

303

2013ko abendua

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

elhuyar
Zientzia

Elkarrizketa:

Ken Buesseler

Fukushimako itsas
isuriaren ikertzailea

**Lehen
hiztunaren bila**

BASABIZITZAK LILURATUTA

4,70
euro



Oparitu zientzia,
oparitu

Elhuyar aldizkariaren harpidetza



Orain,
% 25
merkeago (*)



aldizkaria.elhuyar.org



Eta **Elhuyar** aldizkariaren harpideduna bazara, datorren urteko zure harpidetza-saria % 25 merkeago izango duzu (*).

“Zenbait orduz gorteiatze- eta estaltze-soinuak entzutea besterik ez zuen lortu, txalupan eserita” 6

“Ozeanora isuritakoa Txernobylen baino 2-5 aldiz handiagoa da” 29

“Orain, filosofia bera duen mugimendu bar sortu da: hardware librea” 32



“Hitzak ez dira fosil bihurtzen, ezta haiek ahoskatzeko erabiltzen diren ehunak ere” 35

“Kalkulu haiek errazegiak ziren Majoranarentzat, hutsalak” 43

Fukushima, kezka eta premia

Bi urte eta erdi luze joan dira lurrikara batek lehenengo, eta tsunami batek ondoren, Fukushima Daicchi zentral nuklearra suntsitu, eta hondamendi nuklearra gertatu zela. Eta egoera kontrolpean egotetik urrun dago oraindik. Alderantziz, mesfidantza oso handia da zentralaren jabea —Tepco— egiten ari den kudeaketarekiko, eta Japoniako gobernuak duen jarrerarekiko.

Kezka nagusia, orain, tangetan duten ura da. Erreaktoreak hozteko, 400 mila litro ur erabiltzen dituzte egunero, eta, elementu erradioaktiboekin kutsatutako ur hori tangetan gordetzen dute, zentrolean bertan, erradioaktibitatea kendu eta itsasora isurtzeko. Guztira, mila tanga dituzte, eta tangek isuriak dituzte; tangek bakarrik ez, erreaktoreek ere bai. Ur erradioaktiboa lurpeko urekin nahasi eta itsasora isurtzen ari da, eta hori gelditzeko Tepco agindutako planak inor gutxiren babesa jaso du, Fukushima hondamendi nuklearraren ondoren egiten ari diren kudeaketa eskasa eta komunikazio nahasia ikusita.

Japoniako Gobernuak garbiketa-planen ardura bere gain hartuko zuela iragarri zuen irailaren hasieran, baina hori ere ez dute nahikotzat jo askok, besteak beste, *Nature* zientzia-aldizkariak. Irailean bertan, editorial batean adierazi zuen ezinbestekoa dela nazioarteko aditu-talde bat sortzea, elkarrekin bilatzeko soluzioa.

Iritzi berekoa da Ken Buesseler ere, Wood Hoods Ozeanografia Institutuko ikertzailea, eta, Fukushima itsasora isuritako erradioaktibitatea hasieratik aztertzen aritu den pertsonetako bat. Aditu independenteen parte-hartzearen beharra aldarrikatzen du, ozeanoa jasaten ari den ondorioak ikertzeko, ondorioen azterketa inpartziala egiteko, eta gero eta eszeptikoagoa bihurtzen ari den publikoari emaitzak aurkezteko. *Elhuyar* aldizkariari emandako elkarrizketan oso kezkatuta azaldu da tangetatik eta eraikinetatik ateratzen diren isuriekin, eta ohartarazi du horiek gelditzeak izan behar duela lehenasuna. Haren esanean, gaur egun erradioaktibitate handiagoa dago tanga eta erregai-barretan 2011n igorri zena baino, eta edozein istripu berrik hasierako gertaerak baino kalte handiagoa eragin dezake.

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia*
aldizkariaren
zuzendaria



BASABIZITZAREN ARGAZKIRIK ONENAK

“Erraldoi ezti hauek modu ia fantasmagorikoan” erretratatu nahi zituen Greg du Toit argazkilariak. Lortu zuen, eta Wildlife Photographer of the Year lehiaketa entzutetsua irabazi du. Urtero bezala, beste hamaika argazki zoragarri ere ekarri dizkigu lehiaketak. Gure aukeraketa, hurrengo orrietan.

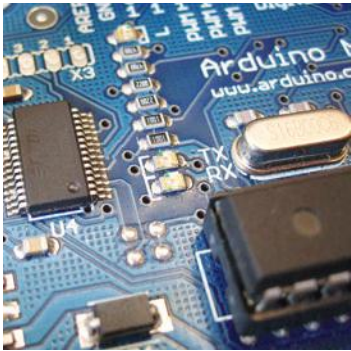


Lehen hiztunaren bila

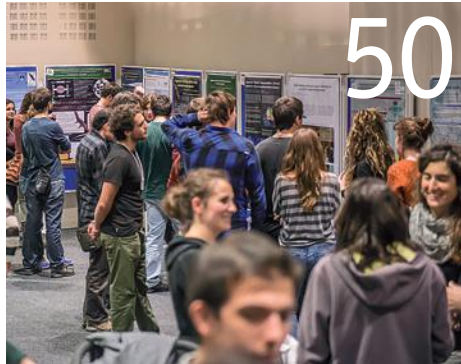
Noiz egin zen gizakia mintzatzeko gaitasunaren jabe? Gure espeziearen aurrekoak ere mintzaten ziren? Zientzialariak galdera horien erantzunen bila dabiltza, eta mintzatzen azkenetakoak Max Planck Institutuko ikertzaileak izan dira. Haien esanean, orain arte onartuta zegoen baino askoz lehenago hasi zen gizakia hitzez komunikatzen. Alabaina, ez da haiena izan azken hitza, hipotesi horren aurka azaldu baitira beste ikertzaile batzuk.

Ken Buesseler

Ken Buesseler, Wood Hoods Ozeanografia Institutuko ikertzailea, hasieratik aritu da Fukushima zentral nuklearretik ihes egindako erradioaktibitatea aztertzen. Haren ustez, Japoniako erakunde ofizialek ez dute nahikoa egin egoera aztertzeko eta bideratzeko; horregatik, aditu independenteen parte-hartzearen beharra aldarrikatzen du.

**Hardware libre**

Software librearekin lehenago gertatu zen bezala, hardware libreari esker erabiltzaileek gailuen kontrola eskuratu dezakete, haiekin nahi dutena egiteko: muntatu, ireki, aztertu, konpondu, hobetu...


Topaketak
Euskal matematikariak
eta naturazaleak

Matematikari Euskaldunen I. Topaketa eta Natur Zientzien I. Topaketa izan dira aurtten, uztailean eta azaroan, hurrenez hurren, UEUK antolatuta. Helburu berarekin egin dira biak: arloko kideek elkarren berri izatea, esperientziak partekatzea eta sarea eraikitzen hastea. Bi topaketen kronikak, gai librean.

Desagertzea
erabaki zuen jenioa

Ettore Majorana inoizko fisikaririk handienetako bat izatekoa zen; baina 1938an desagertu zen, 32 urte baino ez zituela, eta, geroztik, inork ez zuen ezer gehiago jakin hari buruz.



SAREAN+

4 **MUNDU IKUSGARRIA**
BASABIZITZAK
LILURATUTA
14 **ALBISTEAK**
28 **ELKARRIZKETA**
Ken Buesseler
32 **MUNDU DIGITALA**
Hardware libre
34 **Lehen hiztunaren bila**
40 **ANALISIA**
Generoa zientziaren
eta teknologiaren arloan
IZASKUN LANDAIDA
42 **ISTORIOAK**
Ettore Majorana,
desagertzea erabaki
zuen jenioa
44 **SATORRAK ILARGIAN**
45 **GAI LIBREAN**
Giza genoma
proiektuaren itzulkinak
AITOR SANTISTEBAN
50 **GAI LIBREAN**
Matematikari
euskaldunak nonahi
ELISABETE ALBERDI, NAIARA ARRIZABALAGA,
IRANTZU BARRIO, ARANTZA URKAREGI
52 **GAI LIBREAN**
Natur Zientzien I. Topaketa:
naturazaleen elkargunea
IÑAKI ODRIÓZOLA
54 **ASTRONOMIA**
56 **HURRENGO ZENBAKIAN**



BASABIZITZAK

Wildlife Photographer of the Year 2013

“ERRALDOI EZTI HAUEK MODU IA FANTASMAGORIKOAN” erretratatu nahi zituen, elefanteei argazkiak ateratzen urteak daramatzan Greg du Toit argazkilariak. Lurperatutako merkantzia- edukiontzi batean ezkutatuta, nahi zuen argazkia ateratzeko prestatu zituen parametro guztiak. Eta azken unean, ustekabean, elefante-kumea pasa zen aurretik. Zortea lagun, bikain lortu zuen nahi zuena, eta, orain, basabizitzaren urteko argazki onena izendatu dute Natural History Museum-ek eta BBC Worldwide-k antolatzen duten Wildlife Photographer of the Year lehiaketa entzutetsuan.

Urtero bezala, beste hamaika argazki zoragarri ere ekarri dizkigu lehiaketak. Gure aukeraketa duzue hurrengo orrietan.

Elefanteen esentzia
(Essence of elephants)
Greg du Toit (Hegoafrika)



LILURATUTA



ARG.: © GREG DU TOIT/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2013



Bidaideak (Travelling companions) Douglas Seifert (AEB)

ARG.: © DOUGLAS SEIFERT/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2013

Dugongen inguruan ibiltzea gustuko dute arrainek. Harraparietatik babesten dira gorputz handi horren itzalean, eta bazkatzerakoan asaldatzen dituzten animalia txikiak ere primeran datozkie elikatzeko. “Aurrez irudikatua nuen irudi hau —dio Seifertek—, eta obturadoreak klik egin zuenerako banekien lortu nuela bilatzen nuen erretratu intimoa”.

Ika-mika (The spat) Joe McDonald (AEB)

Zenbait orduz gorteiatze- eta estaltze-soinuak entzutea besterik ez zuen lortu, txalupan eserita, eguzkitan. Azkenean, sasitzatik jaguar emea atera zen ibaira, edatera. Aukera bikaina argazkia ateratzeko. Baina, onena etortzeko zegoen. Edan ondoren hondarretan etzanda zegoela, arra agertu zen. Ibaitik edan, eta emearengana hurbildu zen, berriz estaltzeko asmoz; baina eraso egin zion hark. “Ezin nuen sinetsi hiru segundo haietako energia eta intentsitatea”, dio McDonald.



ARG.: © JOE McDONALD/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2013

Uretako hartza (The water bear)

Paul Souders (AEB)

Argazkietan izotz-gainean ikusten ohituago gauden arren, hartz zuriek orduak ematen dituzte uretan. Kanadako Hudson badian, Souders hiru egunez ibili zen itsasoan, hartz baten bila; eme gazte hau aurkitu zuen arte. Saguaren eta katuaren jokoa hasi zen orduan.



ARG.: © PAUL SOUDERS/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2013

Jatordua (Feeding of the five thousand)

Yossi Eshbol (Israel)

Udazkenero, Europatik Afrikara doazen milaka pelikano zuri handi gelditzen dira Israelen, atsedean hartzen eta urdaila betetzen. Ma'ayan Zvi-ko arrain-haztegiak dituzte janleku gustukoenetakoak. Haztegiko langileek pelikanoak uxatzen ari behar izaten dute. Urertzean kontzentraturik ikusi zituenean argazkia ateratzea erabaki zuen Eshbolek. Azkar ibili behar izan zuen, haztegiko langileak gerturatzen ari ziren eta. Ihes egiteko, pelikano guztiek norantza bera hartu zutenean atera zuen argazkia. Gero, alde egin zuten.



ARG.: © YOSSE ESHBOL/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2013





Borroka-koloreak (Battle colours) **Gergely Bíró (Hungaria)**

Costa Ricako San Carlos ibaian zebilen Bíró, lagun batekin, eta, ibaiertzean, sasiarteko mugimenduak atentzioa eman zien. Kanoa gerturatu eta bi iguana ar ikusi zituzten, kolore biziz, borrokan. Argi askorik ez, eta kanoa kulunkan, ez zen erraza izan narrastien mugimendu azkarrek fokatzea. “Zortea izan genuen kanoa irauli ez izana” zioen Bírók.

ARG.: © GERGELY BÍRÓ/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2013

Mutil gaiztoak (Bad boys)**Andrew Walmsley (Erresuma Batua)**

Itsasora begira zegoen makako beltz handi bati argazkiak ateratzen ari zen Walmsley, oihuak entzun zituenean. "Buelta eman eta ar gazte horiek ikusi nituen, oldartuta. Garasika ari ziren, hondarra botatzen... Aukera bakarra izan nuen energia eta pasio hura harrapatzeko, segundotako kontua izan zen eta. Ar handia zutitu, hiru pauso aurea eman, eta hantxe bukatu zen taldearen harropuzkeria. Korrika alde egin zuten laurek."



ARG.: © ANDREW WALMSLEY/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2013

Dutxa elkarrekin (Sharing a shower)**Michael 'Nick' Nichols (AEB)**

Bi lehoi hauek, elkarrekin, nagusi ziren Serengetiko eremu handi batean; lau lehoiko beste talde batek menderatu zituen arte. Nichols-ek euripean harrapatu zituen. Euria ez zen dirudien bezaïn desatsegina. Inguru hartan ura urria izaki, lehoiek aukera aprobetxatu zuten ura edateko, nork bere kalparretik eta bestearenetik.



ARG.: © MICHAEL 'NICK' NICHOLS/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2013



ARG.: © DIANA REBMAN/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2013

Itxaropen bi (Twin hope)
Diana Rebman (AEB)

Gorilei jarraitzea bereziki gogorra izan zen egun hartan. “Euri mardulak oso irristakor egin zuen lurra —dio Rebmanek—; eta malda hain zen pikoa, bertikala baitzirudien”. Azkenean gelditu zen gorila-taldea, jateko. “Esfortzu fisiko guztiak merezi izan zuen, ama bere bi kumeekin ikusteagatik”.





ARG.: © ALEX TATTERSALL/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2013

Lehoi-arrainaren beita (Lionfish bait) **Alex Tattersall (Erresuma Batua)**

Urduri, zurrunbilo betean dabiltza zilar koloreko arrain txikiak. Hor dute harraparia, ahora zein eramango. "Sinkronia liluragarria zen, baina eszena erretratatzeari benetako erronka zen" dio Tattersallek. "Kontu handia izan behar nuen zilarrezko ezkata distiratsuekin, bai eta uretako partikulek sor zezaketen zaratarekin".

Neandertalaren eta gizaki modernoaren azken arbaso komuna aurkitu ezinik

13 hominido-espezieren 1.200 hortz aztertu ondoren, ondorioztatu dute bat bera ere ez dela arbaso komuna

Neandertalaren eta gizaki modernoaren azken arbaso komuna zein izan zen jakiteko, erregistro fosileko hortz-tara jo du nazioarteko iker-tzaile-talde batek, eta PNAS aldizkarian argitaratutako artikulua izenburuak garbi asko adierazten du zein izan den emaitza: “No known hominin species matches the expected dental morphology of the last common ancestor of Neanderthals and modern humans”; hau da, ezagutzen

diren hominido-espezie batek berak ere ez du bat egiten neandertalaren eta gizaki modernoaren azken arbaso komunak izango lukeen hortz-morfologiarekin. Gainera, emaitzek aditzera ematen dute arbaso komun hori uste baino zaharragoa izan daitekeela: duela milioi bat urtekoa, eta, ez, analisi genetikoa oinarritutako teknikek iradokitzen dutenez, duela 450.000 urtekoa.

Ikertzaile-taldeak 13 hominido-espezieren 1.200 hortz aztertu ditu ondorio horretara iristeko, eta, analisi-teknika kuantitatiboak baliatu eta proposatu dituzte giza espezieen filogenia egiaztatzeko. Aztertutako artean daude *Australopithecus*, *Paranthropus* eta *Homo* generoko espezieak, Afrikan eta Europan bizi izan zirenak, tartean, Atapuercan aurkitutako *Homo antecessor* espeziea, aurkitu zenean, arbaso komun izatera deitua. Hain zuzen, laginetako asko Atapuercako aztarnategian bildutakoak dira.

Ikertetak bi zati nagusi izan ditu. Alde batetik, kalkulatu dute nolakoak izango liratekeen neandertalaren eta gi-



Azterketan erabilitako hortzen mosaikoa. ARG.: CENIEH.

zaki modernoaren azken arbaso komunaren hortzak, ezagutzen diren giza espezieen hortzen ezaugarrietan, eta, espezieen arteko erlazio filogenetikoetan oinarrituta. Bestetik, hortz teoriko horiek ezagutzen diren hortz fosilekin alderatu dituzte, ikusteko espezieen bat hautagai egokia ote zen neandertalaren eta gizaki modernoaren azken arbaso komuna izateko. Ez da hala gertatu.

Taldeko kideetako bat George Washington Unibertsitateko Aida Gomez-Robles paleoantropologoa da, eta, haren esanean, “metodologia honen indargune nagusia da tresna objektibo bat dela espezie fosilen posizio filogenetikoei buruzko hipotesiak ebaluatzeko”. Izan ere, “gehiegitan”, hipotesi horiek kuantifikatu eta ezeztatu ezin diren azterketa deskriptiboetan oinarrituta egoten dira, eta ez analisi kuantitati-

boetan. “Gure lanak, aldiz, aukera ematen du, ez bakarrik kalkulatzeko arbasoen zer forma den probableena, baizik eta zehazteko zein espezie diren bateraezinak arbaso posizio horrekin”, zehaztu du Gomez-Roblesek.

Ereduak eraikitzen

Ikertetan erabilitako metodologia bera ez da berria. Morfometria geometrikoa oso ohikoa da biologia ebolutiboaren arloan, eta geroz eta gehiago erabiltzen da giza eboluzioa ikertzeko, deskribapen morfologiko klasikoagoak erabiliz eskuratu ezin den informazioa ematen duelako. Kasu honetan, aurreko haginaren forma analizatzeko erabili dute metodologia kuantitatibo hori. Bestalde, arbasoen formak berreraikitze metodologiak ere 1990eko hamarkadatik erabiltzen dira. “Metodologikoki, guk egindako lanaren



Aida Gomez-Robles paleoantropologoa da ikerketaren egileetako bat, eta artikulua sinatzaile nagusia. ARG.: AIDA GOMEZ-ROBLES.

ekarpen nagusia izan da bi osagai horiek batera erabilitzea, eta kalkulaturako arbasoen formak konparatzea erregistro fosilean jasotako egiazko espeziekin; horrela, azkenok arbaso izateko probabilitatea zein den kalkulatzeko modu bat dugu”, azaldu du Gomez-Roblesek.

Gomez-Roblesek, eta harekin batera Giza Eboluzioaren Espainiako Ikerketa Zentroko (CENIEH) Jose Maria Bermudez de Castrok, Juan Luis Arsuagak eta Eudald Carbonellek, eta Indiana Unibertsitateko David Pollyk, oso marko zabala erabili dute konparazioa egiteko, baina, aldi berean, oso zuhur jokatu dute espezieak aukeratzeko: “Gure metodoa abiapuntuko filogenia batean oinarritzen da —dio Gomez-Roblesek—

aldamio gisa erabiltzen duguna arbasoen posizioak berrekitzeko, eta hominidoen arteko erlazio filogenetikoak oso eztabaidatuak direnez gero, posizio onartuena duten espezieak bakarrik sartu ditugu hor; aldiz, posizio filogenetiko eztabaidatuagoa duten espezieak, arbaso izateko hautagai gisa aztertu ditugu”. Horrela lan eginda, espezieen eta arbaso komunaren datazioan bereizten diren 12 eszenatoki filogenetiko aztertu dituzte. Gomez-Roblesen arabera, horrek aukera ematen du giza eboluzioaren hipotesi desberdinak konparatzeko: ez bakarrik zer den posible eta zer ez, baizik eta zein hipotesi den zein baino probabileago. Hala ere, ohartarazi du Gomez-Roblesek, “azkenik hominidoen filogenia erreala

Gomez-Robles:
“*metodologia hau tresna objektibo bat da espezie fosilen posizio filogenetikoei buruzko hipotesiak ebaluatzeko*”

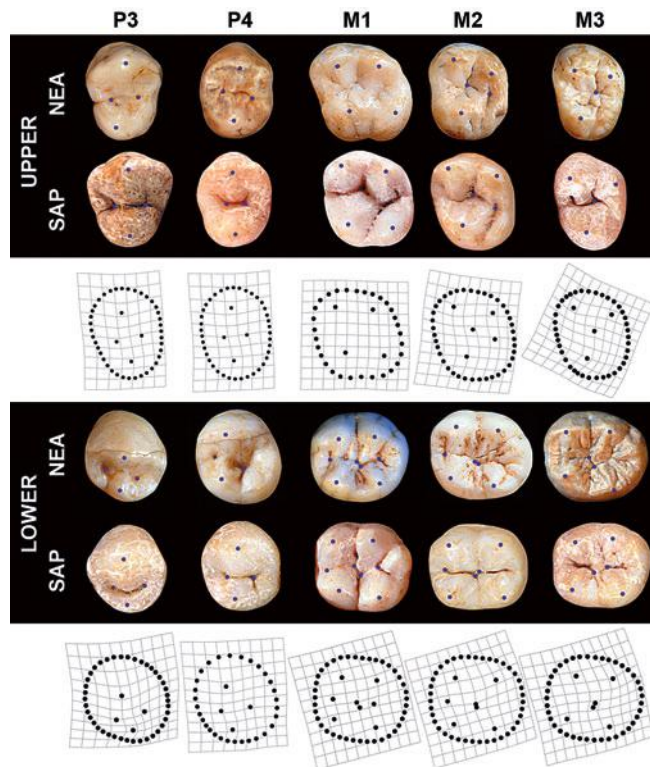
artikuluaren aintzat hartutako eszenatoki horiekiko erabat desberdina dela frogatuko balitz, guk behatutako bateragarritasunak eta bateraezintasunak aldatu egin litezke”. Eta berdin aukeratutako espezieen lagin gehiago gehitzeko aukera izanez gero, edo espezie berriak gehitzeko aukera izanez gero. Izan ere, “ikerketa paleontologiko guztietan bezala, erregistro fosilaren urritasuna eta heterogeneitatea muga bat dira kasu honetan ere” aitortzen du Gomez-Roblesek.

Horretan, Gomez-Roblesek ikuspegiarekin bat dator Parisko Historia Naturaleko paleontologo Asier Gomez-Olivencia ere: “Egileek esaten duten bezala, Afrikako fosil-kopurua oso murrizta da Erdi Pleistozenoan. Garezur batzuk ezagutzen dira, baina hartz gutxi. Orain dela 500-900 mila urteko Afrikako hartz fosilak beharrezkoak dira, haien morfologia konparatzeko metodologia honen bidez proposatu den arbaso komunaren morfologiarekin”. Edozein kasutan, “haginen morfologia islatzeko oso lan fina” dela uste du Gomez-Olivencia, eta “oso ikerketa ona”.

Neandertalaren eta gizaki modernoaren azken arbaso komuna ez dute aurkitu, baina ikerketaren funtsezko beste helburua bete dute: “Beste arrasto fosil batzuk aztertzeko marko metodologiko bat ezarri nahi genuen, eta azpimarratu nahi dut erabili ditugun programak eta datuak eskuragarri daudela nahi dituenak erabiltzeko”, amaitu du Gomez-Roblesek. Hain zuzen, dagoeneko jaso dituzte arbaso komuna izateko hautagai berriak metodologia honen bidez aztertzeko eskariak. ●

Hortzak, egonkorak

Azterketa egiteko hortzak aukeratzeko arrazoi nagusia haien formak duen egonkortasuna da. Hezurrek ez bezala, ingurune kondizioen mende, garatutako hortzek ez dute forma aldatzen bakan baten bizialdian zehar, eta, ondorioz, espezieen arteko erlazioaren adierazle fidagarriagoak dira, Gomez-Roblesen esanean. Arbaso komunaren hortzen ezaugarri teorikoak kalkulatzeko, aurreko ikerketa baten emaitzetan oinarritu dira ikerkizai-leak. Izan ere, ikerketa hartan ikusi zuten eboluzio neutralaren ereduari jarraitu diotela hominido-espezie gehienek hortzak, hau da, ez dela existitu norabide jakiniko hautespen indartsurik hortzen forman. Ondorioz, azken arbaso komunaren hortzen ezaugarriak ondorengoen erdibidekoak direla onar daiteke.



Neandertalaren (NEA) eta gizaki modernoaren (SAP) goiko eta beheko haginen morfologia, eta, azpian, kalkulaturako arbasoaren haginena. ARG.: GOMEZ-ROBLES et al./PNAS.

Areagotzaile genetikoaren eragina aurpegiaren forman

Aurpegiaren forma geneetan idatzita dago, baina, non eta nola ez dago argi. Orain, Edinburgoko Unibertsitateko ikertzaile batzuek areagotzaileen eragina azpimarratu dute. Geneak gehiago edo gutxiago espresatzea eragiten duten DNA-zati txikiak dira areagotzaileak. Saguen ehun enbrionarioetan, aurpegiaren itxuran eragin dezaiketen milaka areagotzaile aurkitu dituzte.

Bestalde, aurpegiaren formarekin lotuta dauden geneetan eragiten duten hiru areagotzaileen eragina azertu dute. Horretarako, areagotzaile horiek gabeko saguak sortu zituzten, genetikoki eraldatuta. Eta zortzi asteko enbrioien zehaztasun handiko 3Dko irudiak atera zituzten. Ikusi dute areagotzaileak falta zituzten saguen garezurrak sagu normalenak baino luzeagoak edo motzagoak zirela. *Science* aldizkarian argitaratu dute ikerketa. ●



Sagu-enbrioaren irudia. Gorri markatuta, areagotzaile genetikoaren jardura. ARG.: H. MORRISON, MRC HUMAN GENETICS UNIT, INSTITUTE OF GENETICS AND MOLECULAR MEDICINE, UNIVERSITY OF EDINBURGH.

Boletus onddoak, landatze-bidean



Saskikada-onddo biltzea errazagoa izan liteke landaketek aurrera eginez gero. ARG.: GEORGE CHERNILEVSKY/DOMEINU PUBLIKOA.

Supermerkatuetan aurkitzen ditugun txanpinoiak bezala, boletus onddoak erein eta biltzea uste baino gertuago egon daiteke. Komertzialki estimazio handia duten perretxiko horien produkzioa handitzeko teknologia garatu du ID Forest izeneko enpresa batek. Zumaiaiko Jaime Olaizola mendi-ingeniariak sortu eta zuzentzen du enpresa hori, eta Venta de Baños-en (Palentzia) du egoitza.

Baso bat boletus-mizelioz inokulatze-ko, bertako hazia erabiltzen da, baso eta lur jakin bati egokitutako perretxiko-anduiak baitaude. Toki horretan, gainera, andui batzuk besteak baino azkarrago hazten dira, eta, horiek dira, hain zuzen, landatzeko erabiliko direnak. Laborategian egiten dena hautaketa genetikoak baino ez da. Ondoren, mizeliorik onena ugaltu egiten da, hazia sortzeko.

Beste hainbat faktore ere kontrolatzen da inokulazioak arrakasta izan dezan: basoaren egitura moldatzen da, boletusek argia nahi dutelako; lurraren analisiak ere egiten dira, lur azidoetan hobeto ematen delako, eta zuhaitzen adina ere kontuan izan behar da.

Boletusek zuhaitz helduak bakarrik mikorizatzen dituzte; esnegorri edo

boilurren kasuan, berriz, posible da zuhaitz gazteetan mikorizazioa eragitea. Izan ere, inokulazioaren helburua mikorizazioa lortzea da, hau da, onddoak eta zuhaitzen sustraiek bat egin dezatela eta mizelioa zabal dadila basoan. Mizelio horretatik sortuko dira gero perretxikoak, dena ongi badoa, urtebetara.

Prozesuaren jarraipena PCR bidez egiten da. Makina hori gai da basoan jasotako lur-laginetan boletusen DNA aurkitzeko. Hala, zenbat mizelio dagoen jakin daiteke —inokulatu behar den ala ez erabakitze— inokulazioak funtzionatu duela baieztatzea daiteke eta, azkenik, zuhaitz mikorizatuen zertifikazioa egiteko ere erabiltzen du teknika hau ID Forestek. Zuhaitz batek ehunka onddorekin izan dezake harreman mikorizikoa eta boletusa tartean dela ezagutzea da helburua kasu honetan.

“Dagoeneko ez da esperimendu bat; emaitzak onak izan dira eta orain errendimendua nola areagotu ari gara ikertzen”, dio Olaizolak. Momentuz hainbat dira Euskal Herrian boletus-mizelioz ereindako basoak, eta Italian ere badute lan hori egiteko eskaera bat. ●

Zientzia-gosea asetzeko, sartu barruraino!



Haur eta gazteentzako esperimentu-liburua

Adina: 8-10 urte

Zz

NOBEDADEA

ARMIX sukaldean

Mugaritzen laguntzarekin



4
Zz

8-10 urte



elhuyar



www.elhuyar.org/denda

Kolaboratzaileak:



berria^{info}

mugaritz

Argitaratzailea:

elhuyar

SARSaren birusaren eta saguzarren arteko lotura aurkitu dute

Gizakiarengan ez-ohiko pneumonia eragiten duen birusaren oso antzeko bi aldaera identifikatu dituzte Txinako ferra-saguzarretan Wuhaneko Biologia Institututuko ikertzaile batzuek gidatutako ikerketan, *Nature* aldizkarian berri eman dutenez.

SARSa eragiten duen koronabirusaren gordailu naturalak saguzarrak izan zitezkeela aspaldi susmatzen zuten ikertzaileek, baina, orain arte Txinan, Europan eta Afrikan identifikatutako aldaerek ez zuten bat egiten gizakia infektatzen duen aldaeraren ezaugarriekin: zehazki, ezin zuten erabili azken horrek baliatzen duen giza errezeptorea zelulak infektatzeko.

Txinako ferra-saguetan identifikatu dituzten bi aldaerek, aldiz, badute

gaitasun hori, eta, horregatik, ikerketaren egileek adierazi dute “saguzarren hipotesiaren” orain arteko froga sendoena dela aurkikuntza.

Birusen laginak saguzarren gorozkietatik jaso dituzte, eta analisi morfologiko eta genetiko bidez identifikatu dituzte bi aldaera berriak. Ikertzaileen esanean, gainera, in vitro egindako atariko probek iradokitzen dute aldaera horiek gaitasuna izango luketela gizakia zuzenean infektatzeko, bitarteko ostalari baten beharrik izan gabe.

SARS birusak eragindako ez-ohiko pneumonia gaitz larria da, eta, pandemia eragiteko gaitasuna du. Horregatik, arreta handiz jarraitzen diote birusaren aldaerei osasun-arduradunek. ●



Txinako ferra-saguzarra, *Rhinolophus sinicus*, gizakia ere infektatzen duen SARSaren birusaren gordailu naturala izan daitekeela uste dute ikertzaileek. ARG.: DR. LIBIAO ZHANG/GUANGDONG ENTOMOLOGIA INSTITUTUA, TXINA HEGOALDEKO MEHATXATUTAKO ANIMALIEN INSTITUTUA.

Larrialdi-komunikazioak hobetzeko ikerketa-egitasmoa abian da

Larrialdi-komunikazioak hobetzeko helburua duen ikerketa-egitasmoa abian jarri du Geryon ikerketa-partzuergoak. Euskal Herriko Unibertsitateak koordinatzen du, eta zazpi ikerketa-talderen parte hartzea du. Larrialdi komunikazioak gaur egungo banda zabalaren zerbitzu aberatsagoekin osatzea dira Geryon ikerketa-egitasmo europarraren helburuak, besteak beste.

Ia edozein lekutatik modu seguruan komunikazioa bermatzea da emergen-

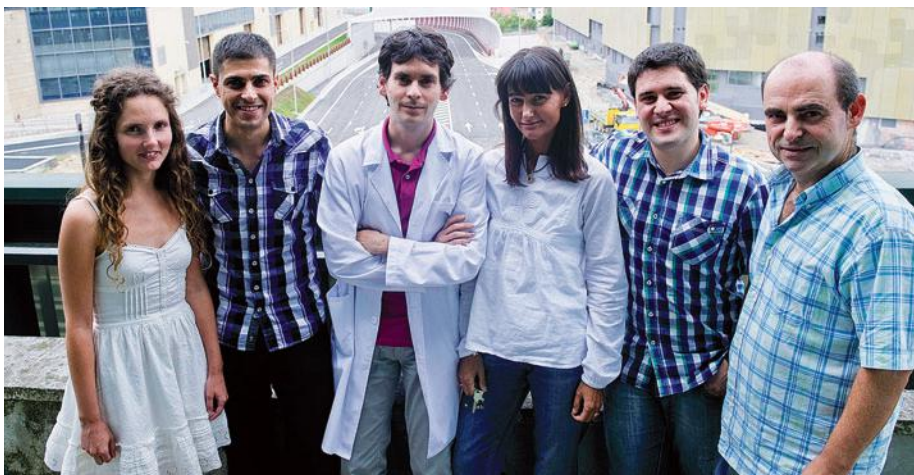
tzia-komunikazioen bereizgarria. Horretarako, irrati-transmisore gogor eta sendoak erabiltzen dituzte eta Tetra izeneko sareez baliatu. Eskaintzen duten informazioa, aldiz, oso mugatua da. Ahotsezko oharrez gain, idatzizko mezu laburrak igor ditzakete. Horrez gain, larrialdi-zerbitzu guztiek ez dute Tetra sare bera erabiltzen, ezta ere irrati-transmisore berdinak. Ondorioz, zerbitzu ezberdinek ezin izaten dute elkarren artean komunikatu.

Telefonia mugikor sareek, bestalde, garapen handia izan dute, eta asko handitu dituzte eskaintzen dituzten zerbitzuak: une honetan jauzi berria emateko prest daude, 4G edo LTE teknologiaren zabalkundea hasi baita.

Geryon proiektuak, beraz, helburu bikoitza du. Alde batetik, larrialdietako zerbitzuen arteko komunikazioa hobetu nahi du, zerbitzu ezberdinen arteko elkarrekintza posible izan dadin, eta, bestetik, larrialdi-komunikazioen ohiko zerbitzuak banda zabalaren zerbitzu aberatsagoekin osatzeko asmoa du.

Helburuak gauzatzeko ez da teknologia ordezkapenik egin behar. Zerbitzu ezberdinen arteko komunikazioa bermatzen, Geryonek proposatzen du gaur egungo komunikazio-sareen gainetik maila gehigarri bat ezartzea. Horrek bideratuko du larrialdi-komunikazioen ezaugarri diren segurtasun eta sendotasuna bermatzea.

Ikerketa-egitasmoaren emaitza 2014. urteko maiatzean prest izatea espero da. Ordurako, eredu bat, prototipo bat, garatuko dute, eta ez dute baztertzeko, ondoren, merkatuko garapena izatea. ●



Geryon ikerketa-egitasmoaren lantaldeko kide batzuk. ARG.: LUIS JAUREGIALTZO/ARGAZKI PRESS.

Zientziaren bidezidorrak urratu zituztenen istorioak

‘Ilargian mendiak eta basoak ikusi zituen’

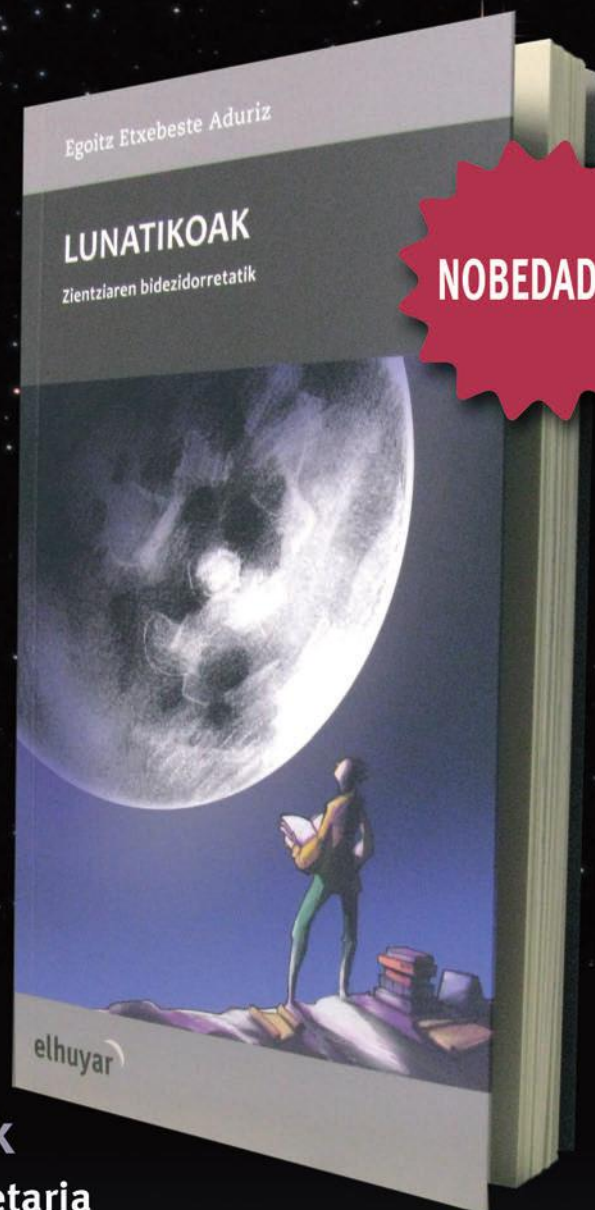
‘Arazo bat zuen: inork ikusi gabeko izakiak ikusten ari zen’

‘Itun bat egin zuten: bizitzan ahal zuten guztia egitea, mundua berek aurkitu zutena baino jakintsuago uzteko’

Lunatikoak

Zientziaren bidezidorretatik

Egoitz Etxebeste Aduriz, zientzia-kazetaria



Z izpiak

Helduentzako zientzia-dibulgazioko liburua



www.elhuyar.org/edizioak



elhuyar

Fukushiman plutonioa isuri zela eta gehiago ikertu behar dela esan dute ikertzaileek

Fukushimako hondamendia gertatu zenean, Daiichi zentral nuklearretik atmosferara isuritako plutonioaren arrastoak topatu dituzte landareetan, nazioarteko zenbait ikertzaileek egin berri duten ikerketa batean. Stephanie Schneider da ikerketa-burua, eta emaitzak irekian eta on line argitaratu dituzte, *Nature* aldizkariaren webgunean. Emaitzen eta ondorioen berri ematearekin batera, eskaera bat ere egin dute: plutonio-arrastoak sakon iker ditzatela, susmoa baitute uste zuten baino plutonio gehiagok egin zuela ihes zentraletik.

Artikuluari adierazi dutenez, istripuaren ondoren egindako ikerketa gehienek fisioaren produktu lurrinkorrei jarri diete arreta. Hain zuzen ere, 1, 3 eta 4 unitateetan gertatu ziren gas-leherketetan, iodoaren, zesioaren, telurioaren eta beste elementu batzuen isotopo erradioaktiboak jaurti ziren ingurumenara. Aldiz, uste zuten ez zela aktinidoen isuririk gertatu, edo, izatekotan, isuria oso-oso mugatua izan zela.

Aktinidoen isotopo guztiak erradioaktiboak dira (alfa-erradiazioa igortzen dute),



Fukushima inguruko eremu bat, erradiazioagatik itxita. ARG.: ABASAA/DOMEINU PUBLIKOA.

eta erdibizitza luzea dute. Haien artean, plutonio-239 eta plutonio-240 isotopoak nabarmentzen dira: lehenak 24.110 urteko erdibizitza du, eta, besteak, 6.561koa. Eta, hain justu, haietan jarri du arreta ikertzaile-taldeak. Zehazki, lurreko eta landareetako plutonioa neurtu dute, eta, gainera, iraganean arma nuklearrek askatutako plutonioa ingurunean badagoela kontuan hartuta, plutonio hori eta erreaktoretik isuritakoa bereizteko gai den azeleragailu masa-espektrometro bat erabili dute (AMS).

Teknika horren bidez, lurrean ez dute erreaktoretik ihes egindako plutoniorik aurkitu; bai, ordea, landareetan. Hain justu, zentraletik hurbil zeuden landare batzuetan aurkitu dute plutonioa, baina ez

denetan. Hala ere, bada hori baino datu deigarriagorik: ikertzaileek susmoa dute zentraletik 16 km-ra zegoen beste landare batek ere bazuela plutonioa. Hori hala baltz, esan nahiko luke plutonioa ez zela denean berdin hedatu, eta, beraz, litekeena dela pertsonak zeuden lekuetara iritsi izana eta haiek plutonioa arnastu izana.

Horiek horrela, emaitzak ikusita eta beste ikertzaile batzuek ere plutonioa aurkitu izan dutela aintzat hartuta, auzia sakon aztertzea eskatu dute artikuluari.

Dena den, azken asteetan, zentralaren inguruan lanean dabiltzanen kezka nagusia tangetan duten ur erradioaktiboak da (ikusi 28. orrian Ken Buesseler ikertzaileari egindako elkarrizketa). ●

GIBarekin infektatutako organoen transplanteak baimentzeko asmoa dute Estatu Batuetan

Orain arte, Estatu Batuetan, beste herrialde gehienetan bezala, hiesaren birusarekin infektatutako organoak ez dira onartu transplanetak egiteko; hau da, infektatutako pertsonak organoen hartzaile izan daitezke, baina ez emaille. Alabaina, orain legea aldatzekotan dira, eta, hartzaile seropositiboentzat, infektatutako organoak ere baimenduko dira.

Dena dela, Estatu Batuak ez lirake aitzindariak izango, Hegoafrikako Errepublikan

2008an egin baitziren infektatutako organoen lehen transplanteak. Zehazki, hiesa zuten lau pazienteri infektatutako giltzurrunak transplantatu zizkieten. *New England Journal of Medicine* aldizkarian argitaratu zituzten emaitzak; artikuluan azaltzen denez, kasu guztiak arrakastatsuak izan ziren. Geroztik, era horretako beste hainbat transplante egin dituzte Hegoafrikako Errepublikan.

Esperientzia horretan oinarrituta, aurten, Israelen, GIBa

duten eta bizirik dauden bi pertsonen arteko lehen giltzurrun-transplantea egin dute. Sendagileek adierazi dutenez, kasu horretan ere dena ondo joan da.

Estatu Batuetan, giltzurrunenaz gain, beste organo batzuen transplanteak ere egin nahi dituzte. Izan ere, *Current HIV/AIDS Reports* aldizkari espezializatuak argitaratu berri duen artikuluan baten arabera, gibelaren transplantea eskaria ere handitzen ari da. Bada, artikulua gaiari buruzko iker-

keten azterketa bat da, eta horbertan azaldu dutenez, anti-rretrobilaren bidezko terapiari esker, ez dago arrazoirik infektatutako organoak ez transplanteatzeko. Hori bai, errefusa eta infekzioak saihesteko kontu berezia izan behar dela ohartarazi dute artikulugileek.

Edonola ere, baimena lortu arren, transplanteak egiten hasterako urtebete igaro daitekeela ohartarazi dute, transplanteak egiten hasi aurretik araudi klinikoa eta etikoa osatu behar baitira. ●

Zakur zaharrek lezio berria

Litekeena da zakurrak European eta ehiztari-biltzaileen garian etxekotu izana

Science aldizkarian argitaratutako ikerketa baten arabera, litekeena da zakurrak European sortu izana, duela 18.000 urte baino gehiago. Orain arteko teoria nagusiek zioten zakurrak askoz beranduago etxekotu zirela eta Ekialde Ertainean edo Asiako ekialdean gertatu zela.

Oraingo ikerketan Kaliforniako Unibertsitateko ikertzaile batzuek 1.000 eta 30.000 urte arteko zakur eta otso fosilen DNA mitokondrialak egungo zakur, otso eta koioteenekin konparatu dute. Eta ikusi dute egungo zakurrak egungo otsoetatik baino gertuago daudela desagertutako otso batzuetatik. Gainera, zakurretatik gertuen dauden otsoen fosil guztiak europarrak dira, eta, beraz,

ondorioztatu dute European utzi ziola otsoak otso izateari.

Otsoa duela 18.800 eta 32.000 urteren artean etxekotu zela ere kalkulatu dute. Hori ez dator bat zakurraren etxekotzea nekazaritzaren hasierarekin lotzen duen teoriarekin. Teoria horrek dio nekazaritzatik sortutako elikagai-soberakinez eli-

katzen hasi zirela otsoak, eta bide horretatik etxekotu zirela. Orain eman dituzten datak, ordea, askoz lehenagokoak dira, ehiztari-biltzaileen garaikoak. Ikertzaileek iradoki dute litekeena dela otsoak ehiztariengana hurbiltzen hastea haiek ehizatutako animalien hezur eta soberakinak aprobetxatzeko. ●



Otso baten garezur fosila, 26.000 urtekoa, Belgikako Trou des Nutons haitzuloan aurkitua.
ARG.: ROYAL BELGIAN INSTITUTE OF NATURAL SCIENCES.



Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

kluster@soziolinguistika.org

<http://www.soziolinguistika.org/>

Soziolinguistika Klusterra

Martin Ugalde K.P. 20140 - Andoain

87/88 zenbaki bikoitza, laster kalean!
Euskal Soziolinguistika Ikerketa.
Azken bost urteotako
begirada

Iñaki Martínez de Luna, Iñaki Marko,
Ane Ortega, Esti Amorrortu,
Maria-Jose Azurmendi, Saioa Labaka,
Josune Zabala, Patxi Juaristi,
Andoni Barreña, Xavier Vila
...



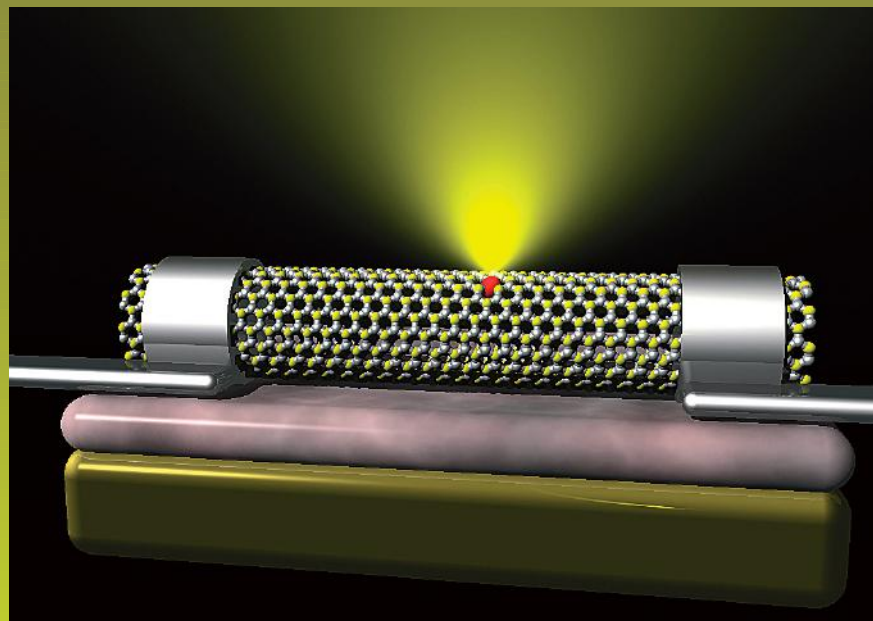
Argi-iturri bihurtu dituzte nanohodi akastunak

EHUko ikertzaileek garatutako gailua erraz integra daiteke teknologia mikroelektronikoan

Boro nitrurozko nanohodietan oinarrituta, eraginkortasun handiko gailu optoelektronikoak garatzeko egokia den argi-iturri berri bat sortu dute EHUko ikertzaile batzuek. EHUko NanoBio Espektroskopia taldeko Angel Rubiok eta haren kideek proposatu dute gailua. Gailuak etekina ateratzen die boro nitruroaren egiturazko akatsei.

Ikertzaileek boro nitruro hexagonalarekin lan egin dute, askoz propietate hobeak baititu gaur egun argi-igorle moduan erabiltzen diren beste metal eta erdieroale batzuek baino, biltegiratzeko optikoarekin loturiko aplikazioetan (DVD) eta komunikazioetan erabiltzeko. Argi ultramorearen igoerle gisa merkatuan dagoen onenetako da, Rubioren esanean.

Arazo bat du, ordea: argi ultramorearen tarte oso mugatua igoerle du



EHUko NanoBio Espektroskopia taldeak proposatutako gailuaren eskema. Ikerketaren emaitzari esker, argi-igorle berri baten patentea lortu da. Argi-igorle horren ezaugarria da espektro ikusgai eta ultramore osoan igoerle duela argia giro-temperaturan, eta metodo estandarrek erabiliz fabrikatu daitekeela. ARG.: NANOBIO ESPEKTROSKOPIA TALDEA/EHU.

argia, eta, ondorioz, ezin da erabili argi-igoerlea maiztasun-tarte handiagotan eta modu kontrolatuan gertatzea eskatzen duten aplikazioetan (adibidez, argi ikusgaidun aplikazioetan).

EHUko NanoBio Espektroskopia taldean egindako ikerketan, muga hori gainditu ahal izateko irtenbide bat aurkitu dute. Frogatu dutenez, boro

nitruro hexagonalezko nanohodiarekiko perpendikularra den eremu elektriko bat aplikatuta, lor daiteke hark infragorritik ultramore urrunerako tarte osoan igoerle duela argia, eta igoerlearen erraz kontrolatzea.

Gailuaren funtzionamendua nanohodien berezko akatsak (edo eragindakoak) erabiltzean datza. Hain zuzen, nanohodiaren hormako hutsuneei esker da posible igoerlearen kontrolatua. Hutsunea horiek boro atomo bat falta delako sortzen dira, eta akats hori ohikoa da haren fabrikazioan.

Proposatutako gailuaren soiltasuna nabarmendu du Rubiok: "Akatsekin funtzionatzen duen gailu bat da, eta eraikitze eta kontrolatzeko erraza dena. Ohiko transistoreek bezalako konfigurazioa du, eta proposatzen dugun egitura honek funtzionatuko luke gaur egungo gailuetan". Muga, momentuz, ekonomikoa da. Izan ere, boro nitrurozko nanohodi oso gutxi ekoizten dira oraindik, eta ez dago eskala komertzialean prozesu hori ekonomikoki bideragarria egiteko moduko sintesi-prozesurik.

Ikerketaren emaitza *Scientific Reports* aldizkarian argitaratu dute. ●



EHUko NanoBio Espektroskopia taldeko zuzendari Angel Rubio. ARG.: ARGAZKI PRESS.

berriaren estilo liburua Orain, paperean.



10€

BERRIALAGUNA* bazara,
webgunetik ere eskatu dezakezu, zure kodea erabiliz:

berria.info/kioskoa

promozioak atalean

berria

Argi, zehatz eta
erakargarri idazteko
hainbat baliabide,
BERRIaren estilo
liburuan bildurik.

Atal teorikoarekin,
formatu txikiko liburua
osatu dugu, beti eskura
izan dezazun erabiltzaileok
maizenik bilatzen dugun
horren aukeraketa bat.

BERRIALAGUNENTZAKO
ESKaintza BEREZIA

7€

ESKARIAK EGITEKO
943-30 43 45

Estilo liburua sarean
etengabe eguneratua:
berria.info/estiloliburua

Zerbaiten bila ibili eta aurkitu
ez baduzu, galdetu lasai
galde-erantzunen leihoan.



Jarraitu iezaguzu

@estiloliburua

Bularreko minbizian, erresistentziaren giltza SOX2 proteina dela argitu dute

CIC bioGUNEko ikertzaileek aurrerapauso garrantzitsua eman dute bularreko minbi-ziaren tratamenduarekiko erresistentzia ulertzeko. Hain zuzen ere, pazienteen herenak edo gehiagok ez diote ondo erantzuten ohiko tratamendu hormonalari, tamoxifenoaren bidezkoari. Orain, Galdakaoko ospitalearen eta Preteimagen klinikaren lankidetzarekin, erresistentziaren gakoa zein den argitu dute CIC bioGUNEko ikertzaileek.

MBO Molecular Medicine al-dizkarian argitaratu dute ikerketa, eta, haren arabera, SOX2 proteina da giltza. Izan ere, SOX2 genearen espresioa

handia denean, tamoxifenoarekiko sentikortasuna gutxitu egiten da, bai *in vivo*, bai *in vitro*. Eta alderantziz: SOX2 genea isilaraziz gero, tamoxifenoarekiko sentikortasuna areagotu egiten da minbizizeluletan.

Beraz, erlazio zuzena dago SOX2 proteinaren eta erresistentziaren artean. Maria Vivanco ikerketa-buruaren esanean, "gure ikerketan parte hartu duten emakumeetan, tratamenduarekiko erresistenteak ziren guztietan ikusi dugu SOX2 proteina gehiago zutela tratamenduari ondo erantzun dietenak baino". Gainera, minbizia birsortzen



Maria Vivanco ikerketa-burua. ARG.: CIC BIOGUNE.

duten zelulek iraun dezaten ere laguntzen du SOX2 proteinak. Horrenbestez, SOX2 proteina biomarkatzaile egokia izan daitekeela uste du Vivancok: "Proteina-maila begiratura, tratamenduarekiko erantzuna aurreikusteko aukera dugu".

Erresistentzia ematen duen proteina identifikatzeaz gain,

nola eragiten duen ere ikusi dute. Nonbait, SOX2 proteinak Wnt izeneko seinaleztapen-bidea aktibatzen du, eta horren ondorioz bihurtzen dira erresistente minbizizelulak. Eraitza hori bat dator Wnt seinaleztapen-bidearen akatsak minbiziarekin lotzen zirela erakusten zuten beste ikerketa batzuekin. ●

± 18 presta ezazu zure etorkizuna aldizkaria orain zure tablet eta sakelako telefonoan



Deskargatu
Unionline
aplikazioa





Jar iezaiezu aurpegia Elhuyar anaiei



Juan Jose Elhuyar

Fausto Elhuyar

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

Sormena. Elkarlana. Dibulgazioa.

elhuyarkide izan

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

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

www.elhuyar.org/bazkidetza

Zuk ere Elhuyar izan nahi duzu?

65
€/urtean



Deskontuak eta
abantailak produktuetan.
Proiektuetan parte
hartzeko aukera

elhuyar

Irudi medikoetan tumoreak mugatzeko tresna berri bat garatu dute Nafarroan

Irudi medikoetan garuneko eremuak automatikoki mugatzen dituen software bat garatu du Nafarroako Unibertsitate Publiko Adimen Artifizialeko eta Arrazonamendu Hurbileko taldeak (GIARA). Lan horregatik saria eman dio Logika Lausoaren eta Soft Computing-aren Europako Elkarteak.

“Guk gizakiaren arrazonamendua, gizakiaren garunaren funtzionamendua simulatzen duten makinak sortzen ditugu, softwareak dira kasu gehienetan”, azaldu du Humberto Bustincek, GIARA taldeko buruak.

Irudi medikoetan tumoreak zehatzago mugatzen laguntzen du softwareak. Eta, horri esker, gaixotasunen egoera ezagutu dezakete. Ikerketa, zehazki, erresonantzia magnetikoaren bidez lortutako garuneko irudien azterketan oinarritzen da.

Irudien segmentazio prozesuari laguntzen dio programak: “Tumorearen irudia fondotik, atzealdetik, bereiztea da helburua. Ebakuntzaren unean tumorearen muga zehatz non dagoen jakiten lagun diezaioke medikuari —dio Bustincek—.

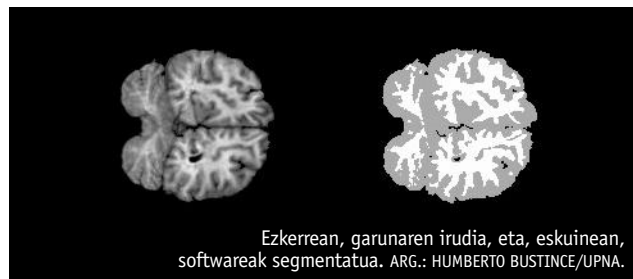
Muga hori definitzea ez da batere erraza, eta horretarako pixel bakoitza aztertzen dugu”.

Erresonantzia bidez jasotako datuekin irudia osatzerakoan, aukeraketa egin behar du programak. Hau da, tumorearen parte diren pixelak zehaztu behar ditu. Matematikari esker, ezaugarri komun batzuk dituzten irudiko pixelak objektu beraren zatitzat jotzen ditu softwareak.

“Tumorearen barrualdean jarritz gero, tumorearen barrualdeko azken pixela zehaztuko dugu; aldiz, tumorearen kanpoaldean jarrita, tumorearen kanpoaldeko azken pixela izango da muga —azaldu du Humberto Bustincek—. Horiek bi aukera ezberdin dira, eta, medikuntzan, egoera hori izugarria izan daiteke. Garuneko ebakuntza batean, adibidez, hiru milimetroko aldeak pertsona bat ahotsik gabe uztea suposa lezake”.

Medikuen erabaki onenen mailan

Softwarearen eraginkortasuna neurtzeko, kasu bati buruz hamar medikuk hartuta-



ko erabakiekin alderatu dituzte programaren emaitzak. “Ziurtatu dezakegu softwareak emandako aukera medikuek hartutako erabaki txarrena baino hobea dela, eta erabaki onenen mailan dagoela”, gaineratu du Bustince irakasleak.

Algoritmoak, gainera, badu beste abantaila bat: denbora errealean ematen du emaitza. Izan ere, irudi medikoak aldatu egiten dira denboran, eta askotan denbora-tarte txikian. “Oro har, algoritmo hauek oso motelak dira; guk prozesua hobetzea lortu dugu, eta softwareak berehala ematen du emaitza”, ziurtatu du GIARA taldeko ikerketa-buruak.

Medikuei erabakiak hartzen lagun diezaiokeen erreminta bat dela diote ikeritzaileek, baina nabarmendu dute azken erabakia beti medikuak berak hartu behar duela. ●



Ordulari bat DNAn

Era askotako lorratzak uzten ditu adinak gorputzean, baina, Kaliforniako Unibertsitateko ikertzaile batzuek erakutsi dutenez, DNAn uzten duena ordulari bikaina izan daiteke ehunak eta organoak nola zahartzen diren neurtzeko. Adinean aurrera egin ahala, aldatu egiten da DNAREN metilazio-maila, eta horretan oinarritu dira ikertzaileak ehunen adina iragartzeko.

Metiloak etengailuen modukoak dira: geneak itzaltzen dituzte. Eta, metilazio-maila bizitzan zehar nola aldatzen den ikusteko, 51 ehun- eta zeula-motaren 8.000 lagin osasuntsu, eta 6.000 minbizidun aztertu dituzte. Eta 353 markatzailetan jarri dute arreta. Markatzaile batzuen kasuan metilazioak gora egiten du zahartu ahala, eta beste batzuetan behe-

ra. Hori kontuan izanda, ehun osasuntsuen adina zehaztasun handiz iragarritzen duen ordularia lortu dute. Jaioberrien laginetan zero inguruko balioak ematen ditu ordulari horrek, eta balio negatiboak jaio aurreko laginetan eta zehula pluripotente indutuzetan.

Bestalde, ikusi dute emakumeen bularrak gorputz bereko gainerako ehunak baino bizpahiru urte zaharragoak izaten direla, metilazioaren ordulariaren arabera. Bularreko minbizia duten emakumeen kasuan, berriaz, tumorearen ondoko ehun osasuntsua gorputzeko gainerako ehunak baino 12 urte zaharragoa da. Eta 20 minbizi-motatako ehunak ehun osasuntsuak baino 36 urte zaharragoak direla ere ikusi dute. *Genome Biology* aldizkarian argitaratu dute lana. ●



**ELHUYAR
ANAIK**



74 **W**

Elhuyar efektua gehitu zaitez!

CAF
ELHUYAR
sariak 2013

DIBULGAZIO-ARTIKULU ORIGINALAK

Dibulgazio-artikulu orokorrak

2.000€

Egilearen doktore-tesian oinarritutako
dibulgazio-artikuluak

2.000€

ZIENTZIA KAZETARITZAREN ARLOKO LANAK

2.000€

ZIENTZIA GIZARTEAN SORKUNTZA-BEKA

5.000€

SORMENA

DIBULGAZIOA

ELKARLANA

DIZIPLINARTEKOTASUNA

Laguntzaileak



elhuyar

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, HIZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA GALA
Hezkuntza Politikako Sailburuordetza

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA
Vicesecretaría de Política Lingüística



**Bergarako
Udala**





KEN BUESSELER

Wood Hoods Ozeanografia
Institutuko ikertzailea (WHOI)

ARG.: TOM KLEINDINST, WHOI

“Zientzilariorok badugu
ardura, eta nik neuk [Fukushiman]
eraginen bat izatea espero dut”

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

Wood Hoods Ozeanografia Institutuko Ken Buesseler ikertzailea hasieratik aritu da Fukushimako zentral nuklearretik ihes egindako erradioaktibitatea aztertzen; hasieran, TEPCO konpainiak emandako datuekin, eta, gero, lekuan bertan berak jasotako laginekin. Haren ustez, Japoniako erakunde ofizialek ez dute nahikoa egin egoera aztertzeko eta bideratzeko; horregatik, aditu independenteen parte-hartzearen beharra aldarrikatzen du.

Txernobyngo gertakariarekin alderatuta, Fukushimakoaren ondorioz isotopo erradioaktibo gehiago ari dira iristen itsasora. Zer neurritan iristen dira eta zer eragin dute?

Baliteke guztizko isuriak txikiagoak izatea Fukushima Txernobylen baino; baina ozeanoaren ertzean dagoenez, eta hozteko erabilitako ur pila bat, zuzenean edo lurpetik, itsasora doanez, ozeanora isuritakoa Txernobylen baino 2-5 aldiz handiagoa da.

Hasieran, 2011n, ozeanoko kontzentrazioak, tokian bertan, oso altuak ziren. Gero jaitsi ziren arren, hilabete batzuen ondoren igo egin ziren: oraindik ere entzuten ari garen isuri jarraitu horien seinale goiztiar bat ziren.

Berez, isotopo erradioaktiboen inpaktua kezkarria da lehorrean itsasoan baino, gizakiengan zuzenean eragin dezaketelako; izan ere, ozeanoan berehala diluitu eta kostatik urrun dauden ur-lasterrekin nahasten baitira. Hala eta guztiz ere, zesioaren moduko isotopoak arrainetan metatzea bada kezkatzekoa gizakiontzat. Horren ondorioz, hain zuzen, zenbait kostako arrantzategi garrantzitsu itxi behar izan dituzte, eta horrek milioika dolarreko galera ez ezik, ikuspuntu lokaletik eta kulturaletik garrantzitsua den elikagai bat galtea ere ekarri die.

KEN BUESSELER



Biokimika eta Biologia Zelularrean lizentziatua da, eta Itsas Kimika doktorea. Gaur egun, Wood Hoods Ozeanografia Institutuko ikertzailea da (WHOI), eta isotopo erradioaktiboen ikerketan dago espezializatuta, lurrean zein itsasoan. Fukushima inguruko uren erradioaktibitatea ikertu aurretik, Gerra Hotzaren garaian egindako proba nuklearren arrastoak ikertzen aritua da Atlantikoan, eta baita Itsaso Beltzean ere, Txernobyletik ihes egindako isotopo erradioaktiboak aztertzen.

Nola ari zarete ikertzen isotopo erradioaktiboen bilakaera itsasoan? Zer teknika erabiltzen dituzue?

Ontzi ozeanografikoarekin laginak hartu eta laborategira eramaten ditugu. Gero, Fukushimako isotopo erradioaktiboak naturaletatik bereizten ditugu, eta aztertzen egiten ditugu. Adibidez, zesio-isotopoak aztertzeko metodo erabilienetako bat gamma-desintegrazioa neurtea da.

Zer ondorio nagusi atera dituzue orain arteko ikerketetatik?

Isotopo erradioaktiboei jarraipena egitea ez da nahikoa. Ozeanografoen jakintzarekin osatu behar dugu, jakiteko, adibidez, nola eragiten duten itsas lasterrekin partikulen nahastean, eta esateko zergatik den zesio-kontzentrazioa mila aldiz handiagoa leku jakin batean beste batean baino, edo ulertzeko nola metatzen den kate trofikoan, edo zergatik zesioaren zati txiki bat joaten den itsas hondora eta zenbat denboran geratuko den hor.



“Fukushima eta Ozeanoa” Oceanus aldizkariaren zenbaki berezitik hartutako zati esanguratsu batzuk

2013ko udaberrian argitaratu zen zenbaki berezi hori, eta azalean, izenburuarekin batera, galdera hau azaltzen da: “Zer ikasi dugu aurrekaririk gabeko ozeanora egindako kutsatzaile erradioaktiboen isuritik?”.

Aldizkariak sei artikulua ditu: Japoniako hondamendi hirukoitza (lurrikara, tsunamia eta zentral nuklearrak eragindakoa); Isotopo erradioaktiboak ozeanoan; Nola ari da eragiten itsas bizidunei Fukushima isuria; Arrainen eta itsaskien segurtasuna eta politika (elikaduraren aldetik); Osasun-arriskuak, eta komunikazio-hondamendia. Horietatik, batez ere lehen hiruretan azaltzen dira Buesselerren adierazpenak.

Hain zuzen, lehen artikuluan, Buesselerrek gogorarazten du Daiichi zentraletik isuritako erradioaktibitatearen % 80 itsasora joan zela, eta ez lehorreara; hortaz, alderdi horretatik, “okerragoa” izan zitekeela iritziz dio Buesselerrek.

Hala ere, isuri erradioaktiboa ozeanoan sekula izandako handiena zen. Hasiar, zentral nuklearraren jabe den TEPCO konpainiak emandako datuak aztertu zituen Buesselerrek. Dioenez, “nahiko denbora igaro zen, kutsaduraren neurria argitzen hasterako”. Azkenean, [2011ko] apirilaren 6an, zentralaren kanpoaldeko uretan zesio-137aren kontzentrazioa 60 milioi Bq/m³-koa zela jakinarazi zuten; “ikaragarri altua”, alegia.

“Orduan hasi ginen kezkatzen”, aitorzen du Buesselerrek. Eta hara joateko ahaleginak egiten hasi zen. Aste batzuen ondoren, zientzialari-talde bat biltzea lortu zuen, baita beharrezkoa zuen diru-laguntza ere; eta ekainean eman zioten ur-laginak hartzeko baimena. Joan zirenerako, zesio-kontzentrazioa askoz txikiagoa zen, Kuroshio izeneko itsas lasterraren eraginez: “Normala baino altuagoa izan arren, animalientzat edo pertsonentzat arriskutsuak diren mailatik behera” zegoen. Japoniarren dietan arrainak duen garrantzia aintzat hartuta, oso albiste ona zen.

Alabaina, *Science* aldizkarian 2012ko urrian argitaratutako artikuluan erakutsi zuenez, arrain-mota askotan zesio-kontzentrazioak ez ziren jaisten ari. Eta galdera asko erantzunik gabe jarraitzen zuten. Hala ere, Buesselerren esanean, “helburua ez da alarma sortzea edo inor errudun jotzea, baizik eta ikerketa zientifikoaren azterketa bat egitea ikusteko zer dakigun eta zer ez Fukushima isuritako kutsatzaileen gainean, zer bilakaera duten itsasoan, eta zer ondorio izan dezaketen itsas ekosistemetan eta pertsonen osasunean”.

Hala, *Oceanus* aldizkariaren hurrengo artikuluan, itsasoko isotopo erradioaktiboetako buruzko informazioa agertzen da: zer dagoen, zenbat eta noiz arte. 2011ko

hondamendian, gehien bat iodo-131, zesio-134 eta zesio-137 isuri zirela argitzen du Buesselerrek: “Guztiekin eragiten dituzte kalteak osasunean, baina iodo-131k 8 eguneko erdi-bizitza baino ez duenez, azkar desagertzen da ingurunetik. Aldiz, beste biek 2 eta 30 urteko erdi-bizitzak dituzte, hurrenez hurren, eta, beraz, urteak eta hamarkadak igaroko dira desagertzera”.

Fukushima pareko kostatik 30-600 km-ko itsas eremuan egindako espedizioetako batean, baieztatu zuen “erradioaktibitate-maila altuenak kostatik gertu” zeudela, baina ez Fukushima parean, baizik eta hegoaldean, Ibaraki prefekturatik gertu. Horrek erakutsi zien ur-lasterrekin garrantzi handia zutela. Horrenbestez, gerora, arreta handia jarri diote faktore horri, eta ozeanoko ur-lasterren eredu bat sortu dute.

Ereduari esker, isotopoek egiten duten ibilbidea ulertzen ari dira, nahiz eta, Buesselerrek aitortzen duenez, “hutsune esanguratsuak” dituzten oraindik, batez ere, hondoratzen diren eta arrainetan metatzen diren isotopoen jarraipenean. Gainera, isotopo erradioaktiboak naturaletatik ere bereizi dituzte, eta erradioaktibitate-katea aztertu dute, erradiazio-mota bakoitzean. Azken finean, Buesselerrek dioenez, “erradioaktibitatez inguratuta bizi gara; arriskua dosian dago”.

Azkenik, hirugarren artikuluan, Fukushima erradiazioak itsas bizidunetan duen eragina azaltzen da. Kate trofikoak aztertuta, batez ere zesio-134 eta zesio-137 isotopoak aurkitu dituzte planktonean eta arrain-laginetan, ez, ordea, iodo-131a. Eta, zorionez, zesioa oso neurri txikian kontzentratzen da kate trofikoan. Alde horretatik, beraz, datuak nahiko lasaigarriak dira.

Hala ere, ikertzaileek badute beste kezka bat: erradioaktibitate-maila ez da jaisten ari denborarekin. Haien ustez, iturrietako bat itsas hondoko jalkinetan metatzen den erradioaktibitatea izan daiteke, “eta hamarkadak iraun dezake”.

Azken hiru artikuluetan, Buesseleren protagonismoa txikiagoa da, baina, guztien artean, Fukushima hondamendiak itsasoan izandako ondorioei buruzko ikuspegi osatua ematen dute.



Ken Buesselerrekin batera, Japoniako zientzialariak ere aritu ziren uretako erradioaktibitatea aztertzen, 2013ko irailean. ARG.: WHOI.



Ken Buesseler, Fukushima-ko uraren inguruko. ARG.: WHOI.

Zure iritziz, zer egin dezakete Tepcok eta Japoniako gobernuak egoera hobetzeko? Uste duzu beste norbaitek ere parte hartu beharko lukeela?

Inolako zalantzarik gabe, bai: Japoniak nazioarteko adituak gonbidatu behar ditu ozeanoa jasaten ari den ondorioak ikertzeko. Duela gutxira arte ez dute laguntzarik eskatu garbiketa-lanetarako...

Gobernuko agentzien parte-hartzea ez da nahikoa. Ondorioen azterketa inpartziala egiteko, energia nuklearraren erakundeei eta haien babesleei independente diren Japoniako, Estatu Batuetako, Europako eta beste herrialdeetako adituak behar dira.

Orain arte egin dena baino gehiago egin behar da, gero eta eszeptikoagoa bihurtzen ari den publikoari aurkezteko emaitzak.

Zein da zu bezalako ikertzaileen ardura? Eraginik izan dezakezue edo izan beharko zenukete, alderdi jakinen batean? Zertan, zer neurritan?

Bai, zientzialariok badugu ardura, eta nik neuk espero dut eraginen bat izatea. Laudorio asko jaso ditut gure lanarengatik, adibidez, *Oceanus* aldizkariaren zenbaki berezia eta FAQ orri bat WHOI-ren webgunean, aldizkari zientifikoetan argitaratutako artikuluek gain.

“Gaur egun erradioaktibitate handiagoa dago tanke eta erregai-barretan 2011n igorri zena baino”

Zer eszenatoki aurreikusten duzu epe labur edo ertainera?

Nire kezka nagusia tankeetatik eta eraikinetik ateratzen diren isuriak gelditzea da, baita kutsadura garbitzeko sistemak eraginkorrak izatea ere. Horrek lehentasuna izan beharko luke, erreaktoreen kanpoaldeko urmaeletan dagoen erregai erabiliaren segurtasuna bermatzearekin batera. Tamalez, gaur egun erradioaktibitate handiagoa dago tanke eta erregai-barretan 2011n igorri zena baino; beraz, edozein istripu berrik, hala nola lurrikara batek, hasierako gertaerak baino kalte handiagoa eragin dezake. ●



IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

HARDWARE LIBREA

Seguruenik, denok entzun dugu inoiz “software libre” terminoa. Batzuentzat, friki batzuek erabiltzen dituzten sistema eragile eta bestelako programak besterik ez da; dakitenek badakite askoz gehiago dela, baina, entzun, guztiok entzun dugu zerbait horri buruz. Hardware librea berriagoa eta ezezagunagoa da, baina gero eta gehiago zabaltzen ari da, eta etorkizunean zeresan handia emango du.

Ez al duzue sentrazioa gailu elektronikoak, eta baita bestelakoak ere, gero eta itxiagoak eta ilunagoak direla? Lehen aparatuak (telebistak, ordenagailuak...) ireki, funtzionamendua ulertu, konpondu eta berriz muntatu egin zitezkeen; baina, gaur egun, gero eta zailagoa da. Eta ez da soilik aparatuek konplexutasunean irabazi dutelako, nahita egin dute hori fabrikatzaileek: ez dakarte torlojurik irekitzeko, eta hautsi beste aukerarik ez dago; irekiz gero, bermea galtzen da; osagai guztiak plaka bakarrean integratuta doaz... Haustura gertatzen bada, nahiz eta atal txiki batena izan, dendara eraman beste aukerarik ez da izaten. Han, dendakoak ere egoera berean egoten dira sarri: fabrikatzaileari bidali besterik ezin dute egin, edo esaten dute hobe eta merkeagoa dela beste bat erostea. Eta hori ez da gertatzen soilik ordenagailu eramangarriak edo tableta moduko gailu elektronikoekin; etxetresnetan edo autoetan gero eta maizago gertatzen den irudipena dut.

Aldi berean, gero eta gehiegikeria handiagoak ikusten dira patenteekin eta jabego intelektuala babesteko beste sistemekin. Egun, benetako asmakizunak babestu baino, kontzeptu oso lau-soak edo aurrez existitzen ziren ideiak ere patentatzen dituzte enpresa handiek, enpresa berrien eta aurrerapenaren kalterako.

Horrek guztiak boterea, autonomia eta aurrezteko aukera kentzen dizkigu erabiltzaile eta kontsumitzaileoi, eta baita saltzaile txiki eta beste bitartekoei ere. Eta ahalmen eta kontrol gero eta handiagoa hartzen dituzte ekoizleek eta marka handiek. Haien eskuetan gelditzen gara denok.

SOFTWARE LIBREAREN BIDETIK, HARDWARE LIBREA

Lehenago, softwarearen munduan ere gertatu zen fenomeno hori, 2012ko martxoan esaten genizuen bezala. Ordenagailuak unibertsitateetan eta horrelako tokietan besterik ez zeuden garaietan, hacker filosofia zen nagusi, eta softwarea modu

irekian partekatzea ohikoa zen. Baina 1980ko hamarkadatik aurrera, softwarea patentagarria bihurtu zen eta ordenagailuak etxeetan hedatu ziren. Eta negozio-aukera bihurtu ziren unetik, enpresak softwarearen kode bitarra edo konpilatua soilik saltzen hasi ziren, eta erabilera-lizentzia batekin banatzen. Lizentzia horietan, softwarea erabiltzeko —eta ez beste ezertarako— baimena ematen digute; hau da, softwarea erabil dezakegu, baina ez da gurea, eta ezin dugu aldatu, konpondu edo hobetu, ezta guretzat soilik egiten badugu ere. Gutxi gorabehera gaur egun hardwarearekin, hau da, gailuekin, gertatzen den gauza bera.

Baina gero software librearen mugimendua sortu zen, softwarea exekutatzear gain hura aztertzeko, hobetzeko eta are birbanatzeko eskubidea aldarrikatzen duena. Horretarako, nahitaezkoa da softwarearen iturburu-kodea irekia izatea. Filosofia horri jarraikiz, jende eta enpresa askok programa ugari garatu dituzte. Linux sistema eragilea izan zen aitzindarietakoa, eta, ondoren, oinarritzko programa asko garatu dira (Firefox nabigatzailea, LibreOffice ofimatika suitea...). Mahai gaineko ordenagailuetan horiek ez dute zabal-kunde handiegirik, baina software librea nagusi da beste arlo askotan, hala nola superordenagailuetan, webeko azpiegituran, telefono mugikorretan eta abar.

Hardwarearekin, orain, filosofia bera duen mugimendu bat sortu da: hardware libre. Mugimendu horretan, gailu teknologikoen hardwareari buruzko informazio guztia (planoak, eskemak, zirkuitu integratuen diseinua, muntatzeko argibideak...) eta software guztia irekiak eta libreak dira. Hala, software librearekin bezala, gailuok edozein enpresa txikik ekoizti, saldu, aldatu, hobetu eta birbanatu ditzake, eta aurrerapena sustatzen da eta monopolioak saihesten. Eta erabiltzaileok ere gailuen gaineko kontrola eskuratzen dugu, haiekin nahi duguna egin baitezakegu: muntatu, ireki, aztertu, konpondu, hobetu...

ARDUINO, GURE GAILU ELEKTRONIKO PROPIOAK EGITEKO

Hardware librearen munduan, Arduino dugu aitzindari eta ezagunenetako bat. Arduino hardware libreko plaka batek eta mikrokontrolagailu batek osatzen dute, garapeneko ingurune batez gainera. Hainbat sarrera analogiko eta digital ditu, non sentsoreak edo etengailuak konekta baititzakegu, eta hainbat irteera, motorrak edo eragingailuak konektatzeko. Osagai guztiak merkeak dira, eta guk munta dezakegu Arduino plaka bat, osagaiak erosi eta planoak ikusita; edo jada osatutakoa eros dezakegu. Azkenean, ordenagailu txiki eta merke bat da; baina ordenagailuen ohiko sarrera (teklatura, sagua...) edo irteeren (pantaila, inprimagailua...) ordeztu, guk nahi ditugun sentsore eta motoreak jar ditzakegu.

Hala, sarrera-irteeretan behar ditugun sentsore, motor eta abarrak konektatuta, eta garapeneko ingurunearen bidez programa bat idatzita, nahi dugun etxetresna, aparatua edo gailu elektronikoa egin dezakegu. Hain behar espezifiko arrarotarako den eta inongo ekoizlek egingo ez lukeen baina gure beharretara ederto egokitzen den aparatu hori, bada, guk geuk egin dezakegu. Horrelakorik baliatu nahi izanez gero, Internet beteta dago jendeak Arduinorekin egindako gailuen plano, instrukzio eta bideoekin, eta Arduinoren webgunean bertan jendeak partekatutako morderak bat dago: garajeko atea telefono mugikorrarekin irekitzeko gailua, leihoak ixten dituen tren pasatzen denean zaratarik ez izateko, robotak... Ideia zoroak ere milaka daude, baina Arduinorekin egin litezkeenak dira: iluntzen duenean argiak pizteko eta pertsianak ixte-

ko gailua, komuneko haizagailua martxan jartzeko duena metanoa detektatutakoan...

Eskola askotan erabiltzen da Arduino, informatika eta elektronika irakasteko, eta baita enprestan prototipoak egiteko ere. Arduinori buruzko dokumental bat ere badago (Arduino The Documentary).

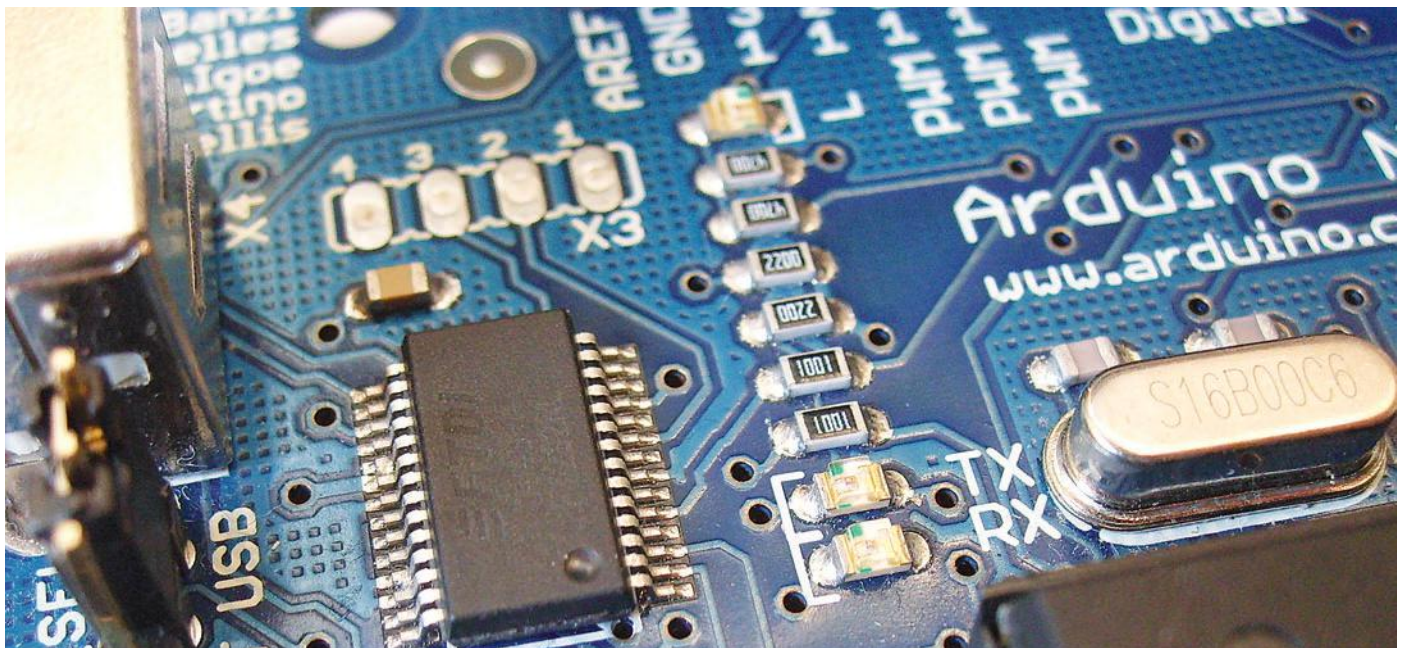
MOTA GUZTIETAKO HARDWAREA, LIBRE

Arduino oso oinarritzeko plaka programagarri txiki bat da, harekin gero nor bere gailu elektronikoa egiteko balio duena. Baina horrek eskatzen du ausartzea, eta elektronika eta informatikako gutxieneko ezagutza batzuk izatea. Oso egokia gailuen tripetan eskuak sartzea gustatzen zaigun hackerrentzat, baina ez hainbeste, akaso, azken erabiltzaileentzat.

Hala ere, gaur egun, edonolako gailuak aurki daitezke hardware libre gisa: ordenagailuak (asko eta mota askotakoak), tabletak, smartphoneak, argazki- eta bideo-kamerak, irratiak, ordenagailuen osagaiak (PUZak, txartel grafikoak...), 3D inprimagailuak, robotak, bideokontsolak... eta baita automobilak ere!

Hardware libre oso interesgarria da gailuak erostean eta erabiltzean gain haien gaineko kontrola izatea atsegin dugunontzat: desmuntatu, nola funtzionatzen duen jakin, konpondu... Horregatik, oso aproposa da hezkuntzarako, edo garabidean dauden herrialdeetako jendeak aukera izan dezan gailu elektronikoak izateko. Oraingo berri samarra bada ere, teknologia libreari buruz asko entzungo dugu etorkizunean. ●

“Hardware libre oso interesgarria da gailuak erostean eta erabiltzean gain haien gaineko kontrola izatea atsegin dugunontzat”



ARG.: DUSTY DINGO/CC-BY-SA



ARG.: © THOMAS WHIPPS/123RF

Lehen hiztunaren bila

ANA GALARRAGA AĪESTARAN
Elhuyar Zientzia

Noiz egin zen gizakia mintzatzeko gaitasunaren jabe? Gure espeziearen aurrekoak ere mintzatzen ziren? Zientzialariak galdera horien erantzunen bila dabilta, eta mintzatzen azkenetakoak Max Planck Institutuko ikertzaileak izan dira. Haien esanean, orain arte onartuta zegoen baino askoz lehenago hasi zen gizakia hitzez komunikatzen. Alabaina, ez da haiena izan azken hitza, hipotesi horren aurka azaldu baitira beste ikertzaile batzuk.

Uztailean argitaratu zuten Max Planck Institutuko bi ikertzailek, Dan Dediuk eta Stephen Levinsonen, mintzamenaren sorrerari buruzko eztabaida berpiztu duen artikulua. Izenburu esanguratsua du: *On the antiquity of language: the reinterpretation of Neandertal linguistic capacities and its consequences*. Hain zuzen ere, horixe egin dute artikuluan bi ikertzaileek; alegia, neandertalen

hitz egiteko ahalmenari buruzko datuak eta ikerketak bildu, aztertu eta interpretatu dituzte, eta ondorioak ere atera dituzte.

Haien ondorio nagusia da hizkuntza modernotzat jotzen duguna ("recognizable modern language", haien hitzetan) ez zela gizaki modernoaren batera jaio, askoz ere lehenago baizik. *Homo* generoaren ezaugarria dela proposatzen dute, eta, gutxienez, neandertalen eta gaurko gizakia-
ren arbaso komunak bazuela hitz egiteko gaitasuna. Hala, haien arabera, duela 500.000 urte inguru sortu zen hizkuntza modernoa, eta ez duela 50.000-100.000 urte, orain arte gehienek onartu izan duten bezala.

Ondorio horretara iristeko, arrazoi linguistikoak, genetikoak, paleontologikoak eta arkeologikoak eman dituzte artikuluan; horien artean, Ignacio Martinez Mendizabal Atapuercako ikertzaileak egindako lan bat ere aipatu dute.

HIZTUNA, ENTZULE

Martinezek ikerketa hura 2004ean argitaratu zen PNAS aldizkari ospetsuan, eta berritzailea izan zen, mintzamina ikertzeko bide berri bat ireki baitzuen. Martinezek berak kontatu du nola: “Hitzak ez dira fosil bihurtzen, ezta haiek ahoskatzeko erabiltzen diren ehunak ere. Hortaz, duela 500.000 urte Atapuercan bizi ziren hominidoek hitz egiten ote zuten jakiteko, beste bide bat topatu behar genuen”.

batzuen ustez, orain arte onartuta zegoen baino askoz lehenago hasi zen gizakia hitzez komunikatzen.

Izan ere, Martinezek gogorarazi duenez, aurretik, beste ikertzaile batzuk saiatu ziren ondorioak ateratzen garezurren barrualdeko itxura aztertuta, eta laringea ikertuz ere ahalegindu ziren beste batzuk. “Baina ez zuten baliozko emaitzarik lortzen. Orduan, barne-belarriko hezurak ikertzea bururatu zitzaigun guri; hain zuzen ere, hezur horiek gure ahotsa, gure hitzak, entzuteko egokituta daude.”

Martinezek taldeak egindako lanaren arabera, ahazko hizkuntzak funtsezko informazioa ematen du 2 Hz-tik 4 kHz-ra doan maiztasun-tartean, eta gure entzumenak sentiberatasun berezia du tarte horretan. Txinpantzeek eta beste antropoide gehienek, ordea, ez omen dute berezitasun hori. Horrenbestez, alde hori kontuan hartuta eta eredu fisikoak erabiltuta, barne-belarrien anatomia eta entzumen-gaitasuna ikertu zituzten Atapuercako Hezurren Osineko hominidoen fosiletan. Eta ondorioztatu zuten garai hartako hominidoek gaur egungo gizakien antzeko entzumena zutela.

Fosil haiek *Homo heidelbergensis* espezieko banako batzuenak ziren. Orain arte onartutako hipotesien arabera, espezie hori neandertalen arbasoa da, baina ez gaur egungo gizakiarena. Beraz, Ignacio Martinezek eta bere taldekideek duela ia hamar urte proposatu zuten orain Max Planckeko ikertzaileek esan dutena.

Nolanahi ere, Max Planckekoek bere lana aintzat hartu izana aitortza moduko bat da Martinezentzat: “Gure ikerketa argitaratu genuenean, ez zetozen bat orduko paradigmarekin. Batetik, aditu entzutetsuenek ondorioztatu zutelako paleontologian oinarrituta ezin zela ezer frogatu. Eta, bestetik, gehiengoak onartzen zuen hitz egiteko gaitasuna zuen espezie bakarra gizaki modernoa zela. Are gehiago: gure espeziean ere duela 40.000 urte agertu zela uste zen”.

Martinezek iritziz, ideia horren atzean argudio hau zegoen: erregistro paleontologikoa alde batera utziz gero, erregistro arkeologikoa baino ez da geratzen, eta erregistro arkeologikoan pentsamendu sinbolikoa ondoen erakusten duen aztarna horma-arte da. “Eta duela 40.000 urte hasi zen gizakia hormak margotzen, ez lehenago”, gogorarazi du Martinezek.

FOXP2 GENEAREN ALDAERA BERBERA

Dena den, aditu guztiak ere ez zeuden ados horrekin, eta, azken urteotan, neandertalak hobeto ezagutzeko datuak izan ahala, orduan eta aditu gehiagok onartu dute haiek ere bazirela nolabaiteko pentsamendu sinbolikoaren jabe. Baina horrek hitzaren jabe ere egiten ditu? Martinezek oso litekeena dela uste du.

“Gure ikerketa kaleratu eta urte gutxi batzuk geroago, FOXP2 geneari buruzko artikulua argitaratu zuen Krauseren eta Lalueza-Foxen taldeak. Artikulu hartan [*The derived FOXP2 variant of modern humans was shared with Neandertals*], neandertalek eta guk genearen aldaera berbera dugula erakutsi zuten. Orduetik, lehen ezezkoan zeudenetako batzuk neandertalek gure antzera hitz egiten zutela pentsatzen hasi ziren”, dio Martinezek.

Ignacio Martinez Mendizabal

Atapuercako aztarnategiko ikertzaile nagusietako bat da, eta Paleontologiako irakaslea Alcalá de Henareseko Unibertsitatean. Giza eboluzioa eta portaera ikertzeko zentro mistoaren koordinatzailea ere bada (Madrilgo Unibertsitate Konplutensea eta Carlos III Osasun Institutua). ARG.: MEH.





Itziar Laka

Itziar Lakak garunaren eta hizkuntzaren arteko harremana ikertzen du. Doktore-tesia nazioarteko ikerketa-zentrorik garrantzitsuenetako batean egin zuen, Massachusettsko Teknologia Institutuan, eta munduko hizkuntzalaririk onenekin gainera, Noam Chomsky-rekin eta Kenneth Hale-rekin. Egun, Euskal Herriko Unibertsitatean ari da ikertzen.

ARG.: IÑIGO IBAÑEZ.

FOXP2 genea mintzatzeko ahalmenarekin erlazioatutako geneetako bat da, eta Dediu eta Levinson Max Planckeko ikertzaileek ere aipatzen dute ikerketa hori beraiek argitaratutako lanean, beste ikerketa genetiko berriago eta zabalago batzuekin batera. Guztiak aintzat hartuta, ondorioztatzen dute “berdinak ez izan arren, neandertalak, denisovarrak eta gaurko gizakiak oso antzekoak” zirela.

Hala eta guztiz, onartzen dute agian neandertalek eta denisovarrek bazituztela hizkuntza modernoaren zutabe genetikoak, baina balitekeela “gizaki modernoak haiei aurrea hartu izana parametro jakin batzuetan: hitz egiteko erabilitako soinu-sortan, hizketako abiaduran, sintaxiaren konplexutasunean, hiztegiaren neurrian...”

ELKARRERAGINAREN ONDORIOAK

Dena dela, anatomiako eta genetikako datuak ez ezik, beste alderdi askotako datuak ere bildu eta aztertu dituzte Max Planckekoek, hala nola kultura eta bizimodua, populazioa eta giza taldeen neurriak, auzi linguistikoak... Azkenean, puzzle baten piezak balira bezala elkarrekin jarrita, ondorioztatu dute neandertalek eta guk “antzeko hizketa eta hizkuntzak” genituela.

Horren barruan, lau balizko egoera irudikatu dituzte. Lehenengoaren arabera, guk neandertalen hizkuntzak hartu ditugu. Aukera horri ez diote sinesgarritasun handirik eman, bestela Afrikako eta gainerako hizkuntzen artean eten handia egon beharko bailuke. Bigarren egoera da nean-

dertalek elkarrekintza txikia izan zutela gurekin, eta, izan zutenean, gure hizkuntza hartu zutela. Hirugarrenagoan, hizkuntza berri bat jaioko litzaiteke bien arteko elkarrekin, baina hori ere baztergarria iruditu zaie.

Laugarrena, ordea, gerta zitekeelakoan daude. Haien iritziz, bi taldeak denbora luzez egon ziren elkarrekin leku eta garai batean baino gehiagotan; horren seinale lirateke Ekialde Hurbileko arrasto ugariak. Tarte horietan, teknologiaren eta materialen trukea, batez ere, norabide bakarrekoa izan zen; gizaki modernotik neandertalera, hain justu. Baina beste leku batzuetan, Melanesian esaterako, trukea bi norabideetan izan zen, eta, seguru asko, horrekin batera, hizkuntza ere trukatu zuten.

*beste zenbaiten iritziz,
Max Planckekoek ez dute froga
nahikorik halako aldarrikapen
deigarriak egiteko.*

Horrez gain, beste ikertzaile batzuen lanetan oinarrituta, iradoki dute litekeena dela Papua eta Australia aldeko hizkuntzen ezaugarri batzuk hango gizaki modernoek denisovarrekin izan zuten harremanetik eratorritakoak izatea. Eta austronesiar hizkuntzen sinplifikazioa, berriz, Homo floresiensis gizakiarekin izandako elkarreaginaren ondorio.

ERANTZUNA ETA ERREMEDIOA

Martinezentzat Max Planckeko ikertzaileek egin dako lana goraipagarria den arren, kritikak ere jaso ditu. Bat, argitaratu duten lekuan bertan, *Frontiers in Psychology* aldizkariaren webgunean. *Neanderthal language? Just-so stories take center stage* izenburua du kritikak, eta egile nagusia Massachusetts Teknologia Institutuko (MIT) Robert Berwick ikertzailea da.

Berwickek beste bi ikertzaileekin batera sinatutako artikulua ez da luzea baina bai zorrotza. Hasieran diotenez, “Dediuk eta Levinsonek ohiz kanpoko bi aldarrikapen deigarri batu dituzte”. Batetik, gizaki modernoak eta neandertalak espezie bera eta bakarra zirela; eta, bestetik, hizketa eta hizkuntza antzinakoak direla, eta neandertalen eta gizaki modernoaren arbaso komuna haien jabe zela, duela 500.000 urte.

Alabaina, Berwick eta haren lankideak ez dute bat egiten Max Planckekoek interpretazioarekin,

eta hiru akats leporatu dizkiete ondorio horietara iristeko egindako bidean: “azterketa hautakorra, interpretazioan zalantza frogak erabiltzea behin betiko oinarri gisa, eta ebidentzia ebolutiboen gabezia” gaitasun linguistiko modernoak azaltzean.

Hortik abiatuta, kritikaren egileek hiru akats edo hutsune horietan sakondu dute, eta, azkenik, ondorio honetara iritsi dira: “Laburbilduz, Dediuk eta Levinsonen egindako adierazpen apartak ez dira oinarritzen aurkeztu dituzten frogetan. Are gehiago, zalantza egiten dugu ba ote dagoen inolako frogarik adierazpen horiek babesteko”. Esaldi honekin amaitu dute Max Planckeko ikertzaileen lanari erantzunez argitaratutako artikulua: “Oraingoz, espekulatzeari uko egitea izan daiteke erremediorik onena”.

KOMUNIKAZIOA EZ DA HIZKUNTZA

Hain zuzen, horixe da Itziar Laka Mugarza EHUko hizkuntzalariak erabili duen hitza Max Planckeko ikertzaileek argitaratutako lanari buruz iritzia eskatuta: “Espekulazio hutsa iruditu zait”.

Zergatia azaltzean, neurri handi batean, bat etorri da Berwicken eta beste bi lagunen erantzuna-

rekin: “Nire iritziz, ematen dituzten frogetatik ezin da ondorioztatu haiek aldarrikatzen dutena. Adibidez, FOXP2 ez da hizkuntzarako ebidentzia. Inork ez du eztabaidatuko guk eta neandertalek FOXP2 genearen mutazio berbera dugula, eta lehenagotik datorrela. Eta badakigu soinuak ahoskatzeko abiadurarekin duela zerikusia. Baina hori ez da hizkuntza. Gauza bat da hizkuntzarako ezinbesteko baldintza izatea, eta beste bat, hori aski izatea hizkuntza izateko. Eta ez dakit ezta ezinbestekoa denik ere, ez baitakit zer zeregin duen FOXP2 geneak keinu-hizkuntzan. Gainera, badira beste gene batzuk hizkuntzarekin lotura zuzenagoa dutenak, bereziki ASPM genea, eta horiei buruz ez dute ezer esan”.

Barne-belarriaren frogarekin ere antzeko zerbait gertatzen dela uste du Lakak: “Eduki dezakezu belarria egituratuta maiztasun jakin batzuk bereziki ondo entzuteko, baina horrek ez du esan nahi, ezinbestean, hizkuntza bat duzula eta maiztasun horietan ahoskatzen dituzula hitzak. Izan ere, giza hizkuntza entzumenaz askoz harago doa; badira entzumenik ez baina hizkuntza baduten gizakiak. Berriz ere, beharrezko baldintzat har liteke gehienez, baina ez da baldintza nahikoa”.



Keinu-hizkuntza hizkuntza bat da, eta horretarako ez dira beharrezkoak soinuak ahoskatzeko ezinbestekoak diren egiturak.



Egiten dituzten beste aldarrikapen batzuk ere ebidentzia sendoan oinarritu gabeak direlakoan dago. Laka, adibidez, *Homo sapiens* espeziea Afrikatik atera eta gero izandako aldaketez: “Esan esaten dute, baina zertan oinarrituta?”.

Nolanahi ere, hutsunea hizkuntza zer den itxuratzean bertan dagoela uste du: “Hizkuntzaren fenotipoa gehienek uste dutena baino zaharra goa dela esaten dute. Oso ongi. Baina zein da hizkuntzaren fenotipoa? Hortik hasi beharko genuke. Izan ere, alde batetik komunikazioa dugu. Komunikatzeko ez dago hitzen beharrik; espezie asko komunikatzen dira hizkuntzarik gabe. Eta beste alde batetik dugu hizkuntza”.

Lakak azaldu duenez, giza hizkuntza guztiek dituzte hitzak, fonemak, perpausak, sintagmak... “Hori da hizkuntzaren fenotipoa, eta ez da soinuak azkar egin ahal izatea. Horrek laguntzen du, ados, eta hizkuntza, garunean, beste hamaika gauzarekin dago erlazionatuta, baina gauza horiek beharrezkoak izateak ez du esan nahi horiekin nahikoa denik”. Keinu-hizkuntzaren adibidea erabiltzen du berriro: “Ahozko hizkuntzaren egitura guztiak ditu, eta ez da ahoskatzen; hortaz, FOXP2a ez da fenotipoaren erdigunea”.

Onartu du, dena den, artikuluak erakusten duela hizkuntza izateko behar diren aurrebaldintzak aspalditik zeudela. “Ez dago ebidentziarik, ordea, esateko hizkuntzaren jabe zirela. Gainera, badaude hizkuntzarekin estu lotutako beste aldaera genetiko batzuk, eta horiek gerora sortu dira, eta gure espeziearenak bakarrik dira”.

Lakaren iritziz, eztabaida guztiaren atzean bi ikuspuntuen arteko talka dago: batetik Chomskyrena, eta bestetik Max Planckeko bi ikertzaile horiena. Chomskyren arabera, neandertalek ez zuten guk bezala hitz egiten; hain zuzen, gure espeziea duela 100.000 urte inguru egin zen hizkuntzaren jabe, eta gaitasun hori bat-batean agertu zen gudan. Aitzitik, Max Planckekoek uste dute hitz egiteko gaitasuna pixkanaka joan zela agertzen, aldaketa genetikoaren eta kulturalen metaketa baten ondorioz, eta askoz ere lehenagotik, duela 500.000 urtetik, hominidoek bazutela hizkuntza.

“Niretzat, hor dago eztabaida honen guztiaren gakoa”, dio Lakak. “Eta kontua da oraingoz ez dugula ebidentzia nahikorik egia ezagutzeko”. Noiz amaituko da eztabaida? Hau da Lakaren erantzuna: “Genetika molekularren bidez hizkuntzaren mapa genetiko osatutakoan. Baina hori lortzetik oso urrun gaude oraindik”. ●

Munduan hitz egiten diren hizkuntza guztiek ezaugarri berberak dituzte oinarrian. ARG.: WORLD BANK PHOTO COLLECTION/CC BY.

dena den,
hizkuntza izateko
behar diren
aurrebaldintzak
aspalditik daude.

zientziaazoka

elhuyar da

galdetu.ikertu.lortu

2013-2014

Zientzia Azokan parte hartuz gero:

- Ikerketan eta proiektu teknologikoetan jardungo dira gazteak
- Tokian egiten den ikerketaren berri izango dute, gertu-gertutik
- Gazteen arteko esperientzia-trukeak biziko dituzte
- Ikertzaileen lana lehen eskutik ezagutu ahal izango dute
- Kanpoko beste esperientzia batzuetan ere parte hartzeko aukera izango dute

Ikertzaile profesionalen aholkuarekin!

Zientzia Azoka ekimena gazteek garatutako proiektuen azoka da. Ikasturtean zehar, taldeka, gazteek erabakitzen duten gaiaren inguruan arituko dira lanean: galdetzen, ikertzen, diseinatzeko, eraikitzen, eta esperientzia berriak bizitzen.

Bidean, ikertzaile profesionalen laguntza jasotzeko aukera izango dute, abenturak eta bizipenak konpartitzeko, eta gazteen lana bideratzen laguntzeko.

Antolatzailea:

elhuyar
Zientzia

Kolaboratzaileak:

Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

upna
Universidad
Pública de Navarra

Deusto
Facultad de Ingeniería
Ingeniaritza Fakultatea

GOI ESKOLA
POLITEKNIKA
ESKOLA
POLITEKNIKA
SUPERIOR

MONDRAGON
UNIBERTSITATEA

tecnalia
Corporación Tecnológica

IK4
Research Alliance

BTEK
BIZI TEKNOLOGIA

Babeslea:

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, IKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SAIA
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA

Laguntzaileak:

Donostiako Aquariuma, Gaztezulo,
Gipuzkoako parketxeak, Karpin Abentura,
Skunkfunk, Sobrón Aventura.



Kontaktua:

zientzia-azoka.elhuyar.org
zientzia-azoka@elhuyar.com
@ZTgela · 943 36 30 40

IZASKUN LANDAIDA LARINGOITIA

Emakunde-Emakumearen Euskal Erakundeko zuzendaria



GENEROA

zientziaren eta teknologiaren arloan

Emakumeak zientzia eta teknologiaren sistematik bazter utzita daude, jakina da. Fenomeno hori aztertzean, hiru kontzeptu gogoan hartu behar ditugu, beti: ikasketak hautatzerakoan generoak eragiten duen arraila, arlo horretan nagusitzen den androzentrismoa eta lan-merkatuan emakumeek dituzten zailtasunak.

Ikerketa askok erakusten dutenez, generoak arraila handia markatzen du oraindik ere neska-mutilen artean ikasketak aukeratzeko garaian. Neskek joera handiagoa dute humanitate-gaietarako; mutilak, berriz, zientzia eta teknologiarako. Derrigorrezko eskola-garaia amaitutakoan ikasketak aukeratzean, orduan agertzen da, nabarmen, generoak eragindako desberdintasuna. Bai lanbide-heziketan bai unibertsitate-aurreko nahiz unibertsitateko mailetan, ederki ikusten da generoak nola dauden banatuta aukeraturako ikasketetan. Unibertsitatean, osasunaren zientzietan, ikasleen hiru laurden baino gehiago emakumeak dira; alabaina, inge-

niaritzetan eta arkitekturan, gizonezkoak dira gehienak. Orotara, ikasketa teknikoak —batez ere, ingeniartzak eta arkitektura— arlo oso maskulinizatuak dira.

Oro har, emakumeak kopuruz gehiago diren ikasketak gizartean emakumezkoenak jotzen diren rol edo elementuekin lotutakoak izaten dira, adibidez, hezkuntzarekin edo zaintza fisiko, emozional, elikadurazko edo sozialarekin lotutakoak. Feminizatutako graduen bereizgarri den besteenganako joera hori ez da ondo errotzen, nonbait, ikasle gehienak mutilak diren graduetan, askoz izaera enpresarial, industrial eta instrumental markatuagoa dutelako (izaera maskulinoa tradizioz). Datuok generoaren ikuspegitik irakurriz gero, burura etortzen zaigu zer mekanismo ikusezin ote dabilen hor atzean, lanbide-aukeran generozko rolak eta joerak sekulakotzen.

Neska ikasleen emaitza akademikoei buruzko azkeneko datuek erakusten dutenez, mutilen parekoak edo hobeak dira nesken emaitzak bai unibertsitate-aurreko ikasketetan bai unibertsitatekoetan; hortaz, zientzia eta teknologiako alorretan hain emakume gutxi egotea ez da neskek gaitasun gutxiago dutelako, baizik, inkontzienteki, bizkarra ematen diotelako dizi-

plina horien ikasketei ematen zaien teknozientziaren ikuskerari jakinari.

Zientziari buruzko ikerketa sozialak eta eskolako zientzietako genero-azterketak biltzen dituen “Generoa eta Zientzia” ikerketa-ildoaren ekarpenek agerian utzi dute zientziaren irakaskuntza-ikasketak ez daudela subjektu neutro batentzat bideratuta, eta ez dutela ez eduki ez metodologia orekaturik ere; alderantziz, estrategia jakinak diseinatzen dituzte zeinak, praktikan, ikasleen interesak eta aurreko esperientziaren eraginez, ikasketa nahiz lanbide zientifiko-teknikoak aukeratzen dituzten emakumeak baztertzera jotzen duten.

Norberaren gaitasun akademikoei buruzko pertzepzioa ere ezberdina dela erakusten du azterketak. Neskek uste apalagoa daukate beren gaitasunei, errendimenduari eta etorkizuneko arrakastari buruz, baita mutilak bezain ondo edo hobeto egiten badituzte ere normalean gizonezkoen zeregintzat hartzen ditugun zeregina. Alabaina, ez dute beren buruez hain uste apala normalean emakumezkoen zeregintzat hartzen ditugun zereginetan, eta horrek erakusten du benetan estereotipoek itzelezko eragina daukatela norberak bere buruaz daukan kontzeptuan. Eta ez dugu ahaztu behar, gainera, askotan

diziplina zientifikoetako irakasleek, joeraz, gehiago jarduten dutela gizonezko ikasleekin, eta nesken aldean, gehiago indartzen dituztela.

Jakina, ezin dugu hezkuntza-sistemaren lepoan jarri zientziaren eta teknologiaren arloan gertatzen den generokeriaren errua, ez erabat, behintzat; baina nola nahi ere, orain arte ez bezalako identitate femenino eta maskulinoak eraikitzen lagunduko duen eskolako kultura zientifikoa izan behar dugu helburu, horra iritsi behar dugu.

 **Ahalegina egin behar dugu ikerketak emakumeei buruzkoak ere izateko, emakumeek emakumeentzat eginak.**



Jakintza zientifiko esaten zaionaren oinarri androzentrikoaren gainean eraiki da pedagogiaren metodologia tradizionala, eta, hala, arrazional, objektibo, abstraktu, logiko eta enpresa handietara bideratua bihurtu da. Ikuspegi horrek, ordea, ez ditu aintzat hartzen emakumeen jakintza eta esperientzia, nahiz emakumeek ere, bakarka nahiz multzoan, laguntza ederra eman izan duten bitzita sostengatzen eta garatzen belaualdiz belaualdi. Jakintza horren parte bat eguneroko bizimoduko ikasbidea da: etxeko lanak egitea edo ingurukoak zaintzea, eta halakoak beti gutxietsita egon dira alor akademikoan.

Fisikako programak betidanik maskulinoztat jotzen diren arloetan zentratzen dira oraindik ere, adibidez, mekanika, elektri-

zitatea edo magnetismoan, eta arreta gutxiago ematen zaie ustez behintzat neskak erakarriko lituzketen gaiei, hala nola energia nuklearra, fenomeno meteorologikoak edota fisikaren aplikazioak medikuntzan edo artean.

Eta ezin dugu ezikusia egin emakumezko zientzialari zientifiko eta teknologo gutxi, edo batere ez, egoteari, horrek ere kalte egiten dielako neskei, jarraitzeko eredu femeninorik eduki ezinik.

Azkenik, bada beste faktore garrantzitsua bat kontuan hartu beharrekoa emakumeek zientzian duten papera aztertzeko: lanbidean aurrera egiteko emakumezko zientzialariek eta teknologoek topatzen dituzten oztopoak. Gainerako arloetan

ere izaten dute emakumeek oztopoa eta zailtasuna, baina arlo honetan are gogorragoa izan da emakumeenganako bazterkeria.

Ahalegina egin behar dugu ikerketak emakumeei buruzkoak ere izateko, emakumeek emakumeentzat eginak; alegia, kontua ez da gero eta emakume zientzialari eta teknologo gehiago egotea, baizik eta emakumeen bizi-kalitatearen eta interesen mesederako ikerketak ere egin daitezela. Berdintasunerako bide hau ez da emakumeen mesederako bakarrik; ikerketa justuagoa eta objektiboagoak ere ekarriko ditu, egunero bizimodua hobetzen lagunduko dutenak. ●

Ohar interesgarriak:

- * Alor honetako ikasbideetan, generoaren estereotipoak gainditzin dituzten bokazio tekniko-zientifikoak sustatzeko estrategiek merezi dute nabarmentzea. Ikasturte honetan EAEko lehen hezkuntzako hamar eskolatan aplikatu da (Zientziari So programa: www.zientziari.org, UPV-EHUK bultzatuta).
- * 2000. urtean, zientzia-erakundeetako erantzukizuneko postuetan emakumeak urri direla ikusita, ETAN txostena prestatu zuen Europar Batasunak, eta emakumeek zientziaren arloan daukaten posizioari buruzko datu kualitatiboak eta kuantitatiboak jakinarazi zituen.

- * *Objetivo 15* proiektua, Espainiako Parke Zientifiko eta Teknologikoen Elkartek (APTE) eta Berdintasun Ministerioak bultzatutakoa. 2009. urtean abiatu zen, parke zientifiko eta teknologikoetako emakumeei Espainiako enpresa kotizatueta administrazio-kontseiluetan sartzen laguntzeko. *Objetivo 15* proiektuari esker, Bizkaiko Parke Zientifiko eta Teknologikoak emakume zuzendarien sare bizi-bizia sortu zuen, batzuen eta besteen esperientziak elkarri banatzeko eta zuzendaritza-mailan berdintasuna indartzeko helburuz.

ETTORE MAJORANA

Desagertzea erabaki zuen jenioa

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

1960. Buenos Airesko hotel batean, afaltzen ari den gizon bati begira dago zerbitzaria. Ez du lehenago inoiz ikusi, baina atentzioa eman dio paperezko ahozapietan formula matematikoak idazten aritzeak. Ettore bezala. Hurbildu egin da, eta esan egin dio: “Badakizu ezagutzen dudala gizon bat gauza bera egiten duena? Noizean behin etortzen da, eta ahozapietan matematika zirriborratzen aritzen da hura ere, zu bezala. Ettore Majorana du izena, eta fisikari famatua zen Italian, gerra aurretik, herrialdea utzi eta hona etorri zen arte”.

Carlos Rivera txiletar fisikaria ahozabalik gelditu zen zerbitzariaren hitzekin. Ondo ezagutzen zuen izen hura. Inoizko fisikaririk handienetakoa izatekoa zen; baina 1938an desagertu zen, 32 urte baino ez zituela, eta, geroztik, inork ez zuen ezer jakin hari buruz.

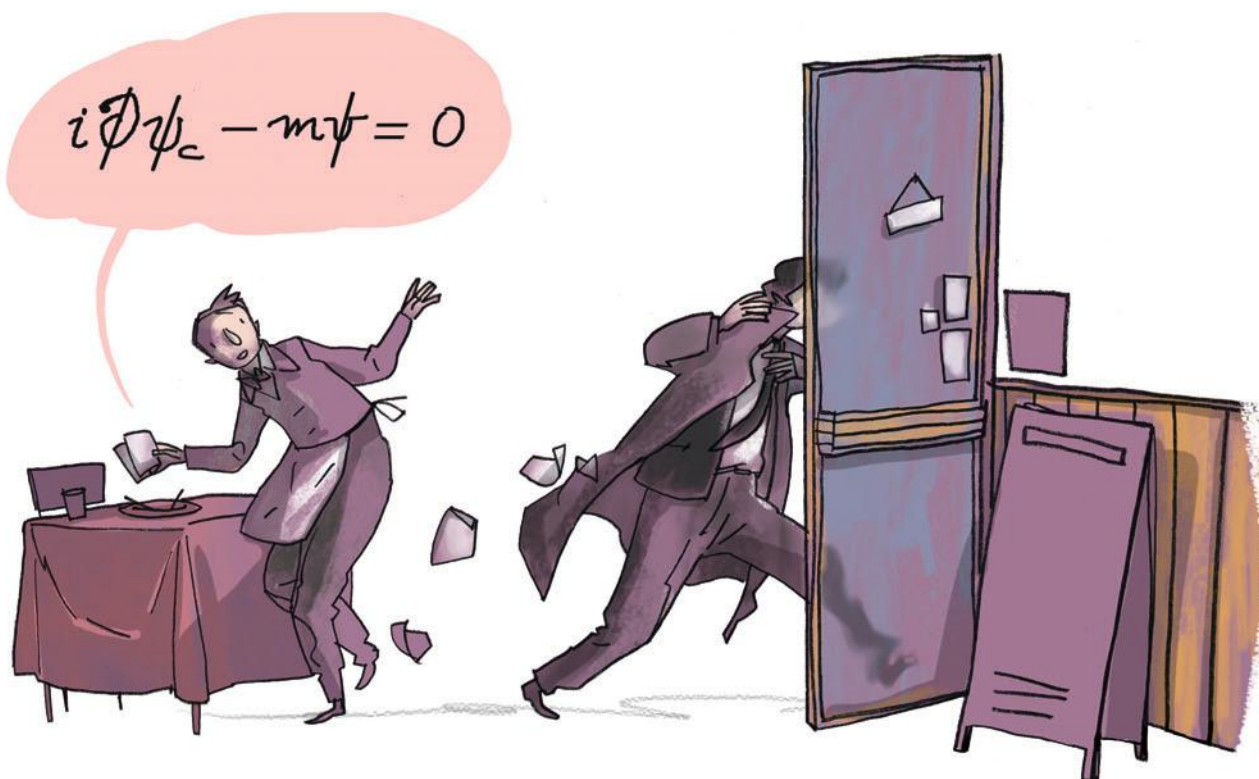
Enrico Fermik berak honela esan zuen, desagertu zenean: “Hainbat kategoriatako zientzialariak daude munduan. Bigarren edo hirugarren mailakoek ahal duten guztia egiten dute, baina ez dira inoiz oso urrun iristen. Gero, lehen mailakoak daude, aurkikuntza garrantzitsuak, zientziaren aurrerapenerako funtsezkoak direnak, egiten dituzten horiek. Baina gero, jenioak daude, hala nola, Galileo eta Newton. Majorana horietakoa zen”.

Hamar urte lehenago ezagutu zuen Fermik jenioa, 1928aren hasieran. Erromako Unibertsitateko Fisika Teorikoko Institutuko zuzendaria zen Fermi, eta 21 urteko gazte siziliar hura etorri zitzaion. Ingeniaritza ikasia zuen, baina Edoardo Amaldi eta Emilio Segre lagunek, haren aparteko adimena ongi ezagutzen zutenek, fisika teorikora pasa behar zuela eta Fermirekin hitz egitera joateko konbentzitu zuten. Fermik zertan ari ziren azaldu zion, eta, besteak beste, atomoaren eredu estatistiko bati buruz hitz egin zion (Thomas-Fermi eredua), zenbaki-taula bat erakusten zion bitartean. Isila eta lotsatia zen. Adi-adi eta ezer esan gabe entzun zuen Fermik kontatutakoa, eta joan egin zen. Hurrengo egunean azaldu zen berriz, kalkuluz betetako orri bat eskuan. Fermiren taula ikusi nahi zuen; bere orriarekin konparatu ondoren, Fermiren lana ongi zegoela esan zuen. Gero, alde egin zuen berriz.

Hurrengo astean Fermirekin doktoretza egiten hasi zen. Urtebetean bukatu zuen tesia, nukleo erradiaktiboen mekanika kuantikoari buruzkoa. Eta Fermirekin jarraitu zuen fisika nuklearra ikertzen. Talde bikaina osatu zuten, “ragazzi di via Panisperma” izenez ezaguna egin zena (institutua kale horretan zegoelako). Talde horretan zeuden Segre eta Amaldi lagunak ere. Taldeko partaide bakoitzak goitizen eliztar bat zuen. Fermi *Papa* zen, eta Majoranari, besteen nahiz bere lanak zorrotz kritikatzeko, *Gran Inquisitore* jarri zioten.

Majoranaren burua ez zegoen inoiz geldi. Tranbian zihoanean, askotan, ideia edo teoria berri bat etortzen zitzaion. Poltsikoe-tan lapitza bilatzen hasiko zen orduan, eta tabako-paketeetan kalkuluak egiteari ekingo zion. Gero, tranbiatik salto egin, eta korrika





institutura. Fermiri edo beste kideren bati azalduko zion ideia, tabako-paketea erakutsiz. “Bikaina! Idatzi eta argitaratu!”, edo antzeko zerbaite esango zioten. Baina, “Bai zera! txorakeria bat da eta!”, izan ohi zen erantzuna. Azken zigarroa erretakoan, zakarrontzian bukatuko zuen zenbakiz betetako paketeak. Kalkulu haiek errazegiak ziren Majoranarentzat, hutsalak.

Halako zerbaite pasa zen Joliotek eta Curiek, jakin gabe, neutroia aurkitu zutenean ere. Senar-emazteek ikusi zuten bazeudela partikula neutro batzuk, materialian sartu eta protoiak kanporatzeko gai zirenak. Fotoiak zirela pentsatu zuten, garai hartan ez baitzen beste partikula neutrorik ezagutzen. Majoranak Fermiri azaldu zion hori ezinezkoa zela, fotoiek ez dutelako masarik, eta protoia kanporatzeko gutxienez masa bereko partikula bat izan behar zuelako. Fermik interpretazio hori argitaratzeko esan zion. Baina ez zion kasurik egin. Hori ere errazegia zen, begibistakoa, edonork egin zezakeen. James Chadwick-ek egin zuen, eta 1935ean eman zioten Nobel, neutroia aurkitzeagatik.

1933aren hasieran Alemaniara joan zen, beka batekin, Werner Heisenberg entzute-tsuarekin lan egitera. Zientzialari bikain batez gain, lagun handi bat aurkitu zuen Heisenbergengan. Baina udazkenean gairorik bueltatu zen Alemaniara; gastritis akutuari eta neurasteniak jota. Handik aurrera, are barnerakoiagoa egin zen. Insti-

tutura gero eta gutxiago joaten hasi zen, lagunekin egoteari ere utzi egin zion. Ia etxetik ateratzen gabe bizi zen.

1937an itzuli zen. Diracen ekuazioekin zerikusia zuen kontu bat azaldu zion Fermiri. Hark, txunditua, berehala argitaratzeko esan zion. Baina, neutroiena gogoan, Fermik berak idatzi eta bidali zuen artikulua, Majoranaren izenean. Egun Majorana fermioi bezala ezagutzen direnak artikulua horretan zeuden. Iaz detektatu zen, lehenengoz, halako bat.

Oso ikasle gutxi joaten zitzaizkion; gehienak ez ziren gai haren lezioei jarraitzeko.

Urte hartan bertan Napolesko Unibertsitateko fisikako katedra hartu zuen. Eta fisika teorikoko eskolak ematen hasi zen. Baina lan hark ez zion onik egin. Oso ikasle gutxi joaten zitzaizkion; gehienak ez ziren gai haren lezioei jarraitzeko.

1938ko martxoan 25ean bi gutun idatzi zituen Napolesen. Bat hoteleko gelan utzi zuen, familiari zuzendua: “Desio bakarra dut: ez jantzi beltzez nigatik. Ohiturak jarraitzeko beharra baduzue, erabili lutorako

beste edozein zeinu, baina hiru egunez, gehienez ere. Gero, gorde nazazue bihotzean, eta, ahal baduzue, barkaidazue”. Bigarren gutuna Antonio Carrelliri bidali zion, Napolesko Unibertsitateko Fisika Institutuko zuzendariari: “Erabaki saihetsezin bat hartu dut. Ez dago neurekoikeriarik erabakian, baina badakit nire ustekabeko desagerpena arazo bat izango dela zuretzat eta ikasleentzat. Barkatzeko eskatzen dizut, batez ere, alde batera utzi izanagatik eskaini didazun konfiantza, adiskidetasuna, eta erakutsi didazun eskuzabaltasuna”. Gau hartan Palermorako ontzia hartu zuen.

Palermotik telegrama bat bidali zion Carrelliri, aurreko gutunari kasurik ez egiteko esanez. Eta gero beste gutun bat: “Carrelli maitea, itsasoak ukatu egin nau, erremediorik gabe. Bihar itzuliko naiz...”. Baina ez zen itzuli.

Hainbat hipotesi izan ziren: suizidioa, monasterio batera erretiratu zela, eskale egin zela... Baina hipotesi horiek indarra galdu zuten jakin zenean desagertu aurretik diru mordo bat ateratzea bankutik. Gero, Hego Amerikara zeramaten pistak agertu ziren: hotel batean ikusi zutela... Baina ez zen inoiz ezer argitu.

Fermik argi zuen; honela esan zion emazteari: “Ettore azkarregia zen. Desagertzea erabaki badu, inor ez da gai izango hura aurkitzeko”.

SATORRAK

dani fano

ILARGIAN



IRUDIA: DANI FANO/CC BY-NC-ND

GIZA GENOMA PROIEKTUAREN ITZULKINAK

AITOR SANTISTEBAN ALDAMA
Zientzia Biologikoetan doktorea

Krisiaren ondorioz murrizketak zabaltzen dira zerbitzu publikoetan, eta zientzia-ikerkuntzan aritzen diren erakundeak ez dira salbuespenak. Finantziazio-arazoek sortutako geldialdi honek etorkizunean ekar litzakeen ondorio ekonomikoak ulertu ahal izateko, etekin ekonomiko apartak eta sekulako aurrerapauso zientifikoak sortzen dituen inbertsio arrakastatsu bat azaltzen da artikulu honetan.

Krisia dela eta, murrizketak heldu dira gizarteko alde guztietara, eta etengabe ikusten dugu hedabideetan oraintsu arte “ongizatearen estatua” izan denaren zutabe nagusiak (osasuna, hezkuntza, lan-baldintzak...) argalduz doazela ostiralero, Ministro Kontseiluak asteko dekretuak plazaratzen dituenean. Estu eta larri dabilta erakunde publikoetako langileak zerbitzu egokiak mantentzeko, eta haien kexek eta erabiltzaileen protestek ka-leak betetzen dituzte egunero.

Baina badago gizarteko beste zutabe bat egoera honetako larritasunak jasaten ari dena, baina hedabideetan hainbeste agertzen ez dena: zientzia, edo hobeto esanda, ikerkuntza. Batez ere Espainia mailan, iker-

kuntza-instituzio nagusietako finantziazio-murrizketek kolokan jarri dute haien iraunkortasuna. Adibide ezagunena CSIC da, ziur asko: 2010etik 500 milioi euroko murrizketari aurre egin behar izan dio, eta une honek ez dago batere argi nola helduko den urte honen amaierara. Maila orokorrean, eta aurtengo apirileko datuekin, Espainiako zientzia-ikerkuntzako inbertsioa % 39 murriztu da 2009tik.

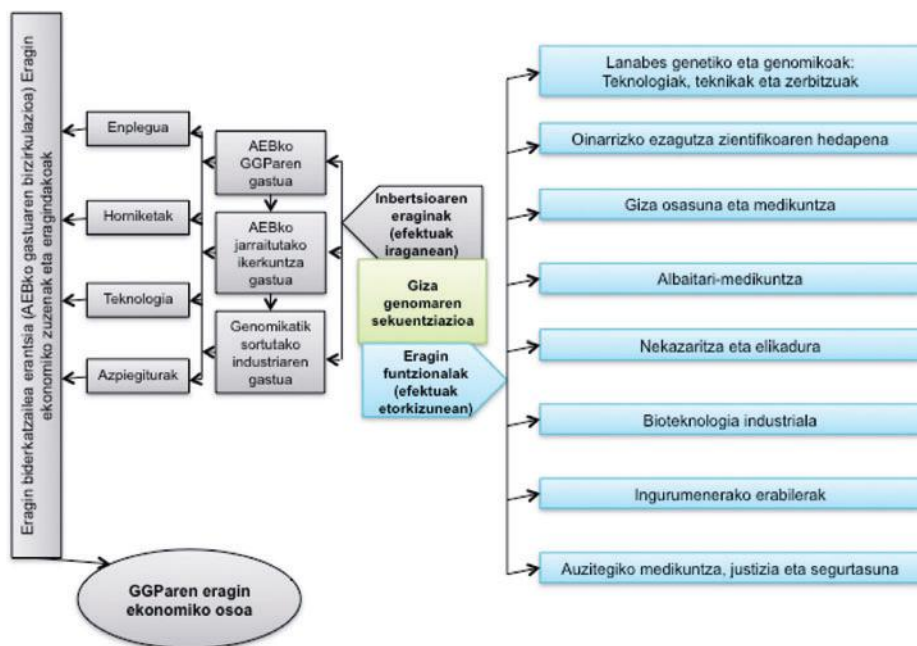
Zientzialarien ustez, murrizketa horiek arriskuan jartzen dute zientziaren etorkizuna Espainian, ikerlanak ezin direlako orain eten eta urte batzuk igarotakoan haiekin jarraitu, geratu zen puntutik aurrera; gehienetan, zerotik hasi behar izaten da berriro, eta ur-

teak pasatuko dira azken hamarkadetan lortutako mailara itzultzeko. Eta zientzialarien iritziz, zientziarik gabe ez dago etorkizunik; hura gabe, gizarteko beste arloen berrikuntza eta garapena lortuko bada, ezagutza eta teknologia kanpotik erosi beharko dugulako.

Zientzian inbertitzea eta etekin ekonomikoak lortzea lotuta daudela zenbateraino den egia ikusteko, adibide bat hartuko dut, azken urteotan mugari bihurtu den adibide bat; batetik, aurrerapauso zoragarria izateagatik zientziaren munduan, eta, bestetik, itzulkin izugarriak ematen ari delako dagoe-neko ekonomian, nahiz eta onura garrantzitsuenak hurrengo urteetan helduko diren etengabe.



IRUDIA: NHGRI



Giza genomaren sekuentziazioaren iraganeko eta etorkizuneko eraginen egitura.

GIZA GENOMA PROIEKTUA (GGP)

Giza Genoma Proiektua 13 urteko lana izan zen, 1990ean hasi eta 2003an amaitu zena ofizialki, 20.000-25.000 gene aurkitu eta argitaratuta. Besteak beste, 3.000 milioi azpiunitateren edo baseren sekuentzia osoa aurkitzea eta sortutako arazo legal eta etikoak aztertzea zituen helburu.

Estatu Batuetako Energia Sailak (DOE) eta Osasun Institutuek (NIH) koordinatu zuten proiektua, eta, geroago, Erresuma Batuko Wellcome Trust elkartu zen, eta zenbait nazioi ere ekarpenak egin zituzten: Japonia, Frantzia, Alemania, Txina eta abar.

Giza genomaren sekuentziazioa da zientzia biologikoaren historian egin den lanik handiena, eta lorpen zientifikoaren artean mugarri modura geratu da. Horren zergatia ulertzeko, datu batzuk emango ditugu: Estatu Batuek zuzendutako nazioarteko proiektu bat izan zen, programa pribatu osagarri batekin; 13 urteko epe laburrean burutu zen, eta, horretarako, beharrezkoa izan zen teknologia aurreratua garatzea eta diziplina anitzeko talde bat osatzea: biologoak, kimikariak, fisikariak, informatikariak, matematikariak eta ingeniariak.

Gaur egun, zientzialariek genoma sekuentziazioa erabiltzen dute erreferentzia moduan; haren egitura eta GGPTik hartutako beste datuak oinarriak dira funtsezko aurrerapenak lortzeko medikuntzan eta zientzian, giza gaixotasunen prebentzioa, diagnosis eta tratamendua helburu izanik.

Gizaki eta organismo eredueta zentratuta dagoen ezagutza hori biomedikuntza-tik harago doa, "iraultza genomikoa" da, eta haren efektua sentituko duten arloak ugari dira: energia berriztagarriak, bioteknologia industriala, alibaitari-zientzia, ingurumen-zientzia, auzitegi medikuntza eta segurtasun publikoa; eta diziplinen artean, zoologia, ekologia, antropologia...

ONDORIO OROKORRAK

1. Giza genomaren sekuentziazioaren eragin ekonomiko eta funtzionalak itzelak dira, eta guztiz zabaldua daude. Hauexek izan ziren 1988tik 2012ra bitarteko giza genomaren sekuentziazioaren proiektuek, eta harekin lotutako ikerkuntza eta jardura industrial zuzen eta zeharkakoek sortu zituzten inpaktuak: 965 mila milioi dolarreko eragin ekonomikoa; 293 mila milioi baino gehiagoko soldata-sarrerak, eta 4,3 milioi lan-urte.

2. Gobernu federalak 3,8 mila milioi dolar inbertitu zituen zuzenean GGPa-n, 2003an amaitu zen arte, eta, gero, beste 9,1 mila milioi, 2012ra arte. Inbertsio horrek 796 mila milioi dolarreko emaitza ekonomikoa sortu zuen 2010era arte, eta 178/1 erlazioko itzulkinak izan zen; hau da, inbertsioaren dolar bakoitzak 178 sortu ditu ekonomian.

3. Urteka hartuta, industria genomikoa 3,7 mila milioi sarrera ekonomikoa eragin zuen 2010an, eta 3,9 mila milioi dolarrekoa, 2012an; eta zergaren ikuspuntutik —zerga federalak eta tokikoak—, 2,3 mila milioi bildu ziren 2010an, eta 2,1 mila milioi dolar, 2012an. Zifra horiek hartuta, ikusten da urte bateko itzulkinak GGPa-ren 13 urteko inbertsio osoaren baliokideak direla; eta 1988-2012 aldia aztertuz, berriz, AEBko biztanle bakoitzeko urtean 2 dolarreko inbertsioa eginez, bilioi bat dolarreko emaitza lortu zela.
4. Dena dela, hasi besterik ez du egin. Giza medikuntzan, nekazaritzan, energian eta ingurumenean eskala handiko etekin onenak heltzeko daude.
5. Esan genezake GGPa dela gaur egungo zientzian egin den eragin handieneko inbertsioa eta zientzia biologikoen aurrerapenerako oinarria.

GGP-AREN ERAGIN FUNTZIONALAK

Baina GGPa-ren eragin ekonomikoa izugarriak izan arren, ez da hori garrantzitsuenak; gure biologiarren, osasunaren eta ongizateaz-

Eraginak	Enplegua (lan-urtetan)	Soldata-sarrerak	Balio erantsia	Emaitza	Itzulkinak zergetan (estatukoak eta tokikoak)	Itzulkinak zerga federaletan
Ondorio zuzenak	780.665	86.656,6	116.738,6	333.401,8	4.259,7	16.100,9
Zeharkako ondorioak	1.504.671	107.760,5	170.397,3	320.525,8	320.525,8	21.682,9
Eragindako inpaktuak	2.066.137	98.310,0	174.552,3	311.696,1	17.805,3	21.146,0
Eragin osoa	4.351.472	292.727,1	461.688,2	965.623,6	34.807,6	58.929,7
Inpaktu biderkatzailea	5,57	3,38	3,95	2,90		

Giza genomaren sekuentziazioaren eragin ekonomiko metatua, 1988-2012 (milioi dolarretan; 2012koak).



ren ezagutza hobetzea baitzen helburu nagusia. Bizitza zuzentzen duten oinarriko prozesu molekularrak argitzeko antolatu zen proiektua, eta, orobat, beste hainbat arlo bereganatuko zituztelako ezagutza eta teknologia genomikoaren aurrerapenak.

Tresna, teknologia eta teknika horien erabilera sortu duen oinarriko ezagutza biologikoaren hedapena ikaragarria izan da, eta paradigma zientifikoaren aldaketa eragin du, hau da, GGPak zientzialariek biologian ulertzeko modua aldatu du.

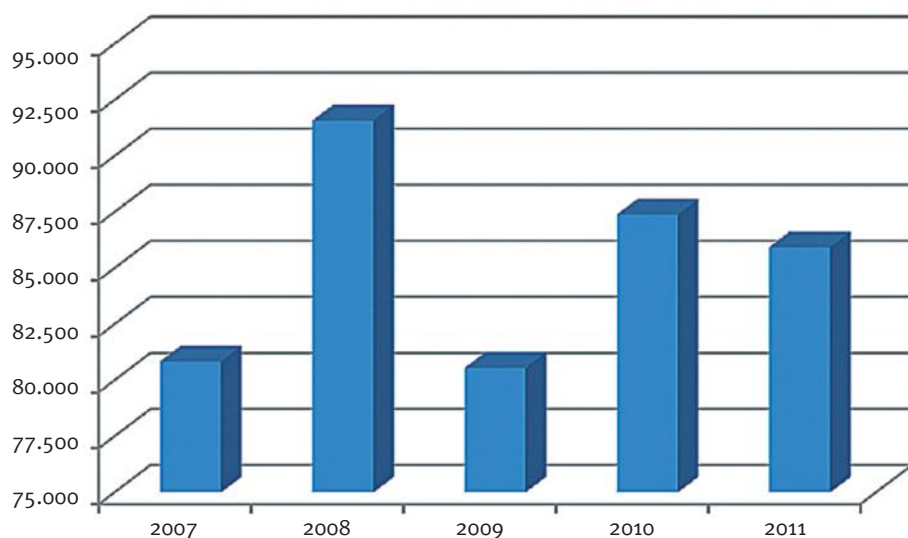
Badago azpimarratzeko beste eginkizun bat ere. DNaren sekuentzia argitzen zihuan heinean, egunero plazaratzen zen Internet bidez, datuak berehala erabili ahal izateko. Informazio genomiko horren erabilgarritasuna dela eta, guztiz eraldatu dira gaixota-

Genomikako sektorea	Enplegu balioztatua					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Bioinformatika	1.120	1.102	1.175	1.084	1.084	1.142
Genetika, genomika eta haiekin erlazionatutako azterketak	4.087	6.095	6.349	6.083	6.083	6.230
Gai biologikoak eta diagnostiko genomikoetarakoak	6.879	6.837	6.865	6.144	6.144	6.331
Lanabes eta hornikuntza genomikoak	16.017	14.851	16.274	15.930	15.930	15.662
I+G/Bioteknologia genomikoa	11.433	11.305	9.352	8.669	8.669	9.324
I+G sendagaietan eta genomika farmazeutikoan	7.009	6.825	8.712	8.468	8.486	8.611
Eragin osoa	46.545	47.015	48.727	48.727	46.396	47.300

Genomikarekin lotutako AEBko industriako sektore pribatuko enplegu berriak.

Erabilera potentziala	Egungo genomikaren aurrerapenak	Aurreikuspenak
Gene bateko gaixotasun mendeldarren diagnostikoa	3.000 gaixotasun monogenikoen gene espezifikoak aurkitu dira. Gaixotasun arraroen diagnostikoa hobetzea lortu da, lehenago gaizki diagnostikatu zirelako edota tratamendu desegokiak jarri zirelako. Jaio aurreko analisi genetikoek aukera ematen dute gaixotasun larri hereditarioen arriskuen berri emateko gurasoei.	Terapia genikoek aukera emango dute gaixotasunak edo desorekak sortzen dituzten anormaltasun genetikoak konpontzeko. Produktu terapeutiko pertsonalizatuak gene akastunak blokeatuko dituzte, edo haien espresioa aldatuko dute.
Gaixotasun zehatzak izateko joera alde aurretik ezagutzea	Minbiziak eta gaixotasun neurologiko, psikiatriko eta kardiobaskularrak izateko joeraren gene eta markatzaile asko identifikatu dituzte.	Test multigenikoen bidez arriskua ezagutzeak aukera emango du operazio terapeutiko egokiak egiteko eta nor bere jokabidea eta bizimodua aldatzeko. Gaixotasun bat agertzeko eta aurrera egiteko faktore genetiko erabakigarriei eragiten dieten ingurumen-eragileak identifikatuko dituzte, egoki tratatzeko.
Genomikari esker aurkitutako sendagaiak; sendagaien zentzuzko garapena deituta	Sendagaientzako iturri berriak identifikatu dira. Tumorearen genomikaren oinarritutako zenbait sendagai salgai daude dagoeneko: Gleevec (leuzemia mielogeno kronikoa), Herceptin (bularreko minbizia), Tarceva (biriketako minbizia) eta Avastin (kolon, birika eta abarretako minbiziak).	Sendagai eta konposatu biologiko berriak garatuko dira, identifikatutako iturri berrien kontra eraginkorrak izango direnak.
Lehenago baztertu ziren zenbait sendagai berriz aztertzea edota gaurkotzea	Onartu gabeko sendagai batzuk azpipopulazio batzuentzat eraginkorrak direla ikusi da: Iressa, adibidez, onartu egin da EGFRren mutazioarako positibo ematen duten gaixoentzat.	Sendagai-kopuru handia egongo da, azpipopulazio zehatz batzuentzat eraginkorrak direla ikusi ostean; hala, botika-industriak merkatutik kanpo geratu ziren sendagai batzuk berreskuratuko ditu.
Infekzio-organismoen aurre egiteko baliabideen identifikazioa	Zenbait infekzio-organismoen genoma sekuentziatu da. Horri esker, haien migrazio eta mutazioen jarraipena egin daiteke. Test genetiko hauek erabiltzen dira dagoeneko GIB/IHES duten gaixoentzako terapietan.	Organismo patogenoen sekuentziazio azkarrak, denbora errealean, giza gaixotasun eta animalien zoonosiei aurre egiteko ahaleginak hobetuko ditu. DNA-txertoak merkaturatzeak aukera emango du immunizatze eta tratamendu pertsonalizatuak egiteko.
Gaixotasun eta desoreka genetikoak tratatzeko terapia genetikoak	Zenbait zailtasun gainditu ondoren, terapia genetikoak arrakasta lortzen hasiak dira. Adibidez, adrenoleukodistrofia, garuneko desoreka hilgarri bat, tratatu da, eta gaitzak aurrera ez egitea lortu da ume-lagin batean.	Zenbait profil genetikoak jaio berriek terapia genetiko eskuragarri izango dute, gene akastunak zuzendu ahal izateko; batez ere, desoreka monogeniko larrien kasuei dagokienez.

Genomika eta giza genomaren sekuentziazioaren erabilera biomedikoak.



EAEko bioteknologiako I+Gko gastuak (mila euro). ITURRIA: EUSTAT.

sunen mekanismoen identifikazioa, gaixotasun eta desoreka genetikoaren diagnosiak, ibilbide metabolikoak eta gaixotasun konplexuetan parte hartzen duten elementu biologikoak argitzea, eta sendagaietarako itu espezifikoaren detekzioa. Halaber, giza DNAREN sekuentzia osoa argitzeak hobekuntzak ekarri ditu biomedikuntzara, esate baterako, terapia genetikoak, txertoen garapena, birsortze-medikuntza, zelula amekin egindako terapiak, eta emailen eta hartzaileen arteko organoen eta ehunen bateragarritasuna.

Baina medikuntzako ohiko arloak zabalteaz gain, DNAREN sekuentziak arlo berriak sorrarazi ditu —farmakogenomika eta diagnostiko personalizatua, adibidez—, gaixoen profil genetikoari dagozkion sendagaiak aurkitzeko eta dosi terapeutikoak doitzeko, eta, hala, eraginkortasuna handitu da, eta albo-ondorio kaltegarriak gutxitu. Minbizi-mota batzuen tratamenduan erabili da jadanik, eta ikusiko dugu farmakogenomika XXI. mendeko iraultza dela medikuntzaren praktikan.

BIOTEKNOLOGIA EUSKAL AUTONOMIA ERKIDEGOAN

Biobask 2010 plana plazaratu zenetik hamar urte igaro diren epe honetan, bioteknologiako sektorea hazi eta finkatu egin da euskal sektore ekonomikoaren artean. Plan horrek, orobat, azpimarratzen du genomikatik sortutako erabilerekin ondorio itzelak izango dituztela, bai ekonomian, bai gizartean. Pro-

zesu bioteknologikoak erabiltzen zituzten 24 enpresa zeuden EAEn 2003an, eta batez beste 100 langile zituzten 40 berri sortzea zuen helburu. EUSTATen datuen arabera, 2011n, batez beste 41 langile zituzten 63 bioenpresa zeuden. Sektore horretan I+G gastatutako kopurua aldatu egin da urtez urte, eta, 2011n, 86 milioi euro izan ziren.

Sektore publikoari dagokionez, mende honetan zientzia ezberdinen bateratzea gertatuko zela ikusita, 2002an, Eusko Jaurlaritzak Ikerkuntza Kooperatiboko Zentroak (CIC siglak ingelesez) zabaltu zituen, non elkartzen baitira ikerkuntzan aritzen diren erakunde publiko eta pribatuak, euskaldunak eta atzerriarrak. Gaur egun, bi zentrok lantzen dute bioteknologia: CIC Biogune, biozientzietakoa, eta CIC Biomagune, biomaterialetakoa; guztira, 250 ikertzaile inguru dira (17 herrialdetakoak) eta 2002-2011 aldian 160 milioi euroko ustiapen-sarrerak kudeatu zituzten.

Sektore gaztea da euskal bioteknologia, eta txikia oraindik beste sektore batzuen aldean. Adibidez, informazioaren eta komunikazioaren teknologien sektoreak, hau da, IKT sektoreak, 2.055 enpresa eta 22.000 langile ditu, eta EAEko BPGaren % 3,2 sortzen du. Ikusi beharko da nola eragiten dion krisiaren kolpeak sektoreari. Alde batetik, ikusi beharko da CIC zentroen maila mantentzea posiblea izango den finantziario publikoa gutxituz gero; bestetik, enpresei dagokienez, larri ibiliko dira berezko egitura nahiko sendoa ez dutenak eta diru-

laguntza publikoak edota kanpo-finantziarioa behar dutenak.

Oraintsu arte epe luzeak behar ziren zientziaren itzulkinak hautemateko, urteak edo hamarkadak kontzeptu berri bat sortzen zenetik haien erabilera praktikoak eskuragarri izan arte. Epeak laburtuz doazen heinean, gero eta argiago ikusten da zientzia eta ikerkuntza oinarritzko tresnak direla herri baten etorkizuna eraiki ahal izateko.

ZIENTZIAREN BEREZKO GARRANTZIA

Nolanahi ere, ikerkuntzaren itzulkin sozial garrantzitsuenak ez dira epe laburrako edo luzeago batean etekin ekonomikoak sortzen dituztenak. Askotan, ezinezkoa izaten da aurretik jakitea zer arazo konponduko dituen zientziak. Adibidez, 1928an, Paul Dirac fisikariak positroiaren existentzia proposatu zuenean, inork ez zuen pentsatuko gaur egun posible izango zenik, positroien igorpenaren bidezko tomografiari esker, gorputzean gertatzen diren zenbait prozesutako hiru dimentsioko irudiak hartzea. Pedro Miguel Etxenikeren esanean, “zientzia ondo trebatua dagoen gizartea askeagoa da erabakiak hartzeko; horretaz aparte, etekin ekonomikoak lortzeko, oinarritzko alderdiaren eta alderdi aplikatuaren garapen harmonikoa eta iraunkorra behar da”. ●

BIBLIOGRAFIA

<http://www.nature.com/nmat/journal/v12/n5/full/nmat3644.html>

<http://www.nature.com/news/anger-as-spanish-funder-claws-back-science-money-1.13345>

<http://feelsynopsis.com/jof/o11/index.html>

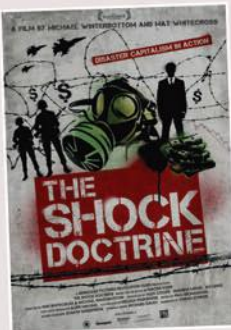
<http://www.battelle.org/site/the-impact-of-genomics-on-the-u-s-economy>

www.eustat.es

“BIOBASK 2010: estrategia de desarrollo empresarial basado en las biociencias en Euskadi”, Eusko Jaurlaritzak, 2003.

<http://www.cicbiogune.es>

<http://www.eitb.tv/es/video/naukas—quantum/2698453634001/2700097412001/capitulo-7/>



dokumentalak.com

Euskarazko dokumentalen biltegia sarean

Ostiralero lan berri bat ikusgai

Anuken egia
Arrhash, pozoina
Banlieues. Pariseko erreboltak
Basque hotel
Bidaia Intimoak
Botilen hilerria
CAN: Kutxa hutsa
Companys eta Agirre azken erbesterantz
Debekatuta dago oroitzea
Egunero
Egunkaria, hamar urte geroago
Elburua Gernika
Euskal Herria: Ezkutuko zorra
Euskararen jatorria: Enigma europar bat
Gudari baten egunerokoa
Haizea eta sustraia
Insumisioa. 20 urte desobeditzen
Iparralde XXI

Dagoeneko 130 dokumental eskura

Irakeko kurduak, bizitza bazterbidean
Iruña-Veleiako misterioa
Itoitz hustu arte
Itsasoren alaba
Langile autonomia
Leku hutsak, hitz beteak
Nire bizi osoa espetxean
Nömadak Tx
Oroitarria
Perurena
Pluja seca - Euri lehorra
Sagarren denbora
Sahara marathon
Salda badago
Santi Brouard. Euskal Herria Osagai. Duintasuna omen
The Yes Men fix the world
Tortura Euskal Herrian

...eta askoz gehiago

**Zure lanen bat kanal honetan sartu nahi baduzu,
jarri gurekin harremanetan:**

multimedia@argia.com

www.twitter.com/dokumentalak

www.facebook.com/dokumentalak

argia.com

EGUZKI BIDEOAK *elkarlanean*



MATEMATIKARI EUSKALDUNAK NONAHI

ELISABETE ALBERDI CELAYA
Matematika Aplikatua Saila, UPV/EHU.
UEUko Matematika Saila

NAIARA ARRIZABALAGA URIARTE
Matematika Saila, UPV/EHU. UEUko Matematika Saila

IRANTZU BARRIO BERAZA
ARANTZA URKAREGI ETXEPARE
Matematika Aplikatua, Estatistika eta I. O. Saila, UPV/EHU.
UEUko Matematika Saila

Aurten, Udako Euskal Unibertsitateak (UEU) 41. udako ikastaroak antolatu ditu. Uztailaren 1etik 24ra bitartean, aukera izan dugu Eibarren, Baionan eta Iruñean, besteak beste, artearen eta musikaren, giza eta gizarte-zientzien, ingeniariaritzaren eta teknologiararen, osasun-zientzien eta zientzien uretan murgildu eta jakinduria gehixeagoz bustita ateratzeko. 38 ikastaro eta 3 jardunaldi eskaini dira. 38 ikastaro + 3 jardunaldi = 41 guztira, udako ikastaroen 41. urtemugari ohore eginez, eta iazko 40. udako ikastaroekin hasitako erreferentzialtasun-kanpainari jarraipena emateko. Jardunaldietako batek matematikari euskaldunak bildu zituen. Uztailaren 18an izan genuen hitzordua Eibarren, Markeskoa jauregian, han egin baitzen Matematikari Euskaldunen I. Topaketa.

Sinboloz betetako hizkuntza erabiltzen dute; teorema, lema eta frogapenen esparruan ondo dakite igeri egiten; euskaraz ere badakite... Alegia, matematikari euskaldunak dira.

UEUko Matematika Saila aspaldian ekimenik antolatu barik egon bada ere, hori ez da matematikari euskaldunen espezia galtzen ari delako seinale, matematikan diharduten euskaldunak gero eta gehiago baitira. Eta matematikaren oinarrian dauden gai teorikoez arduratzeaz gain, beste hainbat eremutara ere zabaltzen da haien lana. Hori horrela izanik, aurten Matematikari Euskaldunen I. Topaketa antolatzea pentsatu zuen UEUk; matematikari euskaldunek elkarren berri izan, beren esperientziak partekatu eta sarea antolatzen hasteko aukera izan zezaten.

Lehenengo topaketa izan denez, ez zen finkatu gai zehatzik topaketarako, eta bakoitzak aukera izan zuen bere jardunarekin lotutako edozein gai buruz aritzeko. Hitzaldi gonbidatu batek, hamabi komunikazio-saiok eta mahai-inguru batek osatu zuten topaketa, eta matematikari euskaldunak existitzen direla frogatu ahal izan zen.

ZERUKO ETA LURREKO MATEMATIKA

Javier Duoandikoetxeak eman zuen hitzaldi gonbidatua, "Zeruko eta lurreko matematikak" izenburupean. Javier Analisi Matematikoko katedraduna da Euskal Herriko Unibertsitatean. Haren ikerkuntza-lana oparoa



UEUko 41. udako ikastaroen kartela.

bada ere, haren jarduera ez da ikerkuntzara soilik mugatzen. Horren lekuko dira historia, hezkuntza edo dibulgazioko esparruetan idatzitako lanak, asko eta asko euskaraz idatziak, gainera. Gogoratu zuen problemak ezinbestekoak ditugula matematikan ikertu ahal izateko. Baina nondik sortzen dira problema berriak? Adierazi zuen batzuk matematikak berak eskaintzen dizkigula, eta badirela matematika mundu errealean erabiltzearen ondorioz sortzen direnak ere. Era

bietakoak aurkeztu zituen, eta luzaroan erantzunaren zain egon diren problema batzuen soluzioaren inguruan agertu diren azken berriei buruz ere aritu zen.

ZER LAN EGITEN DUTE MATEMATIKARI EUSKALDUNEK?

Topaketan, hamabi komunikazio aurkeztu ziren, gai ezberdinak lantzen zituztenak eta guztiak interesgarriak. Matematikari hizlariak EHUtik, Nafarroako Unibertsitate Publikotik, AZTI-Tecnaliatik, Debagoieneko ospitaletik, Toulouseko LAAS Analisi eta Arkitektura Sistemen Laborategitik eta M-mentive Specialty Chemicals-etik hurbildu ziren. Leku ezberdinetako hizlariak, eta oso gai ezberdinak esku artean.

Lehendabizi, egungo gizartean izugarriko garrantzia duten Interneteko sareak modelizatzeko prozesu estokastikoen erabilerari buruz aritu ginen (telekomunikazio-sistemen errendimendua optimizatzeko balio dute). Optimizazioaren ildo beretik, jokoaren teoriari buruz aritu zen beste hizlari bat. Jokoen teoriak gizabanakoen portaera estrategikoen analisia du helburutzat, eta haren bidez, jokalaria hartu beharreko erabakiak ikertzen dira beste jokalariek zer egingen duten kontuan hartuz.

Aztertutako beste arazo bat izan zen noiz gelditu behar den zorizko prozesu sekuentzial bat emaitzarik hoberena lortzeko. Adibidez, lanpostu bat betetzeko dauden hautagai guztiak elkarriketatu beharrean, noiz



Matematikari Euskaldunen I. Topaketako partaideak. ARG.: UEU.

eten behar ditugu elkarriketak, hautagairik hoberena aukeratu dugula bermaturik? Geditze-arauaren problema hori ebazteko bide matematiko espermental bat ikusi genuen, informatika-programa baten bidez.

Matematikak osasun-arloan dituen aplikazioak ere mintzagai izan ziren topaketan. Euskal Autonomia Erkidegoan, 1996. urteaz geroztik erabiltzen den bularreko minbizia- ren detekzio goiztiarreko programaren ebaluaziorako gertaera diskretuko eredua ezagutu ahal izan genuen. Eredu horren bidez, mamografiaren, diagnosi-proben eta tratamenduen kostuak kalkulatzeko dira, baita bizi-kalitateaz doitutako bizi itxaropena ere. Aztertutako osasun-arloko beste gai bat txertoen diseinua izan zen, zehazki, txertoen tamaina. Tamaina handiko txertoak, lan egiteko konplexuak izateaz gain, garestiak dira eta aukera handiagoa dute erreazio autoimmunea eragiteko.

Problema errealak aztertzeaz gain, matematikaren arlo ezberdinetako hainbat garapen teoriko lantzeko parada izan genuen. Aljbraren arloan, adibidez, grafo berezi batzuk, zuhaitz p-adikoak, eta haien automorfismoen taldeak duen portaera bitxia azaldu zizkiguten. Eta topologiaren arloan, multzo baten gaineko erlazio bitarren bidez definituriko semiordena izeneko egitura ordenatuaren propietatez eta irudikagarria izateko bete beharreko baldintzez aritu zen beste hizlari bat. Azkenik, analisi matematikoaren arloan, Schrödinger-en ekuazioaren zenbakizko integrazioaren testuinguruan azaltzen diren zenbait matrizeren esponentzialaren zenbakizko hurbilpena nola egiten den ikasteko aukera ere izan genuen.

2013. urtea Estatistikaren Nazioarteko urtea izanik, ekimen horrek leku berezi bat izan zuen topaketan. Ekimenaren helburuak zein diren jakin ahal izan genuen: estatistikak gizarte hainbat eremutan duen eragina ezagutzera ematea eta estatistika lanbide gisa sustatzea, bereziki goi-mailako ikasleen artean.

AZTI-Tecnaliako matematikariek itsasoari lotuta egiten duten lana azaldu ziguten. Berezi, arrantza-baliabideen kudeaketarako aholkularitzara bideratzen da haien lana. Horretarako, arrain-populazioak ebaluatzen dituzte, eta zer eboluzio izango duen simulatzen dute.

Itsasotik zerura pasatu ginen, aire-kalitatearen kontrolean erabil daitezkeen teknika matematiko-konputazionalak ezagutzeko. Ozono-mailaren azterketa estatistiko deskribatzailea egin eta ozonoa auresateko eredua aurkeztu ziguten.

Amaitzeko, ikusi genuen matematika politika-eremuan ere aplikatu daitekeela, Hego Euskal Herriko azken hamabost urteetako hauteskunde-emaizetan oinarriturik egindako azterlan baten bidez. Herrialde bakoitzeko udalerrien arteko berezitasunak zehaztuz, hauteskundeetako ezusteko emaitzen zergatia ulertzeko pista batzuk eman zizkigun hizlariak.

Topaketako aurkezpen horiei so eginez, argi dago ezin dela esan matematika leku gutxitan dagoenik.

Orokorrean, balorazio oso ona egin zen, eta errepikatze moduko esperientzia izan zen. Argi geratu zen matematikari euskaldun asko garelako eta gure lana toki asko bezain ezberdinetara iristen dela. ●

Matematika komunikabideetan

“Matematika komunikabideetan” izeneko mahai-ingurua ere izan zen topaketan. Han parte hartu zuten Guillermo Roa *Elhuyar* aldizkari langile eta *Norteko Ferrokarrilla* programako gidariak, Beñardo Kortabarria *Teknopoliseko* zuzendariak, Ricardo Grande *Pikasle* aldizkari kide eta matematika-ikasleak, eta Nahikari Blanco matematikari eta irratiko kolaboratzaileak. Telebistan, irratian eta aldizkarietan ikusi, entzun eta irakurtzen dugun matematikaz jardun zuten.

Telebistari dagokionez, Kortabarria azpimarratu zuen ikuslea dela helburua, eta, gaiak aukeratzeko orduan, interesgarriak, ikusgarriak eta edukidunak izatea baloratzen dutela. Eta matematikako gai bati buruzko erreportajea egin behar dutenean ere, baloratzen dute kontatzera doazen istorioa “ari-maduna, emozioduna, informazioduna, titularduna ... izatea”.

Roak “Matematika irratian eta paperean” izeneko aurkezpena eskaini zigon. Batez ere, gauza bi azpimarratu zituen: orokorrean matematika ulergaitza delako pertzepzioa eta 2013. urtea oparoa izan dela matematikari dagokionez, bai *Elhuyar* aldizkarian, bai *Norteko Ferrokarrillean*. Blancok ere agerian utzi zuen oparotasun hori, azken bi ikasturteetan *Norteko Ferrokarrilla* irratisaioan matematikari buruz hizketan aritu izan den saioen errepasoarekin.

Grande *Pikasle* aldizkari digitalaz aritu zen, EHuko ikasleek idazten eta kudeatzen duten aldizkariak. Aldizkaria 2011ko abenduan sortu zuten, eta dibulgazio zientifikoari buruz eta proiektu baten kudeaketari buruz ikasteko aukera paregabea izan dela esan zuen.

NATUR ZIENTZIEN I. TOPAKETA: NATURAZALEEN ELKARGUNEA

IÑAKI ODRIÓZOLA

Topaketen antolaketa-taldeko kidea

Asko dira Euskal Herrian naturaren inguruan lan egiten dutenak, bai lanbide moduan eta bai afizioz ere. Alabaina, komunitate horretako gutxiak ezagutzen dute elkar, eta horrek asko zailtzen du elkar-lana. Egoera hori iraultzen hasteko egin zen joan den azaroaren 9 eta 10eko asteburuan Natur Zientzien I. Topaketa. Udako Euskal Unibertsitateak (UEU) antolatutako egitasmoak aukera eman zuen Euskal Herrian natura-zientzien inguruan lanean dihardutenek elkar ezagutzeko, komunitatearen barnean zubiak eraikitzen hasteko eta elkarlan-sare baten oinarriak ezartzeko etorkizunari begira.

Naturazaleak elkartzeaz gain, 18 hizlari gonbidatuk parte hartu zuten naturaren inguruko gaurkotasuneko lau gai aztertzeko. Hainbat alorretakoak izan ziren hizlariak, gaien ahalik eta ikuspegi zabalena lortzeko, hala nola zientzialariak, teknikariak, natura-taldeetako kideak, abeltzainak... Mahai-inguruan, euskalgintzako lau erreferente izan genituen, zientziaren mundu globalizatuan euskarak duen edo izan behar lukeen tokiaz eztabaidatzen.

EGUR HILA: BASOETAKO BIODIBERTSITATEAREN ERREGAIA

Egur hilari buruz jardun zuten topaketetako lehenengo saioan. Zein da gure basoen egoera? Galdera horretatik abiatu zuen saioa Miel Mari Elosegi basozainak, eta erre-paso ederra eman zion Euskal Herriko basokudeaketaren historiari. Kudeaketa horren ondorio da egungo egoera, alegia, orokorrean zuhaitz homogeneous osaturiko eta egur hilik gabeko basoak izatea.

Jarraian, egur hilak ondokoentzat, intsektuentzat eta okilentzat duen garrantziaz hitz egin zen. Azaldu zen nola erabiltzen du-

ten ondokoek zura eta zer usteltze-mota eragiten duten; nola aprobetxatzen duten intsektuek eta okilek usteltze hori beren elikagaiak eta babeslekuak eskuratzeko, eta, orokorrean, nola egur hilaren ugaritasunak eta dibertsitateak sostengatzen duen basoko bizitza oparoa eta dibertsoa. Denak bat etorri ziren esatean baso-kudeaketarekin zerrategirako egokiak diren oholak baino zerbait gehiago lortu behar dela.

ABERE-HILOTTZEN KUDEAKETA EUSKAL HERRIKO MENDIETAN

Abere-hilotzen kasuan, abeltzainak eta animalia sarraskijaleak izan zituzten hizpide. Saien erasoek oihartzun handia izan zuten duela urte batzuk, eta, azken urteetan gaia lasaitu bada ere, polemikoa izaten jarraitzen du. Saien kontrako erasoak gutxitu egin dira azken hamarkadetan eta, hilotztegi esker, ez zaie jatekorik falta izan; ondorioz, populazioek asko egin dute gora, eta inoizko populazio handienak ei ditugu.

Saien elikadura, gizakiarekiko harremanaren bilakaera eta animalia biziekiko erasoen nondik norakoak izan zituzten hizpide hizlariak, eta eztabaidak ere piztu ziren horren harira. Iker Elosegi azpimarratu zuen adituek hanka sartu zutela erasoak hain irmo ukatzearekin. Iñaki Otegi artzainak amaitu zuen saioa, saien erasoaren eraginarekin pisua kenduz eta komunikabideek polemikak puzteko duten ahalmena salatuz. Aldarrikatu zuen, abeltzainen benetako arazo ez direla saien erasoak, ekonomikoki hain itota bizi beharra baizik.

UR-BALIAGAIK ETA HAIEN ZERBITZU EKOSISTEMIKOAK

Ibaien bueltan hainbeste ikerlari aritzen denez, elkarlanerako deia izan zen Iñaki Anti-

guedaden sarreraren ardatza. Horrez gain, ibaiari begiratzeko ikuspegi orokorrago bat aldarrikatu zuen, hots, ibai-arroa ibaia baino gehiago dela.

Ibaien eta hezeguneen egoera ere izan zuten hizpide, eta, oro har, azken urteetan haietako uraren kalitateak hobera egin duen arren, ibaiek eta hezeguneek ustiaketaren ondorioz dituzten arazo ekologikoak azaldu zituzten. Ibaiaren ibilguan eraikitzeak sortu dituen arazoak, espezie inbaditzaileak, kutsatzaileen isurketak... izan zituzten mintzagai.

Ekintza jakin batzuk ere azaldu ziren, hala nola Gipuzkoako Foru Aldundia ibaien iragazkortasunari begira egiten ari den ekintzak eta Zarauzko Arkamurka Natur Elkar-teak Inurritzako Biotopo Babesturako proposatzen duen proiektua.

Zerbitzu ekosistemikoen balioa zehazteko, balioztatze ekonomikoaren bidea azaldu zuen Elisa Sainz de Murietak, eta, mugak badituela jakinda ere, aditua ez den jendearengana hurbiltzeko eskaintzen duen erraztasuna nabarmendu zuen.

ITSASOA: KLIMA-ALDAKETAREN UBERA

Malaspina 2010 espedizioan oinarrituta, mundu guztiko itsas hondoetan barrena bi-daia eder bat egiteko aukera izan zen, Iñigo Azuaren eskutik. Klima-aldaketa horren ondorioz itsasoan gertatzen ari diren aldaketak detektatzeko esperimendu baten lehen zatia izan zen espedizio hori, eta xehetasunak azaldu ziren.

Bestalde, BC3 Euskal Herriko elkartek PERSEUS nazioarteko proiektuan duen paperaren berri eman zen. Eta klima-aldaketa horien ondorioak modu lokalagoan ere ikusi ahal izan ziren, Eneko Bachiller eta Iñigo Muxika AZTIko ikerlarien eskutik. Horiek



ikerketa-lerro zehatz batzuk azaldu zituzten: klima-aldaketaren eta arrantzaren moduko giza jarduera zuzenagoen eraginaz hitz egin zuten, Bizkaiko itsasoan nagusiki arrantzatzen diren arrainak eta komunitate bentonikoak protagonistatzat hartuta.

Itsasoaren erraldoitasuna agerian geratu zen saio horretan: Zer dakigu itsasoaz? Norainokoa da gure ezjakintasuna? Ilargira eta Martera joan gara, baina gure Lurraren bi heren den itsasoaren % 10 ere ez dugu eza-gutzen.

MAHAI-INGURUA: EUSKARA ZIENTZIAN

Txema Pitarkek bideratu zuen mahai-ingurua, eta, bere iritzia azaltzeko tarte erabili ondoren, beste hizlariak pasatu ziren lekukoa. Juan Ignacio Pérez Iglesiasek, Eider Cartonek eta Jose Ramon Etxebarriak hitz egin zuten, hurrenez hurren. Mahaikideek esandakoarekin oso ados agertu ziren guztiak ere, eta bazirudien ez zela eztabaidarako tarterik egongo; baina entzuleek doktore-te-

siak euskaraz egiteari buruz galdetu zutenean piztu zen eztabaida. Aretoko askok eman zuten beren iritzia, eta, eztabaida-ildo bati eutsi ez zitzaion arren, gogoetarako ideia ugari plazaratu ziren.

Topaketara bertaratu ez zirenek, gainera, hitzaldia zuzenean Internet bidez jarraitzeko aukera izan zuten, UEUren Youtubeko katean. Eztabaida sarean pizteko balio izan zuen horrek; eta topaketatik hainbat egunetara eztabaidak bizi-bizi jarraitzen zuen oraindik.

POSTER-SAIOA ETA NOLA EZ... BAZKARIA.

Dozenaka lantalde, lan-ildo eta egitasmo aurkeztu ziren poster-saioan, eta aukera paregabea izan zen intereseko lantaldeak identifikatu eta harremanetan jartzeko. Gainera, izango zen beste tarte bat ere poster-saioan hasitako kontaktuak gauzatzeko. Igande-eguerdian, giro ederrean eta Euskal Herrian elkarlanari hasiera emateko egon litekeen testuingururik egokienean amaitu

zen Topaketa: mahaiaren bueltan. Bazkari eder batez gozatzeko aukera izan zuten dozenaka lagunak, eta nahikoa denbora izan zen bertan asteburuan gertatutakoaz eta beste hainbat gauzaz hitz egiteko.

TOPA!

Ez genuke bukatu nahi kronika hau Topaketan eta haren antolakuntzan parte hartu zuten guztiei eskerrak eman gabe. Antolatzaileon iritziz, arrakastatsua izan zen Natur Zientzien I. Topaketa; ia 150 lagun bildu ginen, eta, zenbait sektoreren falta sumatu bagenuen ere, orokorrean erantzuna bikaina izan zela uste dugu. Asteburu ederra igarotzen gunden, eta jendea ere gustura gelditu zen. Emaitzarekin gogobeteta geratu arren, hurrengoak hobeak izateko erronka jarri diogu geure buruari. Izan ere, lehen edizio hau bizi ostean, inoiz baino ziurrago gaude ondorengoak antolatzea mereziko duela.

Topa naturari, zientziari eta euskarari!●



ARG.: ANTON ALBERDI



Ilargiaren efemerideak

- 1** 09:18an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin, 1,3°-ra.
22:25ean, konjuntzio geozentrikoan Merkurioarekin, 0,4°-ra.
- 3** 00:23an, Ilberria.
- 4** 10:05ean, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena). 365.350 km. (aurreko apogeoan baino 45.410 gutxiago).
- 5** 21:45ean, konjuntzio geozentrikoan Artizararekin, 7,5°-ra.
- 7** Gutxieneko librazioa latitudean ($b = -6,65^\circ$).
- 9** 15:12an, Ilgora.
- 11** Gehieneko librazioa longitudean ($l = 6,97^\circ$).
- 13** 10:13an, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 15** 06:51n, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin, 6,1°-ra.
- 17** 09:59an, Gau luzeetako Ilbetea. Urteko altuena. Ekialde ipar-ekialdeko horizontetik aterako da, Eguzkia sartu eta ordu erdira, eta hilaren 18ko egunsentiarekin batera ezkutatuko da.

Beste efemeride batzuk

- 1** Igandea. Eguedian, 2.456.628. egun juliotarra hasiko da.
Egunak 9 ordu eta 13 minutuko iraupena du hilaren 1ean, eta 9 ordu eta 2 minutukoa hilaren 31n.
Eguzki-argi gutxien egongo den eguna hilaren 21a izango da (Neguko solstizioa): 8 ordu eta 58 minutu bakarrik.
- 12** Sigma Hidrida (HYD) izar iheskorren maximoa; abenduaren 3tik 15era izango dira aktibo. C/1943 WI Van Gent-Peltier-Daimaca kometari lotuta daude.
- 18** 05:07an, Eguzkia Sagittarius konstelazioan sartuko da itxuraz (266,43°).
- 21** 17:11n, Eguzkiaren urteko gehieneko deklinazio australa: $-23^\circ 26' 08''$ Abendu edo Neguko solstizioa ipar hemisferioan. Une horretan altxatuko da gutxien zeruan eguedian.
Astrologiaren arabera, Eguzkia Capricornusen sartuko da (270°).
- 22** Ursida (URS) izar iheskorren maximoa; abenduaren 17tik 26ra izango dira aktibo. 8P Tuttle kometari lotuta.
- 25** 12:00etan, denboraren ekuazioa zero izango da.

- 19** 06:01ean, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin, 4,9°-ra.
- 20** 00:00an, apogotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 406.276 km. (aurreko perigeoan baino 46.213 gehiago).
- 21** Gehieneko librazioa latitudean ($b = 6,68^\circ$).
- 25** 13:49an Ilbehera. 23:12an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin, 4,4°-ra.
- 27** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -7,65^\circ$).
02:31n, konjuntzio geozentrikoan Virgoko Spica izararekin, 1,1°-ra.
- 28** 00:17, goranzko nodotik pasatuko da.
- 29** 00:58an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin, 0,9°-ra.
- 30** 08:07an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin, 7,4°-ra.

abendua 2013

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

Planetak

Merkurio

Gauaren amaieran ikusi ahal izango da, hilaren 10era arte bakarrik; orbita-abiadura: 172.440 km/h.

Distira txikia ez den arren, haren posizioa oso gertu dago horizontetik; beraz, beharrezkoak dira prismatikoak eta zerua erabat garbi egotea ekialde hego-ekialdeko horizontean. 15 h eta 18 h bitarteko igoera zuzena. -18° eta -25° bitarteko deklinazioa. Libran hasiko du hila, eta Escorpiusera, Ofiucora eta Sagittariusera igaroko da gero. Magnitudea $-0,8$ tik $-1,2$ ra aldatuko zaio.

Artizarra

Aratsaldearen amaieran ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 126.000 km/h.

Eguzkia baino 3 ordu geroago ezkutatuko da hilaren 1ean, eta ordu eta erdi geroago hilaren 31n. Behe-konjuntzioan izango da urtarilean. Teleskopio batekin ikus daiteke haren fasearen jaitziera. 19 h eta 20 h bitarteko igoera zuzena. -24° eta $+18^\circ$ bitarteko deklinazioa. Hil osoan

Zerua

2013ko abenduaren 15eko egunsentikoa



Ekialdea

Sagittariusen egongo da. Magnitudea jaitsi egingo da pixka bat, $-4,7$ tik $-4,3$ ra.

Marte

Gauaren bigarren zatian ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 86.760 km/h.

Eguzkia baino 6 ordu lehenago agertuko da hilaren 1ean, eta 7 ordu lehenago hilaren 31n. 12 h-ko igoera zuzena. $+02^\circ$ eta -02° bitarteko deklinazioa. Hil osoan Virgon izango da. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, 1,3tik 0,9ra.

Hilaren 28an, 2,7ko magnitudeko Virgoko Porrima izarren ondoan ikus daiteke, izar bikoitza balitz bezala.

Jupiter

Gauaren bigarren zatian baino gehiagoan ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 47.160 km/h.

Eguzkia ezkutatu eta 2 ordu eta erdi agertuko da hilaren 1ean, eta 20 minutu geroago hilaren 31n. Oposizioaren aurreko hilabetean gaude (urtarrilaren 5ean izango da oposizioa), eta

zenita



Hegoaldea

Mendebaldea

behaketarako kondizioak bikainak dira. 7 h-ko igoera zuzena. $+22^\circ$ -ko deklinazioa. Hil osoan Geminin izango da. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, $-2,6$ tik $-2,7$ ra.

Hilaren 11n, 4 ilargi galileotarrak lerrotatuta egongo dira ordena naturalean planetaren ekialdean: Io, Europa, Ganimedes eta Kalisto.

Hilaren 18an, multzokatuta egongo dira, planetatik ekialdera.

Saturno

Gauaren amaieran ikusi ahal izango da, hilaren 20tik aurrera; orbita-abiadura: 34.560 km/h.

Eguzkia baino 2 ordu lehenago agertuko da hilaren 1ean, eta 4 ordu lehenago hilaren 31n. Hilaren 15ean, egunsentian, ekialde hego-ekialdeko horizontetik 10° baino gehiagora izango da. Teleskopio batekin, planetaren itzala ikus daiteke, ipar-mendebaldeko eratzunen diskoan. 15 h inguruko igoera zuzena. -15° -ko deklinazioa. Libran izango da hil osoan. 0,6,0ko magnitudeari eutsiko dio.

Urano

Gauaren zatirik handienera ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 24.480 km/h.

Hilaren 18an, egonkor egongo da Balearen konstelazioan; han ikusi ahal izango da hilaren 11tik 19ra. Erretrogradazioa amaitu, eta Piscisera itzuliko da. Ikusi ahal izateko, zeruak garbi eta argi-poluziorik gabe egon behar du. 0 h-ko igoera zuzena. $+03^\circ$ -ko deklinazioa. Hilabetea Piscisen hasiko du, Cetusera pasatuko da eta, ondoren, Piscisera itzuliko da berriro. 5,8ko magnitudeari eutsiko dio.

Neptuno

Gauaren lehengo zatian ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 19.440 km/h.

Teleskopio on batekin ikusi ahal izango da. Gaiaren hasieran, hego-mendebaldeko horizontean izango da. 22 h-ko igoera zuzena. -11° -ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen izango da. 7,9ko magnitudeari eutsiko dio.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 2an, 00:00etan, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,366 egunean behin. Hilaren 7an, 12an, 18an, 23an eta 28an izango dira beste maximoak.

15:00etan, Perseusko Algol izar aldakorren distira minimoa; 3,3tik 2,1era aldatzen zaio magnitudea. Hilaren 5ean, 8an, 11n, 14an, 16an, 19an, 22an, 25ean, 28an eta 31n izango dira beste minimoak.

Hilaren 4an, 4:00etan, Eta Aquilae zefeida motako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,177 egunean behin. Hilaren 12an, 19an eta 26an izango dira beste maximoak.

Lehenengo hamabostaldian, argi zodiakala ikusi ahal izango da ekialde hego-ekialdeko horizontean gainean, egunsentia baino lehenago. Eguzki-argia planeten inguruan orbitatzen duten partikula mikroskopikoen gainean islatzen denean gertatzen da. Virgo eta Leo konstelazioak zeharkatzen ditu Jupiterre zuzenduta.

ISON kometak Perihelioko pasaera estu-estu gaingitzen badu, haren isatsa ia perpendikular ikusiko dugu, ekialdeko horizontean, Eguzkia atera baino 45 minutu lehenago, hilaren 1ean, eta 2 ordu lehenago, hilaren 6an.

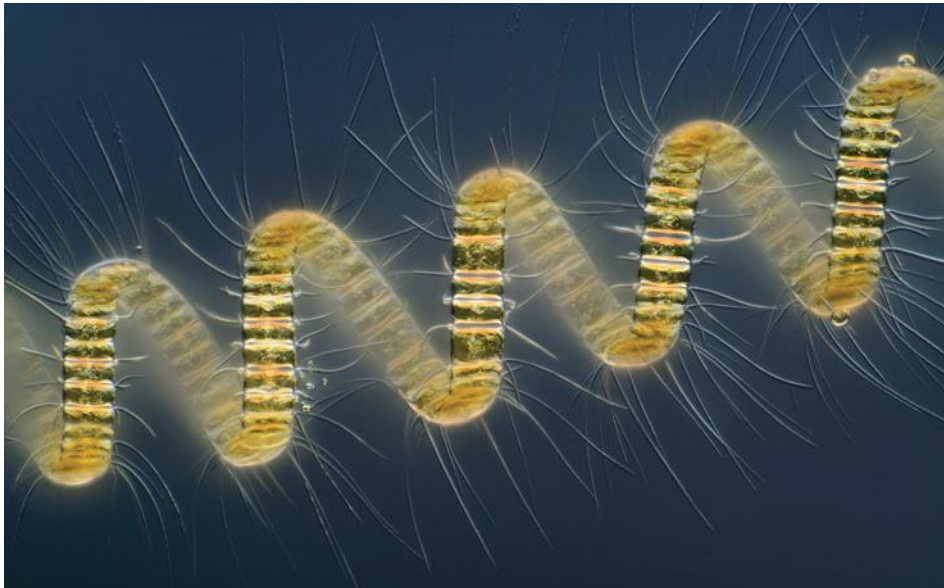
Hilaren 14an, Geminida (GAM) izar iheskorren maximoa; abenduaren 7tik 10era izango dira aktibo. Phaeton asteroideari lotuta. Ilargiari hiru egun falta zaizkio Betea izateko, eta behaketa zailduko du, baina ez du galaraziko fenomeno honetan ohikoak diren meteorito eta bolido batzuk ikustea.

Teleskopioarekin:

Beharrezkoa da gutxienez 100 mm-ko teleskopio bat izatea hilaren 29an, 02:00etan, edo hilaren 30ean, 20:30ean, Io satelitearen itzala ikusteko Jupiterren gainazalitik pasatzen mendebaldetik ekialdera.

* Gehitu ordubete denbora ofiziala kalkulatzeko.

Nikon Small World 2013



Biziaren edertasuna eta konplexutasuna mikroskopiotik begiratu. Horixe eskaintzen dute Nikon Small World lehiaketan parte hartzen duten argazkiek. Hurrengo aldizkarian izango dituzue lehiaketa horren aurtengo edizioan lehen postuetan gelditu diren argazki ikusgarrietako batzuk. ARG.: WIM VAN EGMOND/MICROPOLITAN MUSEUM/NIKON SMALL WORLD.



ELKARRIZKETA

Jocelyn Bell Burnell, pulsarrak aurkitu zituen astronomoa

Quasarren bila ari zen, baina seinale erregular errepikakor bat detektatu zuen Jocelyn Bell Burnellek 1967an, eskuz egindako irrati-teleskopio baten bidez. Ez zen seinale hartaz fidatu, baina, handik aste batzuetara, bigarren seinale bat detektatu zuen. Eta hirugarrena, eta laugarrena. Bell Burnellek pulsarrak aurkitu zituen. Eta, lan horrengatik, Nobel saria jaso zuen haren zuzendariak. ARG.: JON URBE/ARGAZKI PRESS.

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

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

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

Publizitate-arduraduna: Maier Tapia, m.tapia@elhuyar.com

Hizkuntza-arduradunak: Eider Arrizabalaga, Alfontso Mujika, Patxi Petrirena.

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeite, Ana Galarra.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Juan Antonio Alduncin eta Josexo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Elisabete Alberdi, Naiara Arrizabalaga, Irantzu Barrio, Dani Fano, Izaskun Landaída, Igor Leturia, Iñaki Odriozola, Manu Ortega, Aitor Santisteban, Arantza Urkaregi.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: © Gergely Bíró/Wildlife Photographer of the Year 2013

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetzak: Izaro Aizpurua, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 51 €*. Beste herrialdeak: 76 €*.
*Bigarren urtetik aurrera % 15eko beherapena egingo dizugu harpidetza-sarian.

Edizio digitalaren harpidetza: 19 €. Ale digitala: 3,50 €.

CC BY-NC-ND Elhuyar
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 0213-3687

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

Elhuyarrek 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



DANOBATGROUP

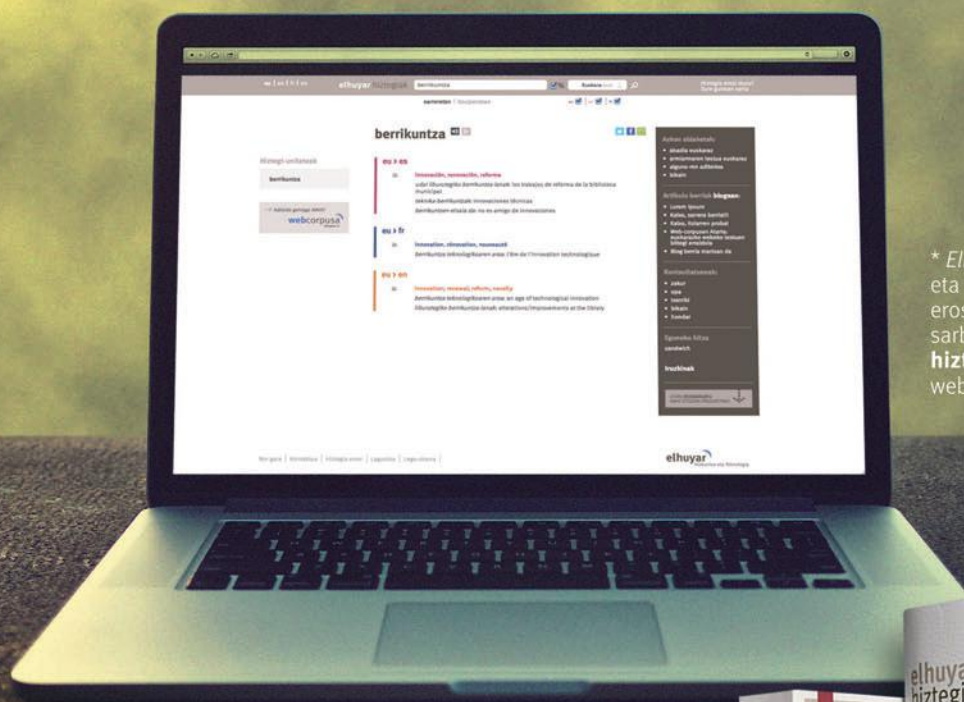
ORONA Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.; IKERLAN Koop. Elk.; Mccgraphics; Eika Koop. Elk.; ALECOP Koop. Elk.; ULMA

elhuyar HIZTEGIEN ARO BERRIA

- ELHUYAR HIZTEGIA
- ELHUYAR HIZTEGI TXIKIA
- ELHUYAR OINARRIZKO HIZTEGIA

Euskara/Gaztelania
Castellano/Vasco

Elhuyar hiztegien 4. edizioa eta hiztegiak.elhuyar.org webgune berria.
BERRITZAILEA, IREKIA, GUZTIONA.



* Elhuyar Hiztegia eta Elhuyar Hiztegi Txikia erosten dutenek sarbidea izango dute **hiztegiak.elhuyar.org** webguneko gune aurreratura

elhuyar hiztegien edizio berria

4.000 sarrera gehiago, 91.000 guztira. Euskararen eta gaztelaniaren lexikoan izan diren azken berrikuntzekin. Espezialitate-arloetako lexiko berriak.

→ www.elhuyar.org/denda **WEBGUNEAN EROSI**

hiztegiak.elhuyar.org

Bilaketa-aukera berriak. Hitzen ahoskera entzuteko aukera. Hiztegien etengabeko eguneraketa.

→ **Elhuyar hiztegi elebidun guztiak, DOAN KLIK BATEAN**

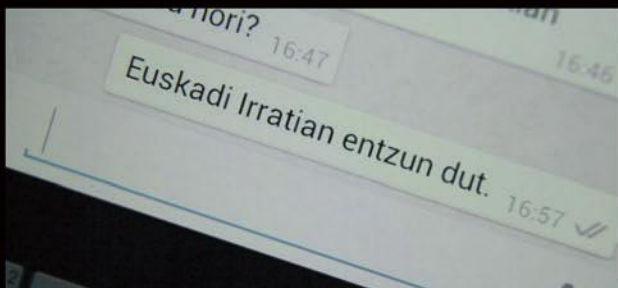
elhuyar hiztegia kindle-n

Bi hiztegi ditugu zure irakurgailurako: batetik, euskara-gaztelania; bestetik, gaztelania-euskara. Honako irakurgailuetan instala dezakezu: Kindle Paperwhite, Kindle Classic, Kindle Touch eta Kindle DX.

→ www.elhuyar.org/hiztegiak-kindle



elhuyar



 **euskadi
irratia**
gertu