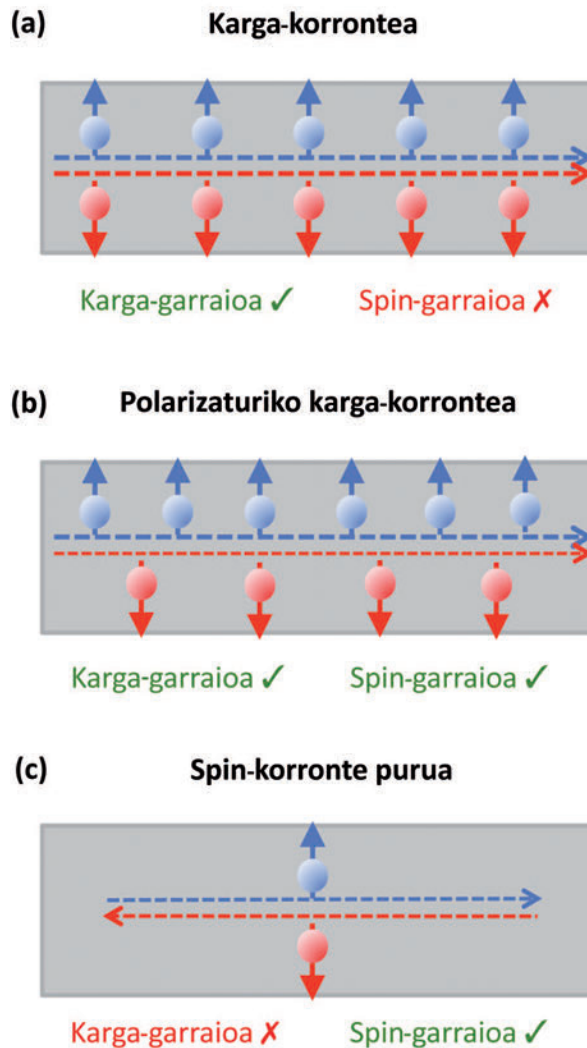


gabeko elektronika berria

esan nahi du elektroaiak iman mikroskopiko baten portaera bera duela. Izan ere, imanen edota material ferromagnetikoen (FM) magnetizazioa honegatik sortzen da: material horiek spinak noranzko jakin baterantz orientaturik dituztelako. Horregatik, material FM batean zehar karga-korronte bat garraiatzen denean, berau polarizaturik egoten da: korrontea garraiatzen duten elektroien spinak ere lerrokaturik egoten dira. Bigarren irudian ikusten den bezala, karga-garraioa bera burutuz, polarizaturiko kargaren kasuan, informazio gehiago garraia daiteke (kargarena eta spinarena) eta, hartara energia-kantitate bera kontsumituz datu-prozesaketa azkarragoa egin.

1980ko hamarkadaren amaieran sortu zen spintronika, eta hainbat aplikazio izan ditu harrezkeroztik. Polarizaturiko korronteen sorreran, distantzia laburretarako garraioan eta detekzioan oinarritzen dira, esaterako, disko gogorretan gordeta dagoen informazioa irakurtzen duten gailuak. Gaur egun, ordea, spintronikaren garapena bigarren belaunaldiko gailuen eskutik etorririko da, zeintzuek karga-korrontearen ordez spin-korronte purua baliatuko baituten Joule efektuak sorturiko bero-galerak eta horren ondoriozko energia-kontsumoa txikitzeko. 2(c) irudian ikusten den moduan, spin-korronte puru bat izanez gero, polarizaturiko karga-korronte baten bidez garraiatuko genukeen spin-informazio bera garraiatzeko askoz elektroi gutxiago higitu behar dira, eta nabarmen gutxituko litzaiteke haien marruskadurak sorturiko bero-galera. Kontuan izan spin-korrontea $J_s = J_\uparrow - J_\downarrow$ gisa definitzen dela —non $J_\uparrow$ eta $J_\downarrow$ goranzko eta beheranzko spinari loturiko karga-korronteak diren— ezkerrerantz doan beheranzko spina eta eskuinerantz doan goranzko spina baliokideak direla eta, beraz, 2(b) eta 2(c) irudietan garraiatzen den spin-informazioa berbera dela.

Bigarren belaunaldiko gailu spintronikoen funtzionamendu egoki baterako, bereziki hiru elementu behar dira: (i) spin-korronte puruak sortzea, (ii) korronte horiek distantzia luzeetan (>100 nm) zehar garraiatzea, eta (iii) garraiatu- riko spinen manipulazioa. Hori dela eta, tesi honen helburua hau izan da: alboko spin-balbulak erabiliz, elementu horiek aztertzea. Spin-korronte puruak elektrikoki sortzeko baliagarriak diren gailuak dira alboko spin-balbulak. Bi elektrodo

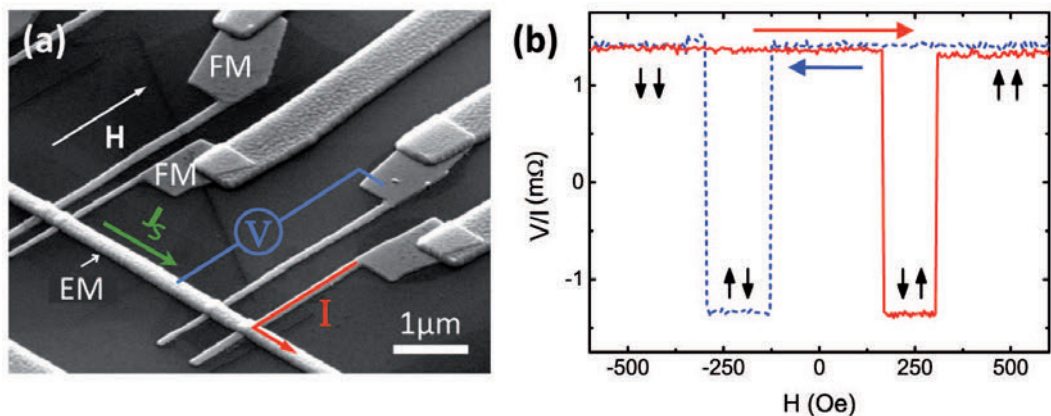


2. irudia. (a) Polarizaturiko gabeko karga-korrontea. (b) Polarizaturiko karga-korrontea. Kasu honetan, spinaren informazioa ere garraiatzen da. (c) Spin-korronte purua. Guztiak ez dago karga-korrontearekin, baina spin-informazioa garraiatzen da.

FMz eta berauek lotzen dituen kanal ez-magnetiko (EM) batez osaturik daude eta, euren geometriak korronte elektriko bat elektrodo FM batetik kanal EMra bideratzeko aukera ematen dute, bigarren elektrodoaren bidez tentsioa neurtzen den bitartean, 3(a) irudian adierazi bezala. Lehenengo elektrodo FMtik kanal EMra bideraturiko korrontea FMaren zehar polarizaturik dago, baina material EMak goranzko eta beheranzko spin-kopuru bera duenez, FMtik datozen spinek erresistentzia bat aurkitzen dute bi materialen arteko gainazalean, eta han pilatuta gelditzen dira, desoreka-egoeran. Sistema orekatzeko, pilaturiko spin horiek elektrodo FMaren bi aldeetarantz hedatzen dira, eta karga-garraiorik

ez dugun aldean spin-korronte puru bat sortzen dute. Bigarren elektrodo FMari esker, kanal EMaren eta FM horren artean spin-pilaketa bat sortzen da berriro, eta tentsio elektriko baten moduan neur daiteke. Beraz, bi elektrodoen artean karga-korrontearekin higitzen ez denez neurturiko tentsioak nulua izan behar duela pentsa genezakeen arren, badago neur daitekeen tentsio elektriko bat, spin-korronte puruak sorturikoa edo spin seinalea, alegia. Bi elektrodo FMen arteko magnetizazio erlatiboak aldatu egiten du tentsio horren zeinua: elektrodoen magnetizazioa paraleloa denean (bien magnetizazioak noranzko bera duenean), positiboa izaten da tentsioa; haien magnetizazioa antiparaleloa denean,

3. irudia. (a) Elektroi-mikroskopia bidezko alboko bi spin-balbularen irudia. Material FM eta EMak, korrante elektrikoa (I), tentsio elektrikoa (V), spin-korrante purua (J_s) eta kanpoko eremu magnetikoa (H) adierazi dira. (b) Kanpoko eremu magnetikoaren (H) arabera neurturiko tentsioa, korranteaz normalizatua (V/I). Elektrodo FMen magnetizazio paralelo eta antiparaleloak adierazi dira. Lerro gorriak eremuaren balioa handitzen duguneko noranzkoa adierazten du; urdinak, berriz, txikitzen duguneko.



ordea (magnetizazioek kontrako noranzkoak dituztenean), negatiboa izaten da neurturiko tentsioa. Elektrodoen magnetizazioa kanpoko eremu magnetiko baten bitartez kontrola daiteke. Horrela, tentsioa kanpoko eremuaren arabera neurtuz, alboko spin-balbulen hatz-marka den 3(b) irudiko kurba lortzen da.

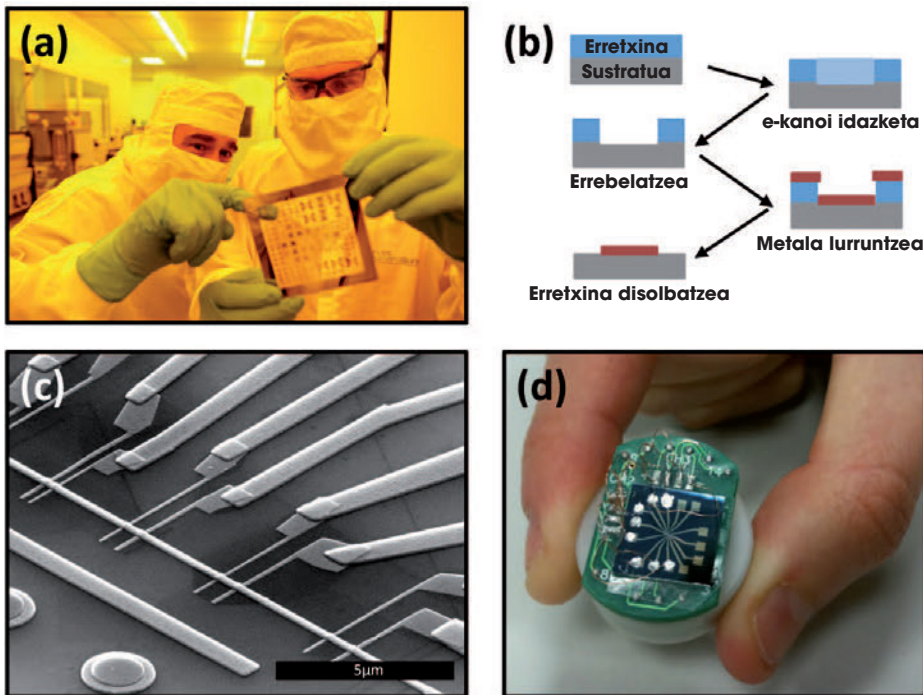
Alboko spin-balbulak hain dira txikiak (elektrodoek, esaterako, 100 nm inguruko zabalera dute) ezen, hauts-partikula bat gainera eroriz gero, funtzionatzeari utz baitiezaioke. Horregatik, “gela zuria” deritzon laborategian fabrikatzen dira, non airean egon daitekeen partikula-kopurua ondo kontrolatuta dagoen, iragazki berezi batzuei esker. Laginak fabrikatzeko elektro(e)-kanoi bidezko litografia deritzon teknika

erabili dugu. Honetan datza teknika hori: e-kanoi batekin polimero baten gainean “idatzi” eta han metala lurruntzean. Hainbat pauso ditu teknika horrek: lehendabizi, substratu baten gainean (normalean, siliziozkoa) elektroiekiko sentikorra den polimero bat (erretxina deritzona) zabaltzen da; ondoren, e-kanoiaren bidez, lortu nahi den irudia idazten da, eta, substantzia kimiko bat erabiliz, errebelatu, hau da, idatziriko erretxina ezabatu egiten da. Metala lurrundu egiten da haren gainean eta, azkenik, lagin osoa azetonan sartzen da, erretxina disolba dadin; metala e-kanoiak idatziriko gunean soilik mantentzen da. Gure kasuan, bi aldiz egin dugu prozesu hori: lehenik, elektrodo FMak sortzeko, eta, ondoren, kanal EMA gainetik jartzeko. Lagin bakoitzean hainbat spin-balbula jarri ditugu, spin-seinalea kanal EMaren luzera desberdinetarako neurtuz, gailu horien propietateak ulertzeko. Azkenik, litografia optikoari esker (e-kanoiaren orde argi ultramorea erabiliz) 4(d) irudian ageri diren bide makroskopikoak sortu ditugu, lagina elektrikoki kontaktatzeko.

Gure gailuen fabrikazioan lortu dugun errepika-kortasun altuari esker, material ferromagnetiko desberdinak erabiltzeko aukera izan dugu spin-korrante puruak sortzeko, eta seinale handiena permalloyarekin (nikel eta burdinaren arteko aleazioa) lortu dugu. Horrez gain, kobreak zehar spin-garraioa tenperaturaren arabera aztertuz, ezpurutasun magnetikoak eta akatsak (gainazalak, ale-mugak, etab.) identifikatu ditugu spin-seinalea txikiagotzearen erantzulezat. Bitxia da: spin-seinaleak neurtzeko egitura nanometrikoak behar ditugun arren, horien dimentsio txikiak areagotu egiten ditu akatsak eta, aldi berean, spinen garraioa oztopatzen.

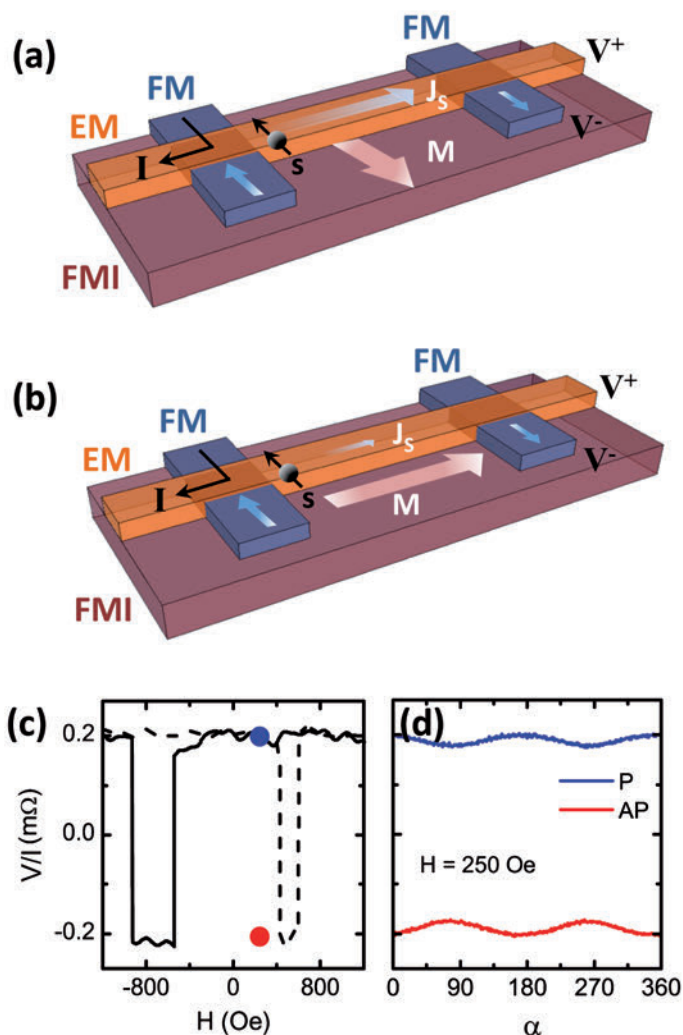
Azkenik, spinak manipulatzeko metodo berri bat proposatu eta garatu dugu, spinen eta material ferromagnetiko isolatzaileen (FMI) arteko elkarrekintzaz baliatuz. Material horiek isolatzaileak

4. irudia. (a) CIC nanoGUNE-ko gela zuria. (b) Alboko spin-balbulak fabrikatzeko erabiltzen den e-kanoi bidezko litografian ematen diren pausoak. (c) Lagin baten elektro-mikroskopia bidezko argazkia, non alboko bi spin-balbula ikusten diren. (d) Neurketa elektrikoak egiteko kontaktatuta dagoen lagin baten argazkia.



direnez, ez dute elektroirik garraiatzen, baina euren magnetizazioak (M) kanal EMtik doazen spinei eragiten die, horiekiko perpendikularra denean. M erraz kontrola daiteke kanpoko eremu magnetiko txiki baten bidez, zeinak, txikia izanik, elektrodo FMen magnetizazioan eraginik ez baitu. Horrela, M eta spinen polarizazioa (s) paraleloak direnean ez dugu spin-seinalean aldatarik neurtzen; M eta s elkarrekiko perpendikularrak direnean, ordea, FMLak spinak xurgatu egiten ditu, eta txikiagoa izaten da neurturiko seinalea. Proposatutako metodoa egiaztatzeko, alboko spin-balbulak itrio eta burdinazko grana-

te baten gainean fabrikatu ditugu eta, M ren norabidea α angeluaz aldatuz (baina bere balioa 250 oerstedetan finko mantenduz), neurturiko seinalean % 8ko modulazio bat atzeman dugu elektrodo FMen magnetizazio paralelo eta antiparalelorako. Modulazio hori erabat nabarmena da, eta fabrikazio-prozesua optimizatuz zein material egokiak aukeratuz, biziki handitu daitekeela uste dugu. Horrela, spin-korrente puruekin eragiketa logikoak egiteari bidea ireki diogu. Ezinbesteko baldintza da hori elektronika arrunta spin-korrente puruei esker dabilen spintronikaz ordezkatu nahi badugu.



5. irudia. (a)-(b) Spinak manipulatzeko erabilitako gailuaren eskema, zeina alboko spin-balbula bat material ferromagnetiko isolatzaile (FMI) baten gainean fabrikatzean datzan. (a) FMLaren magnetizazioa (M) eta spinen polarizazioa (s) paraleloak direnean, ez dago spin-xurgapenik. (b) M eta s perpendikularak direnean, ordea, FMLak spinak xurgatu egiten ditu, eta neurtzen dugun spin-seinalea txikitzen da. (c) Mota horretako gailu batean neurturiko seinalea kanpoko eremu magnetiko baten arabera. (d) Kanpoko eremu magnetikoa 250 Oe-tan finkatuz baina haren norabidea α angeluaz aldatuz neurturiko seinalea, elektrodo FMen magnetizazio paralelo (terro urdina) zein antiparalelorako (terro gorria). % 8ko modulazio nabarmen bat atzematzen da.

BIBLIOGRAFIA

Spin Current, edited by S. Maekawa, S. O. Valenzuela, E. Saitoh and T. Kimura (Oxford University Press, Oxford, 2012).

JOHNSON, M.; SILSBEE, R. H.: "Interfacial charge-spin coupling: Injection and detection of spin magnetization in metals". *Phys. Rev. Lett.* 55, 1790 (1985).

JEDEMA, F. J.; FILIP, A. T.; VAN WEES, B. J.: "Electrical spin injection and accumulation at room temperature in an all-metal mesoscopic spin valve". *Nature*, 410, 345 (2001).

JEDEMA, F. J.; NIJBOER, M. S.; FILIP, A. T.; VAN WEES, B. J.: "Spin injection and spin accumulation in all-metal mesoscopic spin valves". *Phys. Rev. B* 67, 085319 (2003).

KIMURA, T.; SATO, T.; OTANI, Y.: "Temperature Evolution of Spin Relaxation in a NiFe/Cu Lateral Spin Valve". *Phys. Rev. Lett.* 100, 066602 (2008).

CASANOVA, F.; SHARON, A.; EHREKHINSKY, M.; SCHULLER, I. K.: "Control of spin injection by direct current in lateral spin valves". *Phys. Rev. B* 79, 184415 (2009).

MIHAJLOVIC, G.; PEARSON, J. E.; BADER, S. D.; HOFFMANN, A.: "Surface Spin Flip Probability of Mesoscopic Ag Wires". *Phys. Rev. Lett.* 104, 237202 (2010).

ZHU, M.; DENNIS, C. L.; MCMICHAEL, R. D.: "Temperature dependence of magnetization drift velocity and current polarization in Ni80Fe20 by spin-wave Doppler measurements". *Phys. Rev. B* 81, 140407(R) (2010).

VILLAMOR, E.; ISASA, M.; HUESO, L. E.; CASANOVA, F.: "Contribution of defects to the spin relaxation in copper nanowires". *Phys. Rev. B* 87, 094417 (2013).

VILLAMOR, E.; ISASA, M.; HUESO, L. E.; CASANOVA, F.: "Temperature dependence of spin polarization in ferromagnetic metals using lateral spin valves". *Phys. Rev. B* 88, 184411 (2013).

NAKAYAMA, H.; ALTHAMMER, M.; CHEN, Y.-T.; UCHIDA, K.; KAJIWARA, Y.; KIKUCHI, D.; OHTANI, T.; GEPRÄGS, S.; OPEL, M.; TAKAHASHI, S.; GROSS, R.; BAUER, G. E. W.; GOENNENWEIN, S. T. B.; SAITOH, E.: "Spin Hall Magnetoresistance Induced by a Nonequilibrium Proximity Effect". *Phys. Rev. Lett.* 110, 206601 (2013).

VILLAMOR, E.; ISASA, M.; VÉLEZ, S.; BEDOYA-PINTO, A.; VAVASSORI, P.; HUESO, L. E.; BERGERET, F. S.; CASANOVA, F.: "Modulation of pure spin currents with a ferromagnetic insulator". *Phys. Rev. B* 91, 020403(R) (2015).

EKINEAN

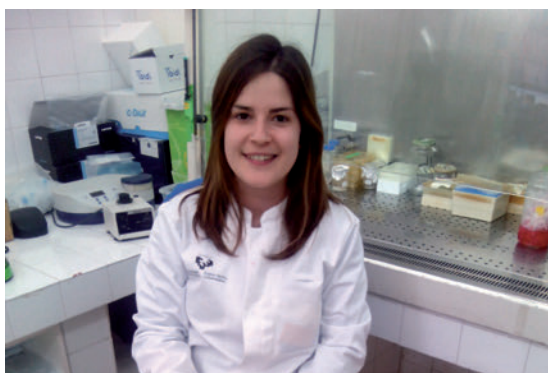


ITZIAR ANGULO PITA telekomunikazio-ingeniarria

“Ikertzea ilunpetan dagoen etxe batean sartzea bezalakoa da”

Itziar Angulo Pita Seinalearen Tratamendua eta Irrati-komunikazioak taldeko ikertzailea da, Bilboko Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoan. Hala ere, aitortu digu inoiz ez zuela erabaki ikertzaile izatea: “Behin, taldeko nire (...)

EKINEAN

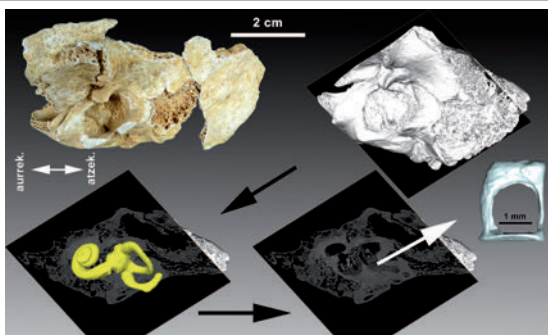


ANA BERNAL CHICO Biokimikaria

“Ikerketaren bidez, galderei erantzun diezaieket”

Ana Bernal Chicok hasieratik nahi izan zuen ikasi Biokimika. Dioenez, laborategiko lana gustatzen zitzaiolako, “nahiz eta benetan ez nekien nolakoa zen lan hori”. Hala, senak aginduta sartu zen Biokimikan, eta ikerketa zer zen (...)

GAI LIBREAN



LF8 ume neandertalaren kasua

ASIER GÓMEZ OLIVENCIA

Frantziako hego-mendebaldean dago Dordogne, lurralde pribilegiatua aztarnategi arkeologikoei dagokienez. Haietako bat, La Ferrassieko harpea hain zuzen ere, oso aztarnategi garrantzitsua da, haren sekuentzia estratigrafikoan neandertalen eskeletoak topatu ziren (...)

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

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

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

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

Hizkuntza-arduradunak: Xabier Aranburu, Saroi Jauregi.

Erredakzio-taldea: Eider Carton, Egoitz Etxebeste,
Ana Galarraza.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:
Ostaizka Aizpurua, Iñaki Alegria, Gorka Azkune, Ainhoa Latatu, Miren Josu Omaetxebarria, Manu Ortega, Estibx Villamor.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikokoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikokoak

Azaleko argazkia: ORONA

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: Leitzaran Grafikak

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

Harpidetza: Maier Tapia, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

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

Edizio digitalaren harpidetza: 7 €.

Ale digitala: 3,50 €.

CC BY-NC-ND Elhuyar Fundazioa
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 2255-4998

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

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

HEZKUNTZA, HIZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA

ORONA Koop. Elk.; LAGUN ARO Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.;
EIKA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.

Irailera arte



aldizkaria.elhuyar.eus



www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria



@elhuyaraldizk

Hitzmix

Euskara jolastuz lantzeko



eta zifrekin jolasteko...



Tabletarako
aplikazioak
(Android eta iOS)

Probatu, jokatu eta gozatu!

Google Play eta iTunes dendetan

Laguntzaileak:



Gipuzkoako
Foru Aldundia



Eskerrik asko

Elhuyar aldizkariaren bidelagun guztioi;
harpidedun, erosle, irakurle
eta Elhuyarreko bazkide zahar zein berriei.

Neurri gogor baten aurrean adierazi diguzuen
elkartasunarengatik, eta zuen ekarpenarekin kultura
zientifikoa euskaraz hedatzeko zeregina
babesteagatik, mila esker.