

ELHUYAR

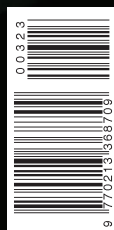
zientzia eta teknologia

Neandertal kanibalak

Suaren Lurraldean
izotza malkotan

MARTE 2020

4,70
euro



ELHUYAR

atlas 2016

GEOGRAFIKOA ETA POLITIKOA
Euskal Herria eta mundua

12-16 urte

Zein da
Hego Sudan
estatu berriaren
hiriburua?

Zenbat
euskal hiztun
ditu
Lapurdik?

Zein da
Frantziako
eskualdeen
banaketa
berria?

Eskuratu
zure atlasa,
eta aurkitu
leku bat
munduan

Zein da
emakumeen
proportzioa
Euskal Herriko
udalerrietan?

Elhuyar atlas **berrian**, erantzun guztiak
eta atlasa.elhuyar.eus **gunerako sarrera-kodea**

Mapa mutuak
eta geografiako
jokoak
erabilgarri

Sartu hemen erregistro-kodea

KODEA

ERREGISTRATU

HELBIDE ELEKTRONIKOA

PASAHITZA

Pasahitza ahaztu zait

SARTU

www.elhuyar.eus

elhuyar

“Ugaztunen % 1,5ek bakarrik du hilekoa” 16

“Izugarria izan da hango handitasuna ikustea” 18



“Lurrean hautsa ez da kontuan hartzeko gauza bat, baina Marten funtsezkoa da” 29

“Beti sortzen du zirrara berezia giza hezur bat topatzeak” 35

“Garaiko neskatxa baten papera betetzen zuen bitartean, sekretuan ikasten jarraitu zuen” 40

Esplorazioa Lurrean zein Lurretik kanpo

2020. urteak izen propioa du dagoeneko: Marte. Planeta gorrirako bost misio daude iragarrita urte horretarako. NASAk Europako eta Errusiako Espazio Agentziek, Txinakoak, Indiak eta, azkenik, Arabiar Emirerriek anbizio handiko misioak prestatu dituzte, denek eskuratu nahi baitute Marteko zuzeneko informazioa.

Gaur egun zientzialariek, jada argi dute Marteren gainazalean noizbait ur likidoa egon zela. Eta EHUKo Zientzia Planetarioen Taldearen zuzendari Agustín Sánchez Lavegak uste du badagoela aukera inoiz bizia egon izanaren arrastoak aurkitzeko. Bere ametsa litzatekeela ere onartu digu. Izatekotan, orain du aukera, Sánchez Lavegak zuzentzen duen taldeak 2020ko bost misio horietako bitan parte hartuko baitu.

Bizi-zantzu ez haratago, planetaren habitagarritasun potentziala zehaztea da misio horien guztien helburua, eta etorkizunean lehenengo gizaki esploratzaileak Martera iritsi ahal izateko bidea erraztea. Badirudi horretarako gako izan daitekeela 2020ko misioek ekarriko duten informazioa. Esaterako, NASAREN misioan, Marteko azalean eskura dauden baliabide naturalak etorkizuneko astronautek nola erabil litzaketan jakiteko saiakera egingo dute.

Marte da, zalantzarik gabe, Eguzki Sistemako planetarik esploratuena eta ezagunena, Lurrean atzetik. Baina oraindik asko dago ezagutzeke. Ez hainbeste Lurrean, gero eta gutxiago baitira esploratu gabeko txokoak. Badira bakan batzuk, eta horietako batera joan gara zuzenean, hiru glaziologo lagun: Patagoniako txokorik australenera; izotzak, ekaitzak eta haize glazialak gogor jotzen duten lurralde horietako batera.

Bi esplorazio, bi estilo erabat desberdin: bata, punta-puntako teknologiaren eskutik; bestea, garai bateko esplorazioen estilora —ahalik eta teknologia arinenarekin—. Bi estilo, baina biak irakurleentzako gozamen-iturri. Amets egitera gonbidatzen duten horietakoak!

**Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute**

Elhuyar Zientzia eta Teknologia
aldizkariaren zuzendaria

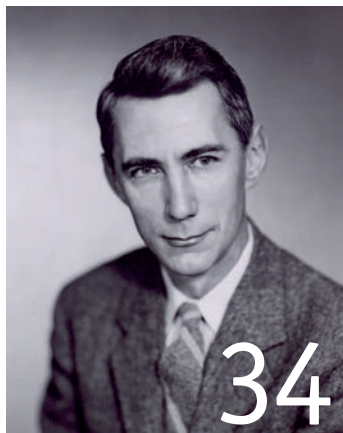
**Suaren Lurraldean izotza malkotan**

Patagoniako eta Suaren Lurraldeko izotz-eremu ezezagunenak ikertzea helburu, espedizio bat egin dute aurtengo udaberrian hiru glaziologok: Eñaut Izagirre elgoibartarrak, Ibai Rico gasteiztarrek eta Evan Miles estatubatuarrek.

18

**MARTE 2020**

Espazio-agentzien planak betetzen badira, 2020an bost misio abiatuko dira Marterantz. Garai garrantzitsua izango da, Marteren esplorazioan. Garrantzitsua Euskal Herriko Unibertsitateko Zientzia Planetarioen Taldearentzat ere, misio horietako bitan parte hartuko baitu.



Claude Shannon mundu digitalaren aita

Apirilean bete ziren 100 urte Claude Shannon matematikaria jaio zela. Publiko zabalarentzat ezezaguna bada ere, gizartearen aurrerapenari ekarpenik handienak egin dizkioten inoizko zientzialaririk garrantzitsuenen artean dago.

Mary Somerville zientzia-dibulgazioaren dama

1780an jaio zen, Eskozian, eta ez zuen ia hezkuntzarik jaso. Bere kabuz ikasteari ekin zion, eta matematikako eta astronomiako garaiko aditu handienetako bat bihurtu zen. Idatzi zituen liburuek sekulako arrakasta izan zuten.



30

Europako iparraldeko Neandertal kanibalak gertutik

Europako iparraldeko neandertalen hezur-bilduma handiena aztertuta, nazioarteko talde batek frogatu du kanibalak zirela. Horrez gain, haien artean dibertsitate kultural handia zegoela ere baieztatu dute. Asier Gómez Olivencia ikertzailearentzat, ezaugarri horrexek gerturatzen ditu gugana.



Oliba-hezurretatik, superkondentsadoreak

Jon Ajuria CIC Energiguneko ikertzaileak Materialen Zientzia eta Teknologia Kongresuko ahozko aurkezpen onenaren saria irabazi zuen, "Birziklatutako oliba hezur kiskaliz fabrikatutako superkondentsadore hibridoak" izeneko lanarekin. Lan horri buruzko artikulua idatzi dute Ajuriak eta kideek aldizkari honetarako.



aurkibidea]

4 ALBISTEAK

17 EKINEAN
Olatz Perez de Viñaspre

18 Suaren Lurraldean,
izotza malkotan

26 **MARTE 2020**

30 Europako iparraldeko
neandertal kanibalak gertutik

34 MUNDU DIGITALA
Claude Shannon,
mundu digitalaren aita

38 ANALISIA
Fukushima Dai-ichi zentral
nuklearreko istripua 2011n.
Zer elementu erradioaktibo isuri
ziren eta nola heltzen dira
itsasora?
MAXI CASTRILLEJO IRIDOY

40 ISTORIOAK
Mary Somerville,
zientzia-dibulgazioaren dama

42 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Elena Vecino Cordero

44 GAI LIBREAN
Maitea, zer usain gozoa darion
zure larruazalari!
IBON CANCIO

49 GAI LIBREAN
Ez burua hautsi, Matxin!
UXOA IÑURRIETA, ITZIAR ADURIZ,
ARANTZA DÍAZ DE ILARRAZA,
GORKA LABAKA, KEPA SARASOLA

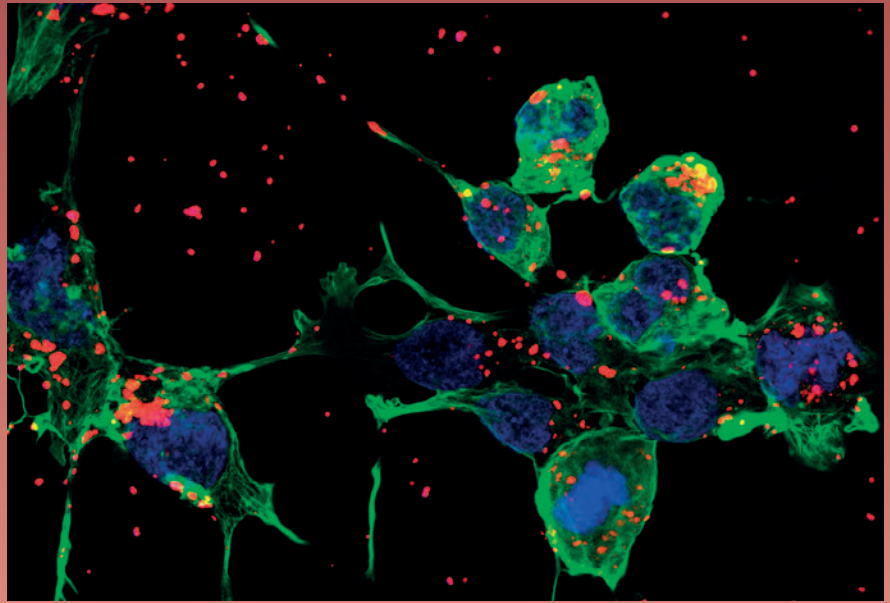
52 MATERIALEN ZIENTZIA ETA
TEKNOLOGIAREN III. KONGRESUA
Oliba-hezur birziklatuetan
oinarrituriko superkonden-
tsadore hibridoak
JON AJURIA, EDURNE REDONDO,
ROMAN MYSYK, EIDER GOIKOLEA

56 Sarean

Krustazeoetatik eratorritako polimero bat gene-terapiarako proposa dela frogatu dute

Oligokitosano bat DNA-zatiak zelulen barrura garraiatzeko egokia dela erakutsi du EHUren Farmazia eta Elikagaien Zientziak Saileko Mireia Agirre Diazek. Oligokitosano hori krustazeoen exoeskeletotik eratorritako polimero natural bat da, eta, gene-terapiari helburu horrekin erabiltzen diren beste oligokitosanoekin alderatuta, pisu molekular txikikoa da.

Agirrek egindako doktore-tesian, frogatu du garraiatu beharreko DNA ondo babesten duela oligokitosanoak, eta behar bezala sartzen duela zelularen barrenean, gero terapiari behar den proteina sortu dezan.



Nanopartikulak gizakien neurona-zelula primarioetan nola sartu diren erakusten duen irudia. Urdinez, zelulen nukleoak; berdez, zelulen zitoeskeletoa; gorriz, nanopartikulak. ARG.: MIREIA AGIRRE/EHU.

Hain zuzen, oligokitosanoa bi aplikazio berritarako baliagarria dela frogatu du Agirrek: batetik, tumore-zeluletan eragiteko, eta, bestetik, nerbio-sistema zentralean gaixotasunak tratatzeko. Ikertzaileak azaldu duenez, hurrengo pausoa animalietan

probatzea da, aplikazio jakin batzuetan, eta DNA terapeutikoa erabilita. Izan ere, orain arte egindako probetan, DNA-zati handiak garraiatzeko egokia dela ikusi dute, baina DNA hori ez zen terapeutikoa. ●

Konputazio kuantiko analogikoa unibertsalki digitalizatu dute EHUK eta Googlek

Euskal Herriko Unibertsitateko [QUTIS ikerketa-taldea](#) eta Googleko konputazio kuantikoko taldea lankide izan dira, konputazio kuantiko analogikoa txip supereroale batean unibertsalki digitalizatzeko duen esperimendu aitzindari batean. Googleren laborategietan egin dute lana, eta [Nature aldizkarian argitaratu da](#).

Konputazio kuantiko digitalak ate logiko kuantikoen bidez deskonposatzeko ebatzi behar den arazoa, ordenagailu arrunt baten antzera. Konputazio kuantiko analogikoa, berriz, arazoa ebazteko dinamika jarraitu bat da. Dinamika hau motela

izan daiteke, adibidez, tenple kuantikoan oinarritzen den konputazio kuantiko adiabatikoaren kasuan. Esperimen-

tu aitzindari honetan bit kuantiko supereroaleak erabili dira konputagailu kuantiko analogiko bat digitaliza-

tzeko, teknologia arruntan komunikazio-seinaleekin egiten den antzera.

Horretarako, arazoa ate logiko kuantikoen sekuentzia batean deskonposatu da, eta orain arteko konplexutasun handieneko konputazio kuantikoa lortu da: 1.000 ate logikotik gora 9 bit kuantikotan lan egiten. Estrategia horren bidez, unibertsalki ebatzi ahal izango dira optimizazio-arazoak. Aurreratu dutenez, hori erabilgarria izango da finantza-arloan edo material berrien eta farmazia-industriako produktuen diseinuan, besteak beste. ●



Enrique Solano eta Lucas Lamata, EHUren QUTIS taldeko ikertzaileak eta Googlekoekin batera ikerketan parte hartu dutenak. ARG.: UPV/EHU.

Jupiterren orbitan da *Juno* zunda

Dena NASAk espero bezala aterra da: ia bost urteko bidaiaren ondoren, iritsi da Juno zunda Jupiterren orbitara, eta orbitan sartzeko maniobra guztiak arrakastaz bete ditu. Hala, “gas-erraldoitik inoizko gertuen” dagoen zunda bihurtu da Juno. Hain zuzen, Jupiterren goi-hodeietatik 5.000 km-ra baino ez dago, eta hor jarraituko du 20 hilabetez, Jupiterren inguruan orbitatzen, planeta ezagutzeko asmoarekin.

Jupiterren sorrera eta bilakaera aztertzea da [Junoren helburu nagusia](#). Horretarako behar duen energia, bidaia osoan egin duen bezala, Eguzkitik hartuko du; horrek erabat berezi egiten du misioa, orain arte Jupiterreara egin diren misioetan zundek energia nuklearra erabili baitute. Junok, ordea, eguzki-plakak daramatza bere hiru besoetan. Hori bai, orbitan sartzeko, zundaren motorrek 447 kg erregai (hidrazina eta oxidatzailea) erre behar izan dituzte.

Orbitan sartzeko maniobra ez zen erraza, eta misioa jarraitzen zuten NASAREN kideek txaloka

hartu dituzte dena aurreikusitako moduan aterra dela baieztatzen zuten datuak.

Orain, Juno prest dago Jupiterren osaera, atmosfera eta magnetosfera ikertzeko datozen hilabeteetan. Lan hori egiteko, babes berezia jarri behar izan diote zundari, oso baldintza gozoretan aritu beharko baitu. Izan ere, Jupiterrek erradiazio handia igortzen du, eta tresnak izorratzeko arriskua dago. Arrisku hori ahal den neurrian saihesteko, orbita polarra egingo du Junok; zehazki, 37 orbita osatzeko asmoa du.

Jupiterri buruzko informazioa lortzeko, bederatzi tresna daramatza Junok; tartean, mikrouhin-erradiometroak, eta infragorritzko espektrometro bat hodeiak aztertzeko; partikula energetikoen detektatzailea; eta magnetometro bat. Guztiakin jasotako datuek, Jupiterren sorrera ez ezik, Eguzki Sistemarena ere hobeto ezagutzeko aukera emango dutela espero dute misioaren arduradunek. Hurrengo hilabeteetan joango dira horren berri ematen. ●



Juno zunda Jupiterreara iristen (irudikapen artistikoa).
ARG.: NASA/JPL.



NASAKo kideak, *Juno* Jupiterren orbitan sartu dela ospatzen. ARG.: NASA/JPL.

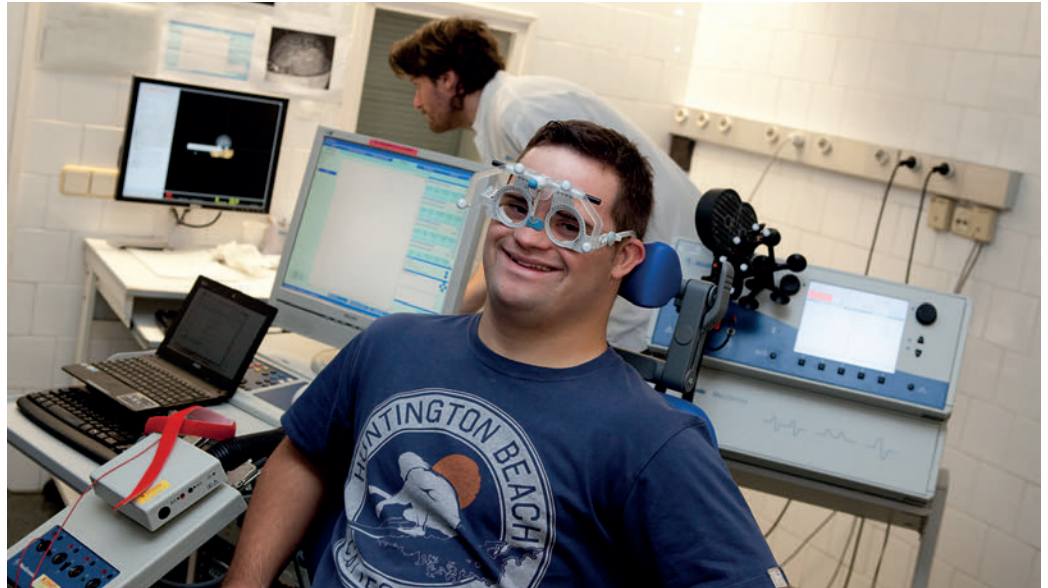


Eman hegoak euskarari

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

Down syndromea dutenentzako terapia farmakologiko eraginkor bat garatu dute lehen aldiz

Garunaren plastikotasuna- rekin eta gaitasun kognitiboarekin lotutako gene bat inhibitzen duen konposatu bat probatu dute Down syndromea dute pertsonekin, eta haien gaitasunak hobetzen dituela frogatu dute. Ikerketa Medikuen Itsas Ospitaleko eta Erregulazio Genomikoaren Zentroko Rafael de la Torre eta Mara Dierssenek zuzendu dute ikerketa, eta, lehen aldiz, erakutsi dute tratamendu farmakologikoa onuragarria dela Down syndromea duten pertsonentzat.



Ikerketan parte hartu duen boluntarioetako bat, probak egiten. ARG.: LAIA CENDROS/CRG.

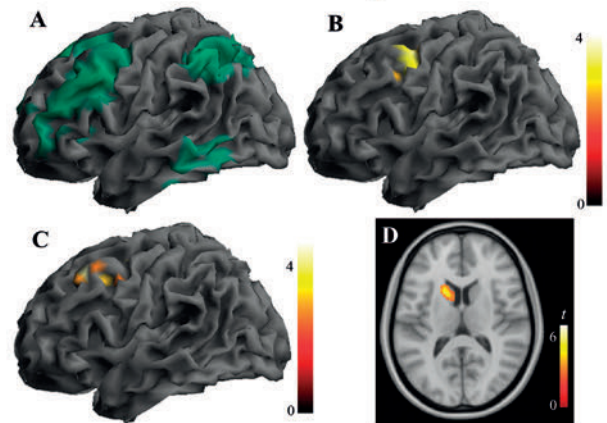
[The Lancet Neurology aldizkarian argitaratu dituzte ikerketaren emaitzak eta ondorioak.](#) Ikertzaileen arabera, jakina zen gene baten gehiegizko espresioak zerikusia zuela Down syndromea dutenen memoria-galera eta norberaren kontrol eta autonomia eskasarekin. Hain justu, gene hori, DYRK1A izenekoa, 21. kromosoman dago, eta gako da garunaren plastikotasunean eta funtzio kognitibo batzuetan. 21. kromosomaren hiru kopia izateak genea gehiegi espresatzea dakar eta horrek eragiten ditu aipatutako desgaitasunak.

Horrenbestez, ikertzaileak saiatu izan dira gene hori inhibitzen, horrek onura ekarriko zuelakoan, bai memorian bai portaeran. Gene-terapia bidez, onurak lortu zituzten saguetan, baina tratamendu hori ez zegoen egiterik pertsonetan.

Hala, estrategia aldatu, eta gene horren espresioa apal-

tzen duen konposatu bat probatzera jo zuten. EGCG da konposatuaren izena (epigalokatekina galatoa), eta te berdean dago. EGCG emateaz gain, memoria, hizketako gaitasuna eta beste gaitasun kognitibo batzuk trebatzeko ariketak ere egin zituzten boluntarioekin, urtebetez. Guztira 16-34 urteko 43 boluntarioek parte hartu zuten, eta plazeboa hartu zuten beste 41ekin alderatu zituzten emaitzak.

Emaitzak ikusita, ikertzaileek ondorioztatu dute EGCGa eraginkorra dela Down syndromea duten boluntarioen epe laburreko memoria, ikasteko gaitasuna autokontrola eta autonomia hobetzeko. Gainera, neuroirudigintza tekniken bitartez frogatu dute garunean ere aldaketak gertatzen direla, eta aldaketa horiek zerikusia dutela funtzio kognitiboaren hobekuntzarekin. Alde horretatik, ikertzaileek elkarlanaren eta dizipli-



Neuroirudigintza tekniken bidez ikusi dituzte garunean gertatzen diren aldaketak. ARG.: LAIA CENDROS/CRG.

nartekotasunaren garrantzia nabarmendu dituzte, ikerketa-talde eta erakunde askok parte hartu baitute [proiektuan](#).

Ikerketaren bigarren fasea izan da hori, eta hirugarrena Down syndromea duten haurrekin egingo dute, haientzat are onuragarriagoa dela susmatzen baitute, haien garunak helduenak baino moldakorrakoak baitira. Horrekin

batera, tratamendua segurua dela bermatu nahi dute. Horretarako, aurreko fasean baino boluntario gehiago beharko dituzte. Bestalde, boluntarioen funtzioak trebatzeko erabili duten programa informatikoa hobetzen ari direla jakinarazi dute, eta [orri bat ireki dute Facebooken](#), interesa dutenekin harremana errazteko. ●



Urrian bueltatuko gara irudi eta webgune berrituekin

etb 1 Larunbatero, 13:30ean

etb 2 Igandero, 9:30ean

Eta Interneten: teknopolis.elhuyar.eus



BABESLEAK



EVE Ente Vasco de la Energía



Emakumeak zientzian: gero eta gutxiago, ibilbidean aurrera egin ahala



Bartzelonako Mikroelektronika Institutuko ikertzaile bat, laborategian lanean. ARG. CSIC.

Emakume ikertzaileak 2016 izeneko txostena argitaratu berri du CSIC erakundeak (Zientzia Ikerketarako Goi Kontseilua, Espainia), eta datuek agerian utzi dute egoera ez dela aldatu: ibilbide zientifikoan aurrera egin ahala, emakumeen ehunekoa txikitu egiten da. Gauza bera gertatzen da Europako beste he-

rialdeetan ere, azken urteetan unibertsitate- eta doktore-titulua duten emakumeen ehunekoa hazi egin den arren (orain % 60 eta % 45 dira, hurrenez hurren).

Adibidez, jauzi nabarmena dago doktoretza-aurretik formatzen ari direnen eta doktoretza-ondorengoa egiten ari diren ikertzaileen artean: aurretik % 56,69 dira, eta ondoren, % 32. Bestalde, Espainiako ikerketa-proiektuetan, Ikertzaile Nagusi izendapena duten emakumezkoen ehunekoa % 35,98 da, eta nazioarteko proiektuetan, % 34,67.

Bereizketa, ordea, ez da bakarrik bertikala; horizontala ere bada. Hain zuzen ere, Elikagaien Zientzian eta teknologian, emakume ikertzaileen ehunekoa gizonena baino handiagoa da (% 53,37). Haren ondotik datoz Zientzia eta Teknologia Kimikoak (% 43,95) eta Nekazaritza Zientziak (% 41,44). Beste muturrean dago Fisika, % 20,62arekin.

Txosten osoa eskuragarri dago CSICen webgunean, [Emakumeak eta Zientzia atalean](#). ●

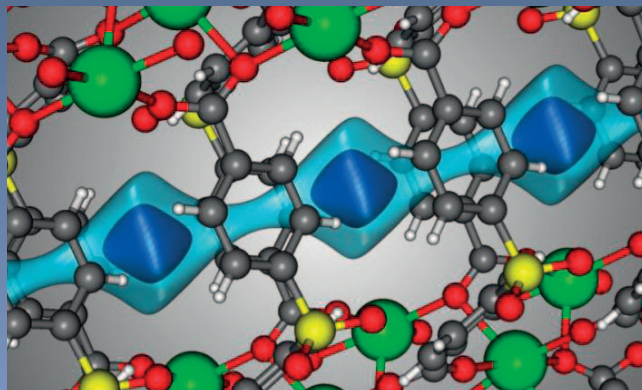
Hondakin nuklearrak birziklatzean sortutako gas erradioaktiboak harrapatzen ditu material berri batek

Zentral nuklearretako hondakinak prozesatzean askatzen diren gas erradioaktiboak modu eraginkorrean, seguruan eta merkean harrapatzeko material bat garatu dute. Lausanako Eskola politeknikoko eta Kaliforniako Unibertsitateko ikertzaileek elkarlanean egindako proiektua da, eta [Nature Communications](#) aldizkarian eman dute lorpenaren berri.

Aurrerapauso garrantzitsutzat jo dute, erregai nuklearra birziklatzean askatutako gasak harrapatzeko orain arte erabiltzen zen teknologiak oso tenperatura baxuak behar baitzituen, eta, beraz,

oso da garestia. Gainera, leherketak eragiteko arriskua ere bazuen. Aldiz, orain garatu duten materialari esker, prozesua asko merkatu da, eta seguru eta eraginkorra da.

Material hori lortzeko, 125.000 egitura probatu dituzte, eredu informatikoak erabilita. Ez zuten erronka makala, askatzen diren gasak bereizteko gai izan behar baitzuen. Hain zuzen, gas horien arteko garrantzitsua eta arriskutsuen artean, xenona eta kriptona daude, eta bereizita bildu behar ziren, xenonak erabilerakomertziala duelako.



SBMOF-1 izeneko materialaren egitura. Gas erradioaktiboak egituraren poroetan harrapatuta geratzen dira, bata bestetik bereizita. ARG.. BEREND SMIT/EPFL/KALIFORNIAKO UNIBERTSITATEA.

Bestalde, xenonak kriptonak baino askoz ere erdibizitza laburragoa du (hilabete, urte baten aldean).

Azkenean, lortu dute bildutuzten zuten materiala. SBMOF-1 deitu diote, eta beste poluitzaile batzuk (karbono dioxidoa, adibidez) xurgatzeko erabiltzen diren materialen antzekoa da. MOFak material porotsuak

dira, eta poroen artean harrapatzen dituzte gasak. Bada, SBMOF-1aren egitura aproposa da xenona eta kriptona bereizita harrapatzeko, giro-tenperaturan. Ikertzaileen esanean, horren bidez, zentral nuklearretako uranioa eta plutonioa berriro erabiltzeko prozesua merkatzea eta seguru bihurtzea lortu dute. ●



*Irailean
berriz antenan.
20 urte zuekin!*

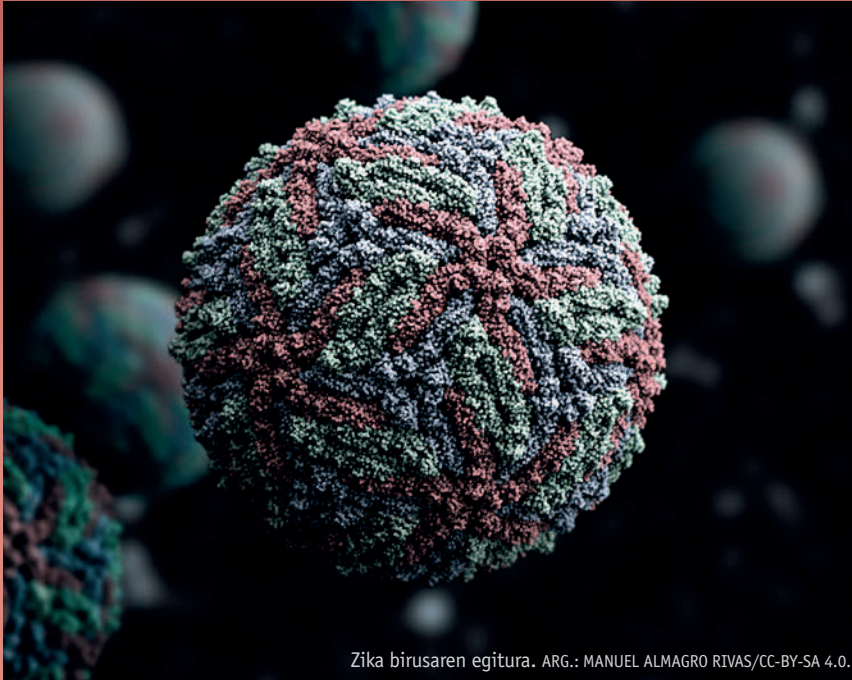
Zientzia

eta teknologia

Euskadi Irratiaren
sintonian
Guillermo Roaren
eskutik



Zikari aurre egiteko txertoa garatzeko ahaleginetan



Zika birusaren egitura. ARG.: MANUEL ALMAGRO RIVAS/CC-BY-SA 4.0.

Zikari aurrea hartzeko txertoa garatzeko asmoa duten Inovio eta GeneOne Life Science farmazia-konpainiek gizakietan [lehen proba klinikoak egiteko baimena jaso dute](#). DNA-txerto sintetiko bat da, eta animalia-eredu txikietan zein handietan emaitza onak eman ditu. Izan ere, zikaren aurkako antigorputzak eta T zelulak sortzea eragin du txertoak; horrenbestez, pertsonetan ere eraginkorra izango dela espero dute.

Lehen fasean 40 boluntariok parte hartuko dute; denak gizonezkoak eta osasuntsuak. Txertoa segurua, onargarria eta eraginkorra dela frogatzea da helburua. Hala balitz, proba klinikoen hurrengo fasera igaroko litzateke eta pertsona gehiagorekin probatuko lukete.

Aldi berean, *Nature* taldeko bi aldizkarik Zikarekin, dengearekin eta txertoarekin lotutako artikulu bana argitaratu dituzte. Batetik, Pasteur Institutuko [ikerketaren baten berri eman dute Nature aldizkarian](#). Ha-

ren arabera, berez dengearen birusarekiko espezifikoak diren bi antigorputz Zikaren aurrean ere eraginkorrak direla frogatu dute.

Zika hedatu den leku gehienetan dengea ere badagoenez, ikertzaileek uste dute aurkikuntza garrantzitsua dela Zikaren patogenesia ezagutzeko eta bi gaitzei aurre hartzeko txertoa garatzeko.

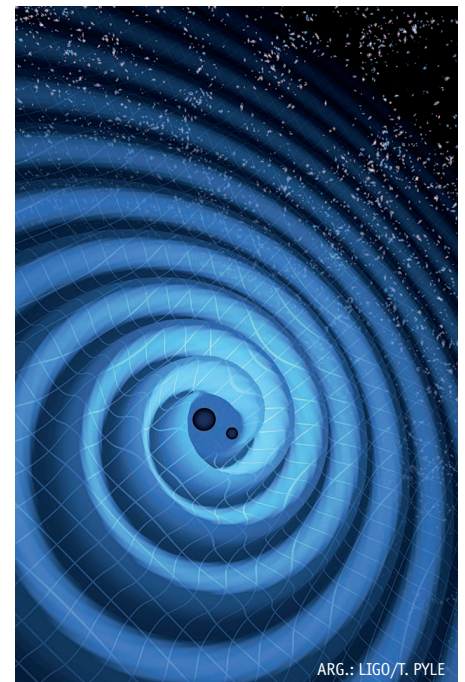
Beste [artikulu Nature Immunology aldizkarian argitaratu da](#). Londresko Imperial College unibertsitatean egindako ikerketa bat da, eta horretan ere dengearen eta Zikaren arteko interakzioa aztertu dute. Emaitzek erakutsi dutenez, dengea izan ondoren, pertsonak gorpuztean dituzten antigorputzek erraztu egiten dute Zika birusa ugaltzea. Horrenbestez, dengea izateak Zika infekzioa pairatzeko aukera areagotuko luke.

Antza denez, aurrerapauso nabarmenak ematen ari diren arren, seguru asko oraindik luze joko du txertoa garatzeko bideak. ●

Zulo beltzen beste talka bat detektatu dute LIGO behatokian

Grabitazio-uhinak bigarren aldiz detektatu dituzte LIGO behatokian. [Otsailaren 11n iragarri zuten](#), lehenengoz, grabitazio-uhinak detektatu zituztela. Eta astronomiaren ate berri bat ireki zuten horrekin; izan ere, uhin elektromagnetikoen bidez behatu beharrean, grabitazio-uhinen bidez behatu daitekeela erakutsi zuten. Orain, [Physical Review Letters aldizkarian argitaratu dute](#) bigarren behaketa. Aurrekoan bezala, bi zulo beltz elkartzean igorritako grabitazio-uhinak dira detektatu dituztenak.

Abenduaren 26an detektatu zituzten grabitazio-uhin horiek LIGOko bi interferometroek (lehenengo behaketatik hiru hilabetera). Zulo beltzak, aurrekoak baino txikiago ziren; 8 eta 14 eguzki-masa zuten, aurrekoek 36 eta 29. Ikertzaileek adierazi dute zulo beltzak nola elkartzen diren azaltzeko zeuden iragarpen teorikoekin bat egiten duela behatutakoak. Iragarpen teoriko horien arabera, zulo beltzak elkarren inguruan mugitzen dira, hamarka orbita eginez, fusionatu arte. Horrelako 55 bira behatu ahal izan dituzte, segundo bat iraun zuen seinalean. Horrez gain, bi zuloetako bat errotatzen ari zela ere jakin ahal izan dute. ●



ARG.: LIGO/T. PYLE

Euskaraz primeran ikasteko **PRIMERAN!** materiala

A1 eta A2 mailetarako

**Ikasi euskara!
Izan euskal
hiztuna!**

A1



A2



Ikaslearen materiala (ikaslearen liburua, lan-koadernoak, DVDa eta karpeta) eta irakaslearen materiala maila bakoitzean.

**Liburu-dendetan eta
www.elhuyar.eus/denda
webgunean salgai!**

elhuyar
ezagutuz aldatzea



**Garena ikasteko
para entendernos
pour se comprendre**

EGIZU, EGIOZU, ASTERO BERRITZEN DEN OPARIA EREIN KAZETARITZA INDEPENDENTEA

HARPIDETU:

ARGIA ASTERO, HILEAN 12€ BAINO EZ.

ARGIA HAMABOSTERO, HILEAN 6,5€ SOILIK

ARGIA HILERO, HILEAN 3,5€ SOILIK

ARGIA

943 371545

HARPIDE@ARGIA.EUS

WWW.ARGIA.EUS/HARPIDETZA



Antartikako ozono-geruzaren zuloa osatzen hasia dela baieztatu dute

Antartikaren gaineko ozono-geruzaren zuloa osatzen hasi dela erakusten duten lehen zantzuak jaso dituzte zientzialariek. [Science aldizkarian azaldu dituzte emaitzak](#), eta, erakutsi duteenez, azken 16 urtetan, 4 milioi km² txikitu da. Hain zuzen, 2000. urtean iritsi zen zuloa inoiz baino handiagoa izatera; geroztik, txikitzen joan da, [ez modu jarraituan](#), hala ere. Esaterako, sumendi-erupzioek eragin kaltegarria dutela ikusi dute. Dena dela, ozono-geruza babesteko neurriek eragina izan dutela berretsi dute ikertzaileek.

1950eko hamarkadan hasi ziren jasotzen ozono-geruzari buruzko datuak. Hiru hamarkada geroago, urrian, Antartikako base britainiarreko ikertzaileak ohartu ziren hil horretan ozonoa jaitsi egiten zela. Geroztik, urriko datuak erabili izan dira ozonoaren gorabehera jarraitzeko. Hala, ozono-geruza mehetzen ari zela konturatu ziren, eta, 1986an frogatu zuten atmosferara isuritako kloroak ozonoa suntsitzen zuela. Horrenbestez, 1987an klorofluorokarbonatuak (CFC) ez erabiltzeko konpromisoa hartu zuten munduko ia herrialde guztiek, Montrealgo



ARG.: SCIENCE

Protokoloaren bidez, haiek jo baitzituzten ozono-geruzaren aurkari nagusitzat.

Massachusettseko Teknologia Institutukoko (MIT) Susan Salomonek zuzendu du Sciencen argitaratu berri den ikerketa, eta, hark azaldu duenez, orain irailean egiten

dituzte neurketak, meteorologia egonkorragoa baita urrian baino. Eta, Salomonek nabarmendu duenez, aurreko urteetan irailean jasotako datuek erakutsi dute zuloa osatzen ari dela, ereduek aurreikusitako modu berean, hain justu. ●

ZIENTZIAKIDE

AZTI-Tecnaliako zientzialariek batera **Pasaiko badiako urak** aztertzeke proiektu batean parte hartu nahi duzu?

Urriko asteburu batean ikertzaileekin jarduteko eman izena **zientziakide.elhuyar.eus** webgunean edo idatzi mezua **zientziakide@elhuyar.com** helbidera.



ERAGILEAK:

elhuyar
Zientzia

azti
tecnalia

LAGUNTZAILEAK:

kutxa
FUNDATIA

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA, EMPLEO Y TURISMO
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA, EMPLEO Y TURISMO
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Hesteetako mikroorganismoek obesitatean nola eragiten duten argitu dute

Azetatoaren bidez nerbio-sisteman eraginez, gosea eragiten dute mikroorganismoek

Hesteetako mikroorganismoek azetatoa ekoitziz eragiten dute obesitatean eta intsulinarekiko erresistentzian. Ondorio hori ateratu du nazioarteko iker-tzaile-talde batek, saguekin egindako ikerketa batetik. Ikusi dute gantz asko-ko dietak saguen hesteetako mikrobiota eraldatu eta azetato gehiago ekoiztea eragiten duela, eta gantz-azido txiki horrek nerbio-sistema parasinpatikoa aktibatzen duela. [Nature aldizkarian argitaratu dituzte ikerketaren emaitzak.](#)

Obesitateak hesteetako mikrobiotarekin lotura duela jakina zen, baina hori nola gertatzen den, ez. Aurreko ikerke-



ta batean, ikertzaileek ikusi zuten azetatoak intsulina gehiago jariatzea eragiten duela saguetan. Eta azetatoak gorputzean nola eragiten duen ikertze-ko, hainbat esperimentu egitea erabaki zuten. Hala, batetik, azetato-maila beste gantz-azido labur batzuen mailarekin alderatuta, ikusi dute gantz askoko dieta duten saguek azetato-maila handiagoa dutela proportzioan. Alegia, gantz askoko dietak hesteetako mikrobiota eraldatzen du, eta azetato gehiago ekoizten da.

Bestetik, azetatoak garunean eragiten duela ikusi dute, nerbio-sistema parasinpatikoa, eta, ondorioz, intsulinaren eta grelina eta gastrina hormonon jarioa handitzen dela. Azken bi hormona horiek gosea eragiten dute, eta, beraz, saguek gehiago jatea eta gizentzea. Azkenik, ikusi dute gorotz-transplanteak eginda aldaketa bertsuak gertatzen direla saguen mikrobiotan, azetato-mailan eta intsulinan. ●

Errepideek eta trenbideek faunan duten eragin kaltegarria neurtu dute

Garraio-azpiegiturek hegaztietan eta ugaztunetan eragiten dituzten kalteak neurtzeko metodologia bat garatu dute Espainiako Natura Zientzien Museoko ikertzaileek, eta, horren bidez, ikusi dute, azpiegitura horiek gabe, hegaztien eta ugaztunen populazioak % 20 eta % 50 handiagoak izango liratekeela, hurrenez hurren, oraingokoekin alderatuta.

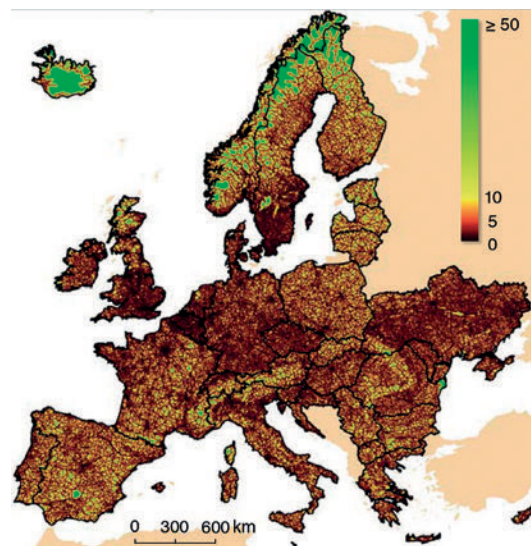
[PNAS zientzia-aldizkarian argitaratu dute ikerketa](#), eta, haren arabera, Europako lurralde ez urbanizatuaren erdia errepide edo trenbide batetik 1,5 km-ra dago, eta laurdena, 500 metrora. Garraio-azpiegituren dentsitate handiena Europa erdialdean dute, eta txikiena, aldiz, Islandian.

Azpiegituren eragin-eremua neurtzeko, fauna zenbatu dute azpiegitu-

retatik gertu, eta errepiderik eta trenbiderik gabeko lekuetan. Horretarako, Espainia hartu dute oinarri, eta ikusi dute azpiegituren eragina leku ez urbanizatuaren % 55ra hedatzen dela. Espezie kalte-tuenak basoiloa eta eguzki-arranoa dira.

Eragina are handiagoa da ugaztunen kasuan: haien lurraldearen %98ra iristen da, eta ondorio kaltegarrienak katamotzek eta hartzek jasaten dituzte.

Ikertzaileek ohartarazi dutenez, neurriak hartu ezean, egoerak okerre-
ra egin dezake etorkizunean, 2050. urterako 25 milioi km errepide egingo



Garraio-azpiegiturekiko distantzia, km-tan. ARG.: MARINA PINILLA.

batira, eta 333.500 km trenbide. Horietako asko, gainera, oraindik biodibertsitate handia duten herrialdeetan egingo dituztela aurreikusten dute. ●

Izan berria laguna

- ✓ BERRIA babesteko
- ✓ Euskarazko hedabideen sarea sendotzeko
- ✓ Euskal kultura zabaltzeko

Orain gehiago da

BERRIA lagun izateko aukerak

BERRIA laguna

Hilean 10 €-tik aurrera

- BERRIAk aurrera egin dezan lagunduko duzu
- Abantailak, deskontuak eta zerbitzuak eskuratuko dituzu

BERRIA lagun harpideduna:

Hilean 14 €-tik aurrera

- BERRIAk aurrera egin dezan lagunduko duzu
- Abantailak, deskontuak eta zerbitzuak eskuratuko dituzu
- Egunkaria etxean, kioskoan edo hautatzen duzun tokian jasoko duzu

BERRIA lagun iragarlea

Hilean 7 €-tik aurrera

- BERRIAk aurrera egin dezan lagunduko duzu
- Abantailak, deskontuak eta zerbitzuak eskuratuko dituzu
- Publizitatea egingo dizugu BERRIAren euskarri guztietan
- BERRIA laguntzen duten milaka lagunei emango diegu zure berri

Eman izena:

Berria.eus/berrialaguna

943-30 43 45

laguna@berria.eus

berria laguna
berria.eus/berrialaguna

ABIZENA, IZENA
01234567



berria•mundua•euskarari•emana

Sagu batzuek pertsonen antzeko hilekoa dutela aurkitu dute

Sagu afrikar batek hilekoa duela aurkitu dute Australiako Clayton Unibertsitateko ikertzaile batzuek. Aurkikuntza harrigarria izan da, ezagutzen diren gainerako karraskariek ez baitute hilekorik izaten. Horregatik, laborategietako sagu eta arratoiak oso eredu kaskarrak dira emakumeen ugaltze-aparatua eta haren asaldurak ikertzeko. Aurkikuntza honekin, hain zuzen ere, horretarako eredu aproposago baten aurrean egon gaitezkeela uste dute ikertzaileek.

Acomys cahirinus sagu emeek bederrazi eguneko zikloa dutela ikusi dute, eta hilekoak 3 bat egun irauten diela, zikloaren % 20-40. Horretan, emakumeen zikloaren antza du, 28 eguneko zikloaren % 15-35 irauten baitu hilekoak emakumeetan. [Emaitza horiek bioRxiv webgunean argitaratu dituzte.](#)

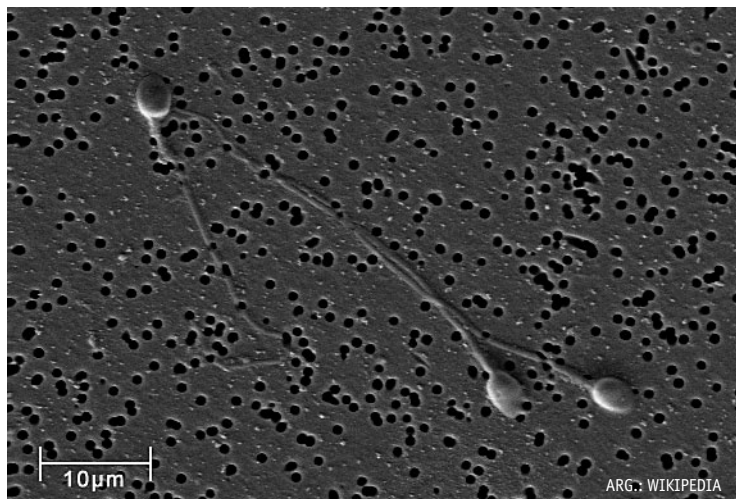
Orain, ziklo bakoitzean umetokia esaltzen duen ehuna saguetan nola hazten den eta nola desagitzen den ikertzen ari dira ikertzaileak, batetik; eta, bestetik, transkriptoma (une jakin batean espresatzen den RNA guztia) aztertzen ari dira, geneek zikloa nola erregulatzen duten jakiteko asmoz.

Emakumeen ugaltze-aparatua ikertzeko aukera berriak irekiko diren itxaropena dute ikertzaileek, nahiz eta oraindik goiz den hori jakiteko. Orain arte zeuden eredu egoki bakarrak primateak ziren. Izan ere, ugaltzenen % 1,5ek bakarrik du hilekoa, eta horietako gehienak primateak dira. Laborategiko sagu arruntek ere hilekoa izatea eragin daiteke, baina obarioak kendu behar zaizkie, eta hormona-dosi handiak eman. ●



Acomys cahirinus sagua. ARG.: MATĚJ BATĀHA/CC_BY-SA 3.0.

Opioideek espermatozoideen eraketa erregulatzen dute



EHUko ikerketa batek opioideen errezeptoreak espermatogenesian inplikatuta daudela argitu du. Nerea Subiran eta haren ikerketa-taldeak lehenengo aldiz deskribatu ditu errezeptoreok espermatozoideen sorreran parte hartzen duten zeluletan. Plos One aldizkarian argitaratu dute lana.

Errezeptore opioideek zelulen komunikazio-sisteman parte hartu ohi dute, eta ikerketa berri honek agerian utzi du espermatozoideen eraketa-prozesuan badutela zeresana. Zehazki, espermatogenesian zehar informazio genetikoa modu egokian banatzeaz arduratzen den makineriaren eraketa erregulatzen dute opioideen errezeptoreek.

Munduko Osasun Erakundearen arabera, azken hamar urteotan ugalkortasun-arazoak esponontzialki handitu dira herrialde garatuetan. Dagoeneko, jaiotzen diren haurren % 3 lagundutako ugalketa-tekniken bidez sortutakoak dira. Arazo sozial eta mediko handia bilakatu dira ugalkortasun-arazoak, eta kasu asko, gizonen ernalezintasunaren ondorio dira. Jakina da espermatogenesian gertatzen diren akatsek espermatozoide eskasak eta ez-funtzionalak sorrarazten dituztela, baina prozesu horretan inplikatuta



Nerea Subiran eta haren ikerketa-taldea. ARG.: EHU.

dauden mekanismo molekularrak ikertzen hasi berriak dira oraindik zientzialariak, ugal-osasunerako oso garrantzitsuak badira ere.

“Gurea animaliekin eginiko oinarriko zientziako ikerketa bada ere, ikerketa hauei esker gizonen emankortasuna kontrolatzen duten mekanismo molekularren inguruko informazioa jasotzen ari gara. Ernalezintasun kasu askoren arrazoiak hobeto ulertzen eta bere aurkako dianak eta estrategia terapeutikoak garatzeko aukera berriak irekitzen lagundu dute”, adierazi du Subiran ikertzaileak. ●



OLATZ PEREZ DE VIÑASPRE

Informatikaria

“Gizarteari onura ekarriko diola pentsatzeak asko asetzen nau”

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

Olatz Perez de Viñaspre Garraldak gaztetatik nahi zuen informatikaria izan. Ordenagailuak asko gustatzen zitzaizkion, eta DBHtik zuen Informatika ikasteko asmoa. Batxilergoko azken urtean, ordea, zalanza sortu zitzaion, Euskal Filologiak ere erakartzen baitzuen. “Filologia gero ere ikas nezakeela pentsatu nuen, eta horrela erabaki nuen Donostiako Informatika Fakultatean hastea. Eta, azkenean, bi arloak uztartu ditut, IXA taldeari esker”, dio Perez de Viñasprek.

Hain zuzen ere, IXA taldean tesia egiten ari da, medikuntzako terminologia ingelesetik euskarara automatikoki itzultzeko proiektu baten barruko ikerketa batekin. Horra iristeko bidea “oso naturala” izan dela onartu du: “Informatika ikasten ari nintzela, IXA taldeko irakasle batzuk ezagutu nituen, eta karrera amaierako proiektua Maite Oronozekin egin nuen. Gero beste proiektu batekin lotu nuen, eta jarraian Hizkuntzaren Azterketa eta Prozesamendua Masterra egin nuen. Hori eta gero, tesia egiteko aukera sortu zitzaidan; beraz, dena etorri da bata bestearen atzetik”.

Perez de Viñaspreren esanean, IXA taldeak laguntza handia eman dio ibilbide horretan, eta tesia egiteko ere Maite Oronozen zuzendaritzapean jarri da. Horrek ikerketa-gaia aldatzea ekarri dio: “Bi proiektuak galdera-erantzun sistemen inguruan egin nituen, eta orain tesia medikuntzaren arloan egiten ari naiz. Argi nuen euskararekin egin nahi nuela tesia, baita nor nahi nuen zu-

zendari izatea ere, eta bera osasun arloan ari zenez, ni ere horretan hasi nintzen”.

Hala, SNOMED CT sare semantikoa euskaratzeko lanetan dabil orain. “Sare semantiko hori mundu osoan erabiltzen da osasun-txostenak prozesatzeko eta abar, eta eleaniztuna da. Hortaz, arlo horretan zerbait egin nahi bagenuen, lehenengo gauza SNOMED CT euskaratzea izan behar zuela ikusi genuen, eta horretan ari gara”.

AURRERA EGITEKO BULTZADA

Benetan gustura ari dela aitortu du: “Egiten ari naizenak gizarteari onura ekarriko diola pentsatzeak asko asetzen nau”. Horrez gain, gustuko du bere lanak aplikazio zuzena izateak, “erabilgarria izango dela, ez dela paperean geratuko”. Horrek guztiak aurrera egitera bultzatzen du.

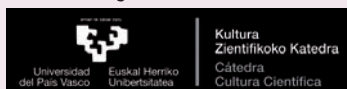
Horrekin batera, oso garrantzitsutzat jotzen du taldearen babesa: “Azken finean, ordu asko ematen ditugu lanean, eta baztuetan gogorra da. Etsipen-uneak ere izaten ditugu tarteka, eta, horiek gainditzeko, niri ezinbestekoa zait taldearen laguntza”.

Tesiaren azken txanpan dago orain. Egin duen lana proiektu osoaren lehen pausoa da, eta azken helburua da medikuei osasun-txostenak euskaraz idazteko aukera ematea. Izan ere, Perez de Viñasprek azaldu duenez, “orain, ezin dira euskaraz bakarrik idatzi, mediku erdal elebakarrak izanik, pazientearen segurtasuna arriskuan jarri gabe. Gazteleraz ere egon behar dute. Beraz, gure helburua, da programa bat sortzea euskaraz txostenak idazten laguntzeko eta, gainera, gaztelaniera edo beste hizkuntzetara modu automatikoan itzultzeko”.

Tesiaren ondoren, IXA taldean lanean jarraitzea nahiko luke, baina irakasle-lanarekin uztartuta, egonkortasun handiagoa izateko. Atzerrira joatea ere ez du baztertzen, pare bat urtez doktoretza-ondorengoa egitera, beste hizkuntza gutxitu batzuetakoek interesa baitute beren lanean, “baina nahiagoko nuke geratu”.

Olatz Perez de Viñaspre. Iruñean jaioa, 1987an, eta Gasteizen hazia eta hezia. Sistemen Informatikan ingeniartza teknikoa eta Informatikan ingeniartza ikasketak burutu zituen Euskal Herriko Unibertsitatean. Karrera bukaerako proiektuekin, EHUko IXA ikerketataldean lanean hasi zen, eta, Hizkuntzaren Azterketa eta Prozesamendua masterrarekin batera, doktoretza-tesia egiten hasi zen. Horretan dihardu gaur egun.

UPV/EHU Kultura Zientifikoko Katedrarekin lankidetzan egindako atala.



INCOGNITA PATAGONIA 2016 ESPEDIZIOA,
NATIONAL GEOGRAPHIC-EN BABESAZ EGINA

Suaren Lurraldean

AITZIBER AGIRRE RUIZ DE ARKAUTE
Elhuyar Zientzia

ARGAZKIAK: INCOGNITA PATAGONIA 2016

IZOTZA

Patagoniako eta Suaren Lurraldeko izotz-eremu ezezagunenak ikertzea helburu, espedizio bat egin dute aurtengo udaberrian hiru glaziologok: Eñaut Izagirre elgoibartarrak, Ibai Rico gasteiztarrak eta Evan Miles estatubatuarrek. Hego Amerika osoko izotz-eremurik hegoaldekoena eta ezezagunena esploratu eta kartografiatu dute: Cloue izotz-eremua. Hoste uhartean dago, izotzezko labirinto baten erdian.

“Izugarria izan da hango handitasuna ikustea. Hango paisaiaren dimentsioak. Belaontzian ginen, eta 1.500 metroko paretak ikusten genituen ondoan. Pixka bat iparralderago, baita 2.500 metrokoak ere. Sekulako paretak, izugarritzko glaziarrek, fiordoetan izotz-erorketa etengabeak... Ikaragarria da!”, emozio handiz gogoratzen ditu guztiak Eñaut Izagirre geografoak.

KARTOGRAFIA-MAPA ZEHATZAK

Cloue izotz-eremua uharte txikien, fiordoan eta kanalen labirinto moduko bat da, eta guztiz ezezaguna oraindik. Hartara, hango mapa kartografikoa egitea zuten helburu hiru iker-tzaileek, baina garai bateko espedizioen modura egin nahi izan dute: geografia deskribatu eta ahalik eta mapa kartografiko zehatzena egiteko, espedizioak izotz-eremu handiak zeharkatu behar izan ditu, inork igo gabeko mendiak eskalatu, orain arte ezezagunak ziren fiordoak deskribatu, belaontziz oso sarbide zaila duten kanaletatik nabigatu eta izugarritzko haizeteei aurre egin.



MALKOTAN



Izan ere, haizean ere nabari da Suaren Lurraldeko handitasuna. “Nik uste baldintzak izan direla benetan espedizioa gogorra egin dutenak. Mendi txiki handiak dira, Charlie Porter alpinista handiak deitzen zien bezala. Altueran ez dira oso garaiak, 1.400 metro ingurukoak, baina itsas mailan zaude, eta justu Ozeano Bareko haizeen sarrerari zabalik, haizeen eraginpean erabat.

Antartikatik eta mendebaldetik datozen haize guztiek jotzen dute han, eta, gero, haizeak munduari buelta eman eta, ez dutenez kontinenterik latitude horretan, berriz jotzen dizute. Izugarria da!”

Ikertzaileak eta aldi berean alpinistak izanik, plazer hutsagatik eskalatu dituzte mendiak,



Espedizioko hiru kideak, ezkerretik eskuinera: Evan Miles (glaziologoa eta Scott Polar Research Institutetako ikertzailea), Ibai Rico (geografoa eta Euskal Herriko Unibertsitateko ikertzailea) eta Eñaut Izagirre (geografoa eta Magallanes Unibertsitateko ikertzailea).

baina baita altuerak benetan ondo zehaztu ahal izateko ere. “Satelite-irudiz kalkulaturako altuerak besterik ez zegoen, eta lainoek eta malkarren itzalek distortsioak sortzen dituzte. Guk neurtutako altueretatik aurrez neurtuta zeudenetara, ikusi dugu badagoela 30-35 metroko errorea”.

“Euskal Herrian izan dira glaziar batzuk izozte-aldi handienetan —Aralarren, adibidez—, baina ez dago glaziarren kulturarik”



Ibai, Antartikatik datozen haize indartsuei aurre egiten, izotz-eremuaren goialdean. Inguruotan ia ezinezkoa da eguraldi-iragarpenak egitea, eta eguraldi lasaia izango zutela uste zutenean ere, izugarritzko haizeteak eta ekaitzak jasan behar izan dituzte espedizio-kideek.



Evan Saia dorreko azken luzea eskalatzen. Behean ikusten den lakuak, lurrikara baten ondorioz, bat-bateko hustuketa jasan zuela jakin izan dute glaziologoek.



Izotz-eremuko mendi garaien eskalada egiteko ezarritako goi-kanpalekua, elurretan sartuta, Hoste uharteko haize bortitzak eraman ez dezan.



Northanger belaontzia izan dute izotzeko labirintoan gidari eta zaindari. Kapitain, Keri Pashuk izan dute, itsaso australetan nabigatzen esperientzia handia duen emakume kanadarra. Izotzeko eremuan oinez barneratzean, hiru glaziologoek inoiz ez zekiten noiz itzuliko zen belaontzia beren bila, baldintza meteorologiko gogorren eraginez askotan ezin baitzuen nabigatu.

GLAZIARRAK AZTERGAI

Izotz-eremua bere osotasunean ikertu nahi izan dute. Historia glaziarra eta erliebea hobeto eza-gutzeko, milaka eta milaka urte dituen izotza izan dute aztergai; glaziarren formak eta meta-ketak kartografiatu dituzte hiru glaziologoek. “Euskal Herrian izan dira glaziar batzuk izotze-aldi handienetan —Aralarren, adibidez—, baina ez dago glaziarren kulturarik. Azken finean, Piriniotan dauden glaziarrek ere oso txikiak dira. Horregatik arrotza egiten zaigu glaziologo hitza”, azaldu nahi izan du Izagirrek.

Glaziarrek glaziazio handietan izan zuten azalera handiena. Ordutik hona atzera egiten joan dira, eta gaur egungo glaziarrek izotz-aldi handi haietako hondarrak dira. Lurrak glaziazio asko izan ditu, bata bestearen atzetik, eta Suaren Lurraldea izotzez estalita egon da milaka edo milioika urtean. Suaren Lurraldeko eremurik australenaren glaziarren eboluzioa aztertu nahi izan dute hiru ikertzaileek espedizioan.

“Orain, glaziarrek ez dira gai beren mugimendua goitik behera egiteko, halako deskonexio bat dago”

“Duela 200 urte, Izotz Aro Txikia deitzen den periodoan, izotzak aurrera egin zuen. XIV. eta XVII/XVIII. mendeetan izan zen, eta Patagonian, XIX. mendera arte luzatu zen. Mundu osoko tenperatura atmosferikoak gutxi gorabehera gradu bat egin zuen behera, eta glaziarrek aurrera egin zuten”, adierazi du Izagirrek. “Gaur egun ikusten ari garen atzeratze globala horixe da, Izotz Aro Txiki horretan izan zuten hedapenetik nola egiten ari diren atzera glaziarrek”.

Satelite-irudien bidez egindako azterketek zioten Patagoniako glaziarrek ez zirela aldatu azken urteotan, galera-tasak ez zirela handiak. Izagirrek, Ricok eta Milesek, ordea, bertatik bertara aztertzea erabaki zuten. “Gure landa-lanetan alderantzizkoa ikusi dugu: azken 70 urteotan, glaziarren azalera guztiaren % 20 galdu da; batez ere azken hamarkadetan. Eta, gainera, halako banaketa bat ikusi dugu glaziarretan, des-



Eñaut, Fouque glaziarren aurrealdetik gertu ur-sakonera neurtzen (batimetria), packraft-arekin. Garrantzitsua da uraren sakonera zein den jakitea, uretara iristen diren glaziarrek handitzen edo txikitzen ari diren ulertzeko.



Acix fiordoaren ekialdeko besoan dagoen glaziarretako bat. Goialdearen eta behealdearen arteko deskonexioa agerian geratzen da glaziar honetan, egungo osasun eskasaren seinale. Une honetan, elur-jauziek eta erortzen diren izotz-pusketek baino ez dute elikatzen mihi glaziarra.



konexio moduko bat elurra pilatzen den tokitik, pilaketa-gunetik, gaur egun mihia dagoen tokira. Normalean elurra erortzen da, goian pilatzen da, eta, gero, dentsitate jakin bat hartzen duenean, grabitate-indarraz deformatzen eta behe-raka labaintzen joaten da. Orain, glaziarrek ez dira gai beren mugimendua goitik behera egite-

ko, halako deskonexio bat dago. Aurreko hamarkadetan oso ondo iristen zen itsas mailaraino, osasuntsu, baina orain glaziarren goiko altueratan zokoratzen ari da”.

Kontuan hartzeko modukoa da glaziarren osasuna, haiek urtzerakoan itsas maila igotzen baitoa.

Kalv glaziarra, Pia fiordoaren ekialdeko besoan. Glaziarren izenak berak adierazten du aurrealdean gertatzen zaion fenomeno garrantzitsu bat: *calving* izenez ezagutzen diren ohiko izotz-erorketak.

Suaren Lurraldeko landarediak
eta zohikaztegiek paisaia
ederrak sortzen dituzte izotzak
atzera egin duen tokietan.





Berez izotz gehiago dute Antartikak edo Groenlandiak, baina mendiko glaziar txikiagoak dira tenperatura-aldaketan aurrean azkarren erreakzionatzen dutenak eta itsas maila askoz ere azkarrago igoaraziko dutenak. Patagonia-koak eta Alaskakoak, esate baterako. 1-1,5 metro igoarazi lezakete, ikertzaileen arabera.

PAISAIA BERRIAK SORTZEN

Izotzak atzera egiteak paisaia berriak ere ekarri ditu Suaren Lurraldean. Bailara berriak geratu dira agerian. Gainera, izotzak estaltzen duen eremu guztia ez-organikoa da, bizitzarik gabea eta inertea. “Orain, pixkanaka bizitza hasten ari da. Glaziarrek atzera egitean, lehenik hazten direnak likenak eta goroldioak dira han. Oso paisaia ederra da. Ikusgarria”.

“Glaziarrek atzera egitean, likenak eta goroldioak hazten dira han lehenik. Oso paisaia ederra da, ikusgarria”

“Bestetik, badu Patagoniak esanguratsu den ezaugarri bat: zohikaztegiak. Hain klima heze eta hotzean, landaredia ez da desegiten, eta metatu egiten da, alboetara zein bertikalki. Zohikaztegiak sortzeko denbora asko behar izaten da, hortaz, haiek egoteak erakusten du glaziarrek duela dezente denbora egin zutela atzera”.

Kastoreen eragina ere asko igartzen da Eñautek dioenez. Haien larrua merkaturatzeko, 1946an sartu zituzten kastoreak Ushuaian. “Ekosisteman eragin handia dute. Guztiz zohikaztsua zen eremu bat aurkitu zuten, ur zingiratsuak, haientzat oso aproposak. Gainera, han ez dago harrapari handirik”. Hortaz, espedizio-kideak kastoreen habi nagusiak lokalizatzen saiatu dira. ●

Entzun Norteko Ferrokarrilari
Eñaut Izagirreri egindako
elkarrizketa.





Espazio-agentzien planak betetzen badira, 2020an bost misio abiatuko dira Marterantz. Eta haietako hiruk, edo agian lauk, ibilgailu autonomo bat jarriko dute Marteren gainazalean. Garai garrantzitsua izango da, zalantzarik gabe, Marteren esplorazioan. Garrantzitsua Euskal Herriko Unibertsitateko Zientzia Planetarioen Taldearentzat ere, misio horietako bitan parte hartuko baitu.

MARTE



EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

2020

NASAk alde batetik, Europako eta Errusiako Espazio Agentziek elkarrekin bestetik, eta Txina-koak bestetik, Martera ibilgailu autonomo bana bidaltzeko asmoa dute 2020an. Indiak eta Arabiar Emirerri Batuek, berriz, orbitatzaile bat bidaliko dute, eta Indian aztertzen ari dira haiek ere ibilgailu bat bidaliko ote duten orbitatzailearekin batera. “Alde batetik, honelako misioek ekartzen duten garapen teknologiko izugarria motibagarria da edozein herrialderentzat”, dio Agustín Sánchez Lavega Euskal Herriko Unibertsitateko Zientzia Planetarioen Taldeko zuzendariak. “Eta, bestetik, lorpen zientifikoa dago. Pentsa misioren batean biziaren arrastoak topatzen badira”.

Zientzia Planetarioen taldeko ikertzaileek parte hartuko dute ExoMars 2020 misio europar-errusiarrean eta, batez ere, NASAREN Mars 2020 misioan; eta horixe da, hain zuzen ere, bi misio horien helburu nagusia: biziaren arrastoren bat topatzea.

“Dagoeneko dudarik ez dago Marteren gainazalean noizbait ur likidoa egon zela. Ez dakigu ze hedadura izan zuen, eta zenbat denboraz egon zen likido, baina bai lakuak, eta errekek izan zirela. Adibidez, orain Curiosity dabilen lekuan, Gale kraterrean, argi eta garbi menditik jaisten diren errekek daude”, azaltzen du Sánchez Lavegak. “Puntu garrantzitsu hori kontuan izanda, nik uste dut badagoela aukera inoiz jarduera biologikoren bat egon izanaren arrastoren bat topatzeko, nitxoren batean. Marteko geologiarekin azaldu ezin daitekeen arrastoren bat”.

MARS ETA EXOMARS

Horixe bilatzen saiatuko dira Mars 2020 misioan, eta horretarako beste ibilgailu autonomo bat jarri nahi dute Marten. Ibilgailua gaur egun han dabilen Curiosityren oso antzekoa izango da, hark bezala 1.000 kg izango ditu, eta hainbat kamera, sentsore eta tresnaz hornituta egongo da. Horietako batzuk aurrekoen bertsio hobetuak izango dira, eta beste batzuk berriak; esaterako, SHERLOCK. Raman espektrometro bat da, eta molekula organikoak eta biomarkatzaileak detektatzeko balio du. “Orain arte ez da halako tresnarik eraman Martera. Funtsezkoa izango da bizi-seinaleak bilatzeko”, argitu du Sánchez Lavegak.



Ezkerrean, Marten dabilen *Curiosity* ibilgailua. Mars 2020 misioak eramango duena oso antzekoa izango da. Eskuinean, ExoMars 2020 misioak eramango duen ibilgailua. ARG.: NASA/JPL ETA ESA, HURRENEZ HURREN.



Agustín Sánchez Lavega
Euskal Herriko Unibertsitateko
Zientzia Planetarioen Taldeko
zuzendaria.

RIMFAX tresna ere azpimarratu du Sánchez Lavegak, gainazalaren azpiko kondizioak aztertze-ko balioko duen radarra. Marteren orbitan dau- den Mars Express eta MRO zundek antzeko radarrak dituzte, baina Marteren gainazalean ariko den lehena izango da, eta 500 metroko sa- koneraraino iritsiko da. “Ez dakigu oso ondo Marteren gainazalaren azpian akuiferoak egon ote daitezkeen. Sakonera handitu ahala tenpe- ratura eta presioa handiagoak dira, beraz, agian ur likidoa egon liteke”.

ExoMars 2020 misioak eramango duen ibilgailua berriz txikiagoa izango da, 300 kg ingurukoa. Eta bere arma garrantzitsuenak bi metroko sakonera- ra iritsiko den zulagailua da. Zulagailuak hainbat sakoneratako laginak hartuko ditu, eta lagin hor- iek ibilgailuan aztertuko dira hainbat tresnare- kin. Hala, sakonera horretako laginak lehenen- goz aztertu ahal izango ditu ExoMars 2020 misioak. Mars 2020k ere izango du zulagailua, baina ez da metro bat baino gehiagora iritsiko.

Astrobiologoek argi dute biziaren seinaleak aur- kitzeko aukera gehienak gainazalaren azpian leudekeela. “Martera iristen den erradiazio ul- tramoreak dena esterilizatzen du. Beraz, gaina- zalaren azpian bilatu beharko litzateke. Baiko- rrenek pentsatzen dute litekeena dela hor gaur egun oraindik ere bizidunen bat egotea”, dio Sánchez Lavegak.

BIZIA BAIETZATZERIK EZ

Bizirik dagoen edo inoiz egon den argitzea ez da lan samurra izango. “Planeta bat oso gauza han-



dia da, eta bizirik egon bada ere, auskalo non dauden nitxo horiek”, azaldu du Sánchez Lave- gak. Gainera, NASAk ere argi utzi du gauza bat dela molekula organikoak eta biomarkatzaileak detektatzea, baina Mars 2020k ezingo duela baieztatu Marten bizirik dagoen edo izan den.

 *Mars 2020k ezingo du baieztatu Marten bizirik dagoen edo izan den.*

“Oso zaila da —jarraitu du Sánchez Lavegak—; begira zer gertatu zen 1996an. Antartikan erori- tako Marteko harri batek hautsak harrotu zituen mundu zientifikoan. Batzuek uste izan zuten bi- zia izan zezakeela, eta eztabaida piztu zen. Az- terketa guztiak egin ziren arte ez zen argitu au- zia. Eta azterketa horiek Lurreko laborategietan egin ziren! Marten, nahiz eta oso tresneria sofis- tikatua izan, mugatua da. Nik uste dut benetan bizia egon den edo ez baieztatzeko beharrezkoa izango dela Martera pertsonak joatea, eta han benetako laborategiak muntatzea, eroso esplora- ratu eta bertan azterketak egin ahal izateko”.

Baina, hori urrun ikusten du oraindik Sánchez Lavegak: “beti esaten da 20 urte barru gertatuko dela, baina inork ez dauka benetan planifikatuta. Aurreko batean, hain justu, NASAk bati galdetu nion, eta beraiek ere ez zekitela erantzun zidan. Bestetik, egia da ekimen pribatua ere badagoela dagoeneko horretarako; benetan bitxia da hori”.

Edonola ere, horretarako teknologia garatzen hasteko ere baliatu nahi du misioa NASAk. Esaterako, MOXIE tresna eramango dute. Tresna horren bidez Marteko atmosferako CO₂-tik oxigenoa lortzeko teknika bat probatuko dute. Orduko 0,015 kg oxigeno lortzea espero dute.

Bestalde, Mars 2020k biziaren arrastoak topatzeaz gain, badu bigarren helburu nagusi bat: Marteko laginak Lurrera ekarriko lituzkeen etorkizuneko misio baterako lehen pausoa ematea. Hain zuzen ere, lagin horiek aukeratu, jaso, eta leku jakin batean pilatuko ditu ibilgailuak, 50 °C-ren azpitik eta hamar urtetik gora mantenduko dituen hodi metaliko batzuetan gordeta. Gero, beste misio batek Lurrera ekarriko lituzke lagin horiek, bertako laborategietan aztertzeko.

“Hori egingarria ikusten dut etorkizun hurbilean —dio Sánchez Lavegak—, nahiz eta Martetik aireratzea lortu behar den. Ez da gauza bera ilargitik aireratzea edo Martetik; grabitatea askoz handiagoa da. Agian, MOXIEk ekoiztutako oxigenoa erabili ahal izango litzateke erregai gisa. Nolanahi ere, gertuago ikusten dut hori Martera pertsonak iristea baino”.

MARTEKO HAUTSA

Bitartean, Marteko misioetan beste gauza asko ere ikertuko dira. Esaterako, Zientzia Planetarioen Taldeak Marteko meteorologia eta hautsa ikertuko ditu. “Hautsa oso elementu garrantzitsua da Marten —azaldu du Sánchez Lavegak—; izan ere, Marteren atmosfera oso arina da, eta hautsa erraz harrotzen da. Hauts asko dago eta azkar mugitzen da alde batetik bestera. Eta tresnak hondatzen ditu. Horregatik garrantzitsua da ezagutzea hautsaren zikloak, jalkitze-tasa, tresnei nola eragiten dien elektronikaren, optikaren eta abarren ikuspuntutik, eta abar. Lurrean hautsa ez da kontuan hartzeko gauza bat, baina Marten funtsezkoa da”.

Bada, Marteko meteorologia eta hautsa ikertzeko, NASAren Mars 2020 misioko ibilgailuak MEDA tresna izango du. Madrilgo Astrobiologia Zentroak zuzenduta, Zientzia Planetarioen Taldeko ikertzaileek parte hartzen ari dira MEDAren garapenean, eta tresna horrekin egingo diren ikerketetan era ariko dira. “MEDA estazio meteorologiko bat da —azaltzen du Sánchez Lavegak—; neurtuko ditu tenperatura, presioa, haizea, hezetasuna, edo kasu honetan esango dugun atmosferako ur-lurrin kantitatea, eta, ba-

tez ere, hautsa. Bestalde, ExoMars 2020 misio europar-errusiarrean ere hartuko dute parte; kasu horretan, meteorologia ez dute egingo, baina hauts-detektagailuak izango dituzte.

Misio horiei laguntza emateko behaketak ere egingo dituzte Lurretik, eurek garatutako PlanetCAM-UPV/EHU kamerekin. Kamera horiek teleskopioei akoplatzen zaizkie (Calar Altoko teleskopioetako batean daukate bat, esaterako). Eta behaketa horiekin Marten, eskala handian gertatzen diren fenomenoak aztertzen dituzte. Horrez gain, Marteren orbitan dagoen ExoMars ontziak duen kamera txiki batekin eta Curiosityren datuekin ere ari dira lanean dagoeneko, dinamika atmosferikoa eta hautsa ikertzen.

2020ko misioetan Zientzia Planetarioen Taldearen helburua izango da “ahalik eta ondoen ezagutzea Marteko meteorologia, hautsaren zikloa, hodeien sorkuntza, poloetan desizoztearekin batera sortzen diren borrasca modukoak, eta abar” dio Sánchez Lavegak. “Finean, Marteko meteorologiaren ezagutza aurreratzea, besteak beste, hori oso garrantzitsua izango baita etorkizuneko bisitetarako, izan bisitariak ibilgailuak edo pertsonak”.

Mars 2020 eta ExoMars 2020 misioetan parte hartzea erronka bat da taldearentzat, Sánchez Lavegak azaldu duenez: “talde txikia gara, eta gainezka gaude, baina seguru asko inoiz izan dugun erronka politena da. Justu garai horretan erretiroa hartzekoa naiz, eta zoragarria litzateke Martera bisita batekin erretiratzea. Hori amesten dut”.

 *Lurrean hautsa ez da kontuan hartzeko gauza bat, baina Marten funtsezkoa da.*

Dust devil deitzen dioten honelako hautsezko zurrumbilo txikiak ere ikertuko dituzte. Izan ere, ekaitz handiez gain, hautsa garraiatzeko mekanismo garrantzitsuenetako bat izan daitezkeela uste dute. Leku batzuetan etengabe daude horrelako zurrumbiloak, eta hauts asko altxatzen dute. ARG.: NASA_JPL-CALTECH/ UNIVERSITY OF ARIZONA.



Europako iparraldeko NEANDERTAL KANIBALAK gertutik

Europako iparraldeko neandertalen hezur-bilduma handiena aztertuta, nazioarteko talde batek frogatu du kanibalak zirela eta beren kideen hezurak tresna gisa erabiltzen zituztela. Horrez gain, haien artean dibertsitate kultural handia zegoela ere baieztatu dute. Asier Gomez Olivencia ikertzailearentzat, ezaugarri horrexek gerturatzen ditu gugana. Alegia, neandertalak zenbat eta gertuagotik ezagutu, orduan eta gure antzekoagoak direla berretsi dute.



Hélène Rougier antropologoak zuzendu du Goyeteko Hirugarren haitzuloko neandertalak kanibalak zirela agerian utzi duen ikerketa. ARG.: ASIER GÓMEZ.



Orain arte, neandertalak ezagutzeko arrasto gehienak Europako hego-mendebaldeko aztarnategiek eman dituzte. Arrasto horiei esker jakin da, adibidez, hildakoekiko zituzten jokabideak ez zirela berdinak leku eta garai guztietan. Esate baterako, Chapelle-aux-Saintsen (Frantzia) eta Sima de las Palomasen (Espainia), hildakoak lurperatu egin zituzten; aldiz, Les Pradellesen (Frantzia) eta El Sidrónen (Espainia), hildakoak zatitu eta haien hezurak txikitu zituzten, jateko. Beste leku batzuetan ere kanibalismoaren arrasto garbiak topatu dituzte, baina, denak, Europako hego-mendebaldean.

Europako iparraldean aztarnategi gutxiago daudenez, ikertzaileek ez zekiten hango neandertalen artean ere halako desberdintasunak egongo ote ziren. Feldhoferreko (Alemania) eta Spyko (Belgika) aztarnategietan, hildakoak lurperatu egin zituztela iradokitzen duten zantzuak aurkitu dituzte. Horretaz aparte, ez zekiten askoz ere gehiago. Orain, baina, Belgikako aztarnategi batean bizi izan ziren neandertalak kanibalak zirela frogatu du nazioarteko ikertzaile-talde batek.

Hain zuzen ere, Goyeteko Hirugarren haitzuloko fosilak aztertu ditu Kaliforniako Unibertsitateko Hélène Rougier ikertzaileak gidatutako taldeak. Europako iparraldeko neandertalen az-



tarnategi aberatsena da, 99 fosil identifikatu baituzte, eta han topatu dituzte iparraldeko neandertalen kanibalismoaren lehen aztarnak. [Ikerketaren emaitzak eta ondorioak Scientific Reports aldizkarian](#) argitaratu dituzte.

PUZZLEA OSATZEN

Asier Gómez Olivencia paleoantropologoa da artikularen sinatzaileetako bat. Berak lanaren zati txiki bat baino ez duela egin aitortu du, baina oso pozik dago parte hartzeko aukera izan duelako. Izan ere, ikerketa garrantzitsutzat jo du, oso lagungarria izan baita “aspaldi egindako indusketetako fosiletatik datu berriak lortzeko eta neandertalen argazkia osatzeko”.

*Europako iparraldeko
neandertalen kanibalismoaren
lehen aztarnak topatu dituzte.*

Azaldu duenez, iparraldeko lurraldeak zenbait garaian despopulatu egin ziren, hotzaren ondorioz. “Hortaz, hegoaldean ez bezala, populazioan etenak egon dira, eta aztarnategiak eta fosilak askoz ere urriagoak dira”. Horregatik, Goyeteko Hirugarren haitzuloko aztarnategiak aparteko garrantzia du, eta ez fosil-kopuruaren-

gatik bakarrik, baita lortutako informazioarengatik ere.

Aztarnategia aspaldi eta behin baino gehiagotan induskatu zuten, eta, guztira, 30.000 fosil baino gehiago aurkitu zituzten. Rougierren taldeak banan-banan aztertu ditu, eta 99 neandertal-fosil identifikatu dituzte, 96 hezur-zati eta hiru hortz. Gómezek berak aurkitu ditu zati horietako batzuk, eta, gainera, saihetsak eta ornoak aztertu ditu, atal horietan aditua baita.

Arlo askotako espezialistak ere aritu dira elkarlanean, eta, hala, puzzle bateko piezak balira bezala, batzuk besteekin elkartu eta 35 gorputz-atalen 47 zati handi osatu dituzte. Gutxienez bost neandertalenak zirela ondorioztatu dute: lau heldu eta haur bat. Bestalde, karbono 14aren probaren bidez, hezurrek 40.500-45.500 urte dituztela jakin dute. Horrenbestez, Europako iparraldeko azkenetako neandertalak izan ziren.

Horrez gain, lagingen DNA mitokondrialak aztertu dute, eta 54 gizaki modernoekin, aurretik sekuentziatutako 8 neandertaleneekin, eta denisovar batenarekin alderatu dute. Ondorioztatu dutenez, Goyeteko neandertalak urruneko beste neandertalen antzekoak ziren (Alemania, Espainia, Kroazia); gaur egun distantzia horietara

Goyeteko Hirugarren haitzuloko neandertalen hezur-zatiak. Asteriskoa dutenak zuzenean datatu dituzte (40.500-45.500 urte). ARG.: BELGIKAKO NATURA ZIENTZIEN ERREGE INSTITUTUA.



Asier Gómez Olivencia ikertzailea hominidoen saihetsetan eta ornoetan espezializatuta dago, eta ikerketan parte hartu du, Rougierren zuzendaritzapean. ARG.: HÉLÈNE ROUGIER.



Goyeteko Hirugarren haitzuloaren sarrera. ARG.: RAMIOULEKO PREHISTORIA MUSEOA/COPYRIGHT: A.C.POTTIER.

bizi garen gizaki modernook baino homogeneousagoak. Emaitzek aurreko ikerketa paleogenetikoek proposatutakoa berresten dute; hau da, neandertalen populazioa oro har, eta bereziki azken neandertalena, txikia zela.

KANIBALISMOAREN ARRASTOAK

Genetikoki homogeneousoak baziren ere, dibertsitate kultural handia zuten. “Horretan antzekoak gara”, adierazi du Gómezek. Are gehiago: “Juxtu ezaugarri horregatik, erraza egiten zait haiekin identifikatzea”. Dibertsitate horren adierazgarri nabarmena da hildakoein zuten jokabidea, eta Goyeteko Hirugarren haitzuloan aurkitu dituzten arrastoek iparraldean hego-mendebaldean bezainbesteko dibertsitate handia zegoela berretsi dute.

Kanibalismoaren arrastoak garbiak dira. Neandertal-hezurren herenek ebakiak zituzten, eta askok muina ateratzeko emandako kolpeen arrastoak ere bazituzten. Aztarnategian neandertalek ehizatu eta jandako beste espezie batzuen hezurak ere bazeuden, bereziki elur-oreinenak eta zaldienak, eta beren kideen gorpuak eta hezurak animalia haienak bezala moztu eta txikitu zituztela ikusi dute: gorputz-atalak bereizi zituzten, barrunbeak erauzi, hezur luzeak hautsi, eta saihetsak eta garezurak zurit.

Ikertzaileek, dena den, ezin dute esan kanibalismoa erritu baten barruan egiten ote zuten, edo,

Genetikoki
homogeneousoak
baziren ere,
dibertsitate kultural
handia zuten.



Hezurrek gizakiek egindako markak dituzte. Eskuinekoak, adibidez, haragia kentzean egindako ebakiak eta lan-tresna gisa erabili zela frogatzen duten aztarnak ditu.

ARG.: BELGIKAKO NATURA ZIENTZIEN ERREGE INSTITUTUA.

besterik gabe, elikatzeko. Gómezen esanean, zailantza hori argitzeko testuinguruak emandako informazioa beharko lukete, “eta kasu honetan, hori galdu egin da, hezurak baino ez ditugu. Beste leku batzuetan ikusi izan da, adibidez, kanibalismo erritualean, giza hezurak leku bereizi batean daudela, ez animalienekin nahasita. Aldiz, Atapuercako *Homo antecessor*-en kasuan, denak nahasian daude; hango kanibalismoa ez zen errituala izango, gastronomikoa baizik. Goyetekoa zer eratakoa zen jakiteko informaziorik ez dugu”.

HEZURRAK TRESNA

Hezurak, jateko ez ezik, lan-tresna gisa erabili zituztela frogatzen duten aztarnak ere badituzte. Hori ere nabarmentzeko moduko aurkikuntza izan da. Izan ere, lau lekutan baino ez dituzte topatu lanerako erabilitako giza hezurak, eta, gainera, Goyet da ale bat baino gehiago dituen leku bakarra.

Hiru tibiatan eta femur batean aurkitu dituzte aztarna horiek. Antza denez, lehenik jateko txikitu zituzten, eta, gero, harria lantzeko egokiak zirela ikusita, erabili egin zituzten, beste animalia batzuenak erabiltzen zituzten bezala.

Zehazki, harrizko tresnei ukituak emateko eta fintzeko baliatu zituztela ondorioztatu dute ikertzaileek. Haien iritziz, seguru asko ohartuko ziren erabiltzen ari ziren hezurak gizakienak zirela, baina, kanibalismoarekin gertatzen den



Diziplinartekotasunaren adibide izan da ikerketa. Argazkian, H         Rougier, erdian, taldeko bi espezialisten artean, C         Beauval (ezk) eta Isabelle Crevecoeur (esk).

ARG.: H         ROUGIER.

bezala, kasu horretan ere ez dakite jokamolde sinboliko baten parte ote zen erabilera hori, edo funtzio horretarako animalienak bezain egokiak zirelako erabili zituzten.

ELKARLANAREN ADIBIDE BIKAINA

Goyeteko hezurren azterketa elkarlanaren adibide aproposa da, G         iritziz. Izan ere, espezialitate askotako adituen parte hartzerik gabe, emaitza ez litzateke hain ona izango.

Ikerketaren hazia aspaldi ernaldu zen. 2004an H         Rougier eta Isabelle Crevecoeur doktoreek neandertal-jatorriko hortz bat eta masaile-zur-zati bat identifikatu zituzten, Belgikako Natura Zientzien Errege Institutuan gordeta zegoen bilduma batean. Goyeteko bilduma osoaren (30.000 hezur baino gehiago) azterketa xehea hasteko abiapuntua izan zen aurkikuntza hura. Gero diziplinarteko lan-talde bat osatu zuten giza hezurak ikertzeko, eta hala identifikatu zituzten 283 giza fosil, tartean, neandertalenak.

“Nire espezialitatea hominidoen saiheitsak eta ornoak dira. Ikerketa horretan ari zirela, ni beste proiektu batean nengoen Isabellerekin. Alabaina, aukera izan nuen saiheitsak ikusteko eta informazio pixka bat emateko. Ordurako bilduma bitan aztertua bazuten ere, nik hirugarrenez begira ote nezakeen galdetu nien. Baiezkoa eman zidaten, eta hirugarren aldi horretan hezur gehiago topatzea lortu genuen. Gero, saihe-

tsak eta ornoak deskribatzen parte hartu nuen”, kontatu du G        .

Haren iritziz, oso aberasgarria da nazioarteko halako talde batean parte hartzea, elkarlanean ari-
tzeak ikasteko aukera paregabea eskaintzen baitu: “Oso interesgarria da lana egiteko modu desberdinak ezagutzen dituzulako, eta espezialitate askotako ikertzaileak elkartzen direlako. Askotako jakintza-truke horretan. Eta gainera, giza hezurrekin; beti sortzen du zirrara berezia giza hezur bat topatzeak eta identifikatzeak”.

Espezialitate askotako adituen parte-hartzerik gabe, emaitza ez litzateke hain ona izango.

Horrez gain, Rougierrek eta Crevecoeurrek egin-dako identifikazio-lan zaila azpimarratu du: “Milaka animalia-hezurren artean giza zati txiki bat identifikatzea ez da batere erraza”. Artikulua aurrera eramateko Rougierren koordinazio-lana ere nabarmendu du: “Egile guztion iradokizunak kontuan izan ditu. Gainera, lan-talde handia ginen, koordinatzeko zaila, baina H         ezin hobeto egin du hori ere”. Ikerketa osoa oinarritu da, beraz, elkarlanean; haitzuloko hezur-pila begiratzetik hasi eta zientzia-aldizkarian artikulua argitaratu arteko bide osoa. ●



IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

CLAUDE SHANNON

mundu digitalaren aita

Aurtengo apirilean bete dira 100 urte Claude Shannon matematikaria jaio zela. Publiko zabalarentzat ezezaguna bada ere, gizartearen aurrerapenari ekarpenik handienak egin dizkieten inoizko zientzialaririk garrantzitsuenen artean dago; batzuen ustez, ia Newton, Einstein eta Darwinen parekoa da. Izan ere, guk guztiok egunero hainbat alditan erabiltzen ditugu hari esker garatu diren gailu eta teknologia ugariak: ordenagailuak, smartphoneak eta gailu elektroniko guztiak; Internet, telefonia mugikorra eta komunikatzeko edozein modu digital; CDak, MP3 eta ZIP formatuak, eta informazioa digitalki gordetzeko metodo denak. Ezagut dezagun Claude Shannon, gure mundu digitalaren aita.

[Informazioaren eta Komunikazioaren Teknologia](#) munduan izan diren pertsona garrantzitsuenak zeintzuk izan diren galdetuta, jende gehiena ziurrenik ez da gai izango Bill Gates, Steve Jobs eta halako enpresa-gizonenez haragoko izenik emateko. Informatikaren mundua hobetoxeago ezagutzen dugunok beste izen batzuk esango genituzke ziur aski, hala nola [Alan Turing](#) edo [Tim Berners-Lee](#). Gure artean ere, beharbada, ez lukete hainbestek aipatuko [Claude Shannon](#). Arrazoia zein den ez dakigu, baina Shannonek ez dauka, inondik inora, bere ekarpen ikaragarriek merezi duten ospea; Shannon izango da, apika, IKTen munduan izan den izenik garrantzitsuena.

Claude Elwood Shannon 1916ko apirilaren 30ean jaio zen, AEBko Michigan estatuko herrixka batean. Txikitatik erakutsi zuen eskolan zientzia eta matematika gaietarako gaitasuna, eta baita gailu mekaniko eta elektrikoak asmatu eta eraikitzeke zaletasuna ere. Hala, 1932an (16 urte besterik ez zuela), Michigango Unibertsitatean hasi zituen unibertsitate-ikasketak, eta 1936rako, matematikako eta ingeniaritza elektrikoko karrerak amaitu zituen. Ondoren, 1936an, ingeniaritza elektrikoko masterra egiten hasi zen [Massachusetts Institute of Technology](#)

[edo MIT](#) ezagunean. Eta 1940an, matematikako doktorego-tesia defendatu zuen, erakunde horretan bertan.

ELEKTRONIKA DIGITALAREN OINARRIAK

Hala ere, zientziari egin zizkion bi ekarpen handienetarik lehena tesiaren aurretik egin zuen, masterreko proiektuan hain zuzen, 21 urte besterik ez zuela. Hainbat adituren iritziz, inoizko master-tesirik garrantzitsuena izan zen bere hura.

Masterra egiten ari zela, orduko ordenagailu ahaltsuenetako batekin lan egiteko aukera izan zuen Shannonek, Vannevar Bush-en analizatzaile diferentzialarekin. Orduko ordenagailu haiek analogikoak ziren; polea, engranaje eta halako mekanismoen bidez zebiltzan, eta toki handia hartzen zuten. Era berean, matematikako ikasketetan, [Boolearen aljebra](#) ezagutzeko aukera izan zuen. Boolearen aljebren aldagaiek ez dute zenbakizko baliorik, *Egia* eta *Gezurra* (edo 0 eta 1) balioak baizik, eta oinarrizko eragiketak ez dira batuketa eta biderketa, baizik eta konjuntzioa, disjuntzioa eta ukapena (And, Or eta Not). Eragiketa horiek egiaren taula hauen bidez definitzen dira:

Konjuntzioa (And, Eta, $\wedge$)

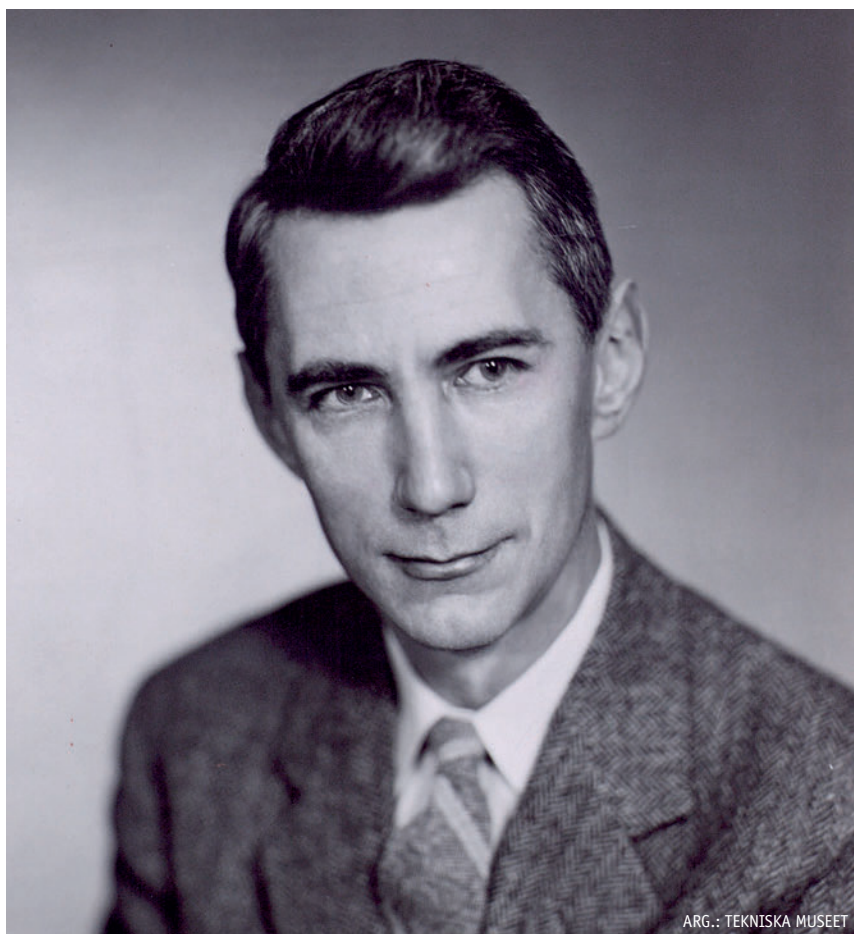
x	y	x eta y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Disjuntzioa (Or, Edo, $\vee$)

x	y	x edo y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Ukapena (Not, Ez, $\neg$)

x	ez x
0	1
1	0



ARG.: TEKNISKA MUSEET

Boolenen aljebra inplementatzen zuten etengailu-zirkuitu elektrikoak diseinatu zituen Shannonek, masterreko proiektuan. Gainera, frogatu zuen zirkuitu horien konbinazioen bidez edozein operazio matematiko edo logiko egin zitekeela, eta zirkuitu horietako batzuk diseinatu ere egin zituen. Lan horrek zirkuitu digitalak diseinatzeko oinarriak jarri zituen, eta hortik etorri zen [elektronika digitala](#). Ordenagailuak eta beste gailu elektroniko eta digital guztiak haren masterreko proiektu horretan izan zuen ikuspenari esker etorri dira.

INFORMAZIOAREN TEORIA, INFORMAZIOA BILTEGIATZEAREN ETA KOMUNIKAZIO DIGITALAREN OINARRIA

Ekarpen hori berez ikaragarria izanik ere, eta harrigarria bada ere, haren beste ekarpen bat jotzen da garrantzitsuentzat. Shannon batez ere ezaguna da [informazioaren teoria](#)ren ezagutza-arloa sortzeagatik eta ia osorik garatzeagatik, 1948an, [Bell laborategi](#) entzutetsuetan lanean ari zela, idatzi zuen “[A mathematical theory of communication](#)” artikuluan.

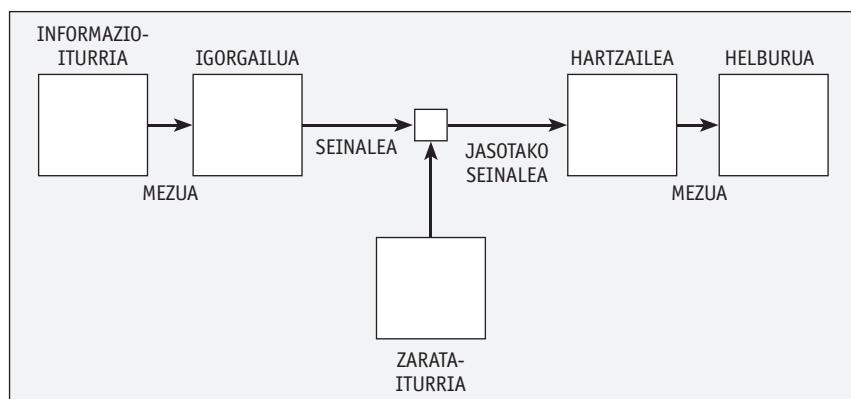
Artikulu horretan, Shannonek beheko irudiaren bidez definitu zuen komunikazio-sistema bat.

Hala, moduak aztertu eta proposatzen ditu mezua modu egokienean kodetzeko. Irudia berdin aplikatu dakioke biltegiatze-sistema bati, non informazio bat idazten den medio batean, hor gordetako seinaleak degradazio bat jasan dezakeen, eta irakurtzean informazioak idatzitako bera izan behar duen.

Artikuluaren, Shannonek proposatu zuen informazioaren biltegiatze eta garraiorako, informazioa oinarri bitarrera bihurtzea; hau da, 0 eta 1 zenbakien bidez egitea. Informazio-unitate horiei artikulu hartan esan zitzaizkien lehenbizikoz *binary digit* edo [bit](#), nahiz eta izena [J. W. Tukey](#)k, Shannonen lankideak, proposatutakoa zen.

Informazioa digital bihurtzea izugarritzko aurrerapena zen. Izan ere, ordura arte erabiltzen zen informazio analogikoak egoera posible gehiago ditu (infinitu egoera, egia esan), eta egoera batek besterako desberdintasuna txikia denez, biltegiatzean edo transmisioan dagoen zarata edo aldaketa txiki orok seinale bat beste bat bihurtzea dakar, eta ezinezkoa da jatorrizko informazio zehatza berreskuratzea. Horrek arazo handiak eragiten zituen seinaleen transmisioan, adibidez, aldiro-aldiro seinalearen potentzia errepikagailuekin berriz altxatuta ere, konpondu ezin zitekeen informazioaren degradazioa eta galera gertatzen baitzen. Aldiz, informazioa oinarri bitarrera eramanda, bi egoera posible baino ez daude, 0 eta 1, eta bien arteko diferentzia nahi bezain handia izan daiteke seinale fisikoan (esaterako, 0 volt eta 5 volt). Hala, nahiz eta seinalea apur bat degradatu edo aldatu, zailagoa da 0 bat 1 bat bihurtzea edo alderantziz. Informazioa errazago eta era fidagarriago ba-

Shannonek irudi honen bidez definitu zuen komunikazio-sistema bat.



“Komunikazioen fidagarritasunerako erabiltzen diren metodoentzako teknika eta formula matematiko ia guztiak definitu zituen”

tean biltegitratzen da horrela, eta transmisioa nahi bezain urrutira egin daiteke errepikagailuen bidez, informazioirik galdu gabe.

Hori, bere aldetik, aurrerapauso itzela bazen ere, Shannon harago joan zen: biltegitratze eta komunikazioen konpresiorako eta fidagarritasunerako gaur egun erabiltzen diren metodoentzako teknika eta formula matematiko ia guztiak definitu zituen.

Horretarako, hainbat kontzeptu definitu zituen. Horietako bat da mezu batek ematen duen informazioa. Izan ere, Shannonek esan zuen mezu guztiek ez dutela informazio bera ematen: mezu bat zenbat eta probableagoa izan mezu posible guztien artean, orduan eta informazio gutxiago ematen du mezu horrek. Halaber, mezu bateko ikur edo karaktereen artean, maizago agertzen den ikur batek informazio gutxiago ematen du. Ikur baten informazioa neurtzeko $I = -\log_2 p$ formula eman zuen, non p den ikurraren probabilitatea edo maiztasuna. Informazioaren neurri honek, gainera, adierazten du ikur hori transmititzeko zenbat bit behar diren. Hala, txanpon bat botatzearan atera daitezkeen bi emaitza (leon edo kastillo) ekuiprobableetako bakoitza adierazteko bit bat beharko genuke, formularen arabera. Edo 27 letratako alfabeto bateko letratako bakoitza adierazteko, denek probabilitate bera balute, 4,76 bit beharko lirateke.

Mezu baten entropiaren definizioa ere eman zuen. Mezu batek batez beste duen informazioa da mezuaren entropia, beraz, honela definitzen da: $H = -\sum p_i \log_2 p_i$. Horrez gain, ikur batzuk probableagoak izaten direnez testuinguru batzuetan beste batzuetan baino (letren kasuan, adibidez, ohikoena izaten da q letraren ondoren u letra joatea, edo kontsonanteen ondoren normalagoa da bokal bat joatea beste kontsonante bat baino), entropia baldintzatua ere definitu zuen Shannonek, non probabilitateak kalkulatzeko aurreko ikurra ere kontuan hartzen den. Bada, entropiaren neurri horrek esaten du mezu bat zenbateraino konprima daitekeen informazioirik galdu gabe! Hizkuntza naturaleko mezuetan, adibidez, letren maiztasunak eta maiztasun baldintzatuak kontuan izanda, bat baino txikiagoa da entropia; beraz, letra bakoitza bit bat baino gutxiagoko seinaletan kodetu daiteke. Eta hori nola egin ere adierazi zuen Shannonek. Gaur egun hainbeste erabiltzen diren [galerarik gabeko konpresio-sistemak](#) (ZIP, RAR edota komunikazioetan erabil-

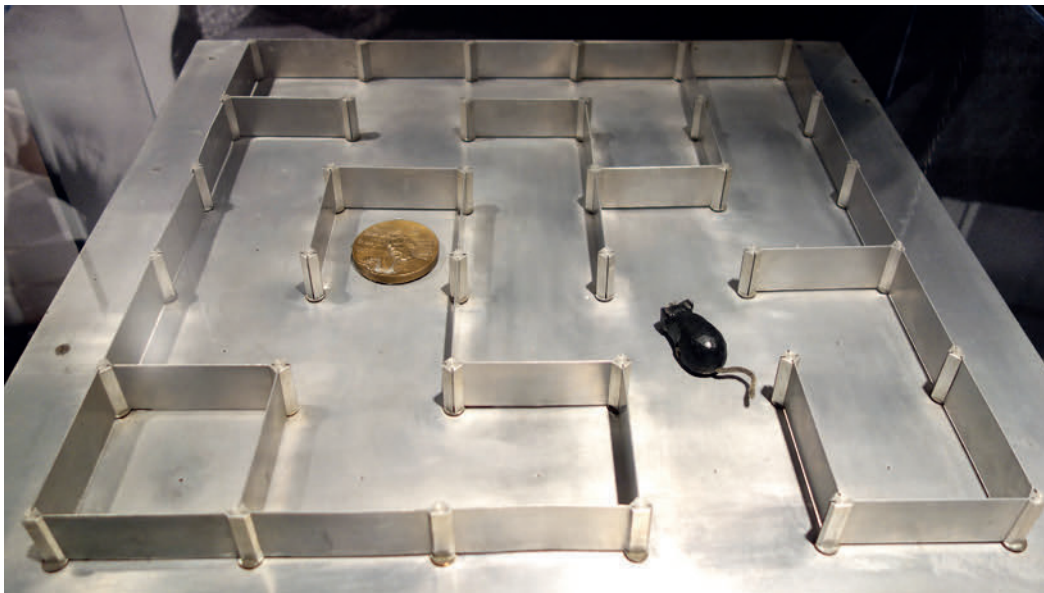
tzen diren beste asko...) Shannonen formula eta metodoetan oinarrituta daude.

Horrekin nahikoa ez, eta [galeradun konpresioa](#)-ren inguruan ere teorizatu zuen Shannonek, eta konpresio-mota hori erabiltzen duten sistema guztiek (JPG, MP3, DivX...) dute hori oinarrian.

Eta hori guztia gutxi balitz, [akatsak detektatu edo/eta konpontzen dituzten kodeen](#) inguruan ere idatzi zuen artikulu hartan. Jasotako edo irakurritako informazio batean akatsak dauden detektatzeko edo akatsak konpontzeko, funtsean, informazio gehigarri erredundantea bidaltzen da. Horren adibide dira Espainiako nortasun-agiriaren zenbakia gehitu dioten letra edo kontu korranteen zenbakietako kontrol-zenbakiak. Horiek, finean, checksum edo kontrol-leko baturak dira. Zenbakiren batean huts egin badugu, kontrolleko batura ez da bat etorriko, eta jakingo dugu zenbakian okerre bat dagoe-la. Akatsa konpontzeko, eskuz begiratu beharko dugu; izan ere, adibide horietan akatsak detektatzeko soilik erabiltzen da kodea.

Baina badago modua jasotako mezuan akatsak egonik ere jatorrizko mezua osatzeko. Horretarako, informazio gehigarri erredundante gehiago sartu behar da, eta, batez ere, kodean bidal daitezkeen hitz edo zenbaki posible guztiek gutxieneko distantzia bat izan behar dute elkarrekiko. Hala, demagun karaktere posible guztiek beren artean duten distantzia hiru bitekoa dela, bit batean akatsa gertatzen bada, nahikoa ziur jakin dezakegu zein zen bidali nahi zen karakterea, baldin eta seinale baten bi bit oker jasotzeko probabilitatea nahikoa txikia bada. Hala, kanalaren fidagarritasunaren arabera, kodeko seinaleen arteko distantzia (bit-kopurua) handiagoa edo txikiagoa egingo dugu eta informazio erredundante gehiago edo gutxiago sartuko, baina jasotzaileak mezu akastunak ere konpondu ahal izango ditu.

Akatsak konpontzen dituzten kodeak ez zituen Shannonek asmatu. Haren lankide [Richard Hamming](#) zen horretan aitzindari. Baina Shannonek formalizatu zuen matematikoki akatsak konpontzeko kodeen teoria eta definitu zuen zenbat bit gehigarri behar diren gehienez kanalaren hainbat akats-probabilitaterentzat. Eta formulazio hori baliatzen dute gaur egun akatsak konpontzeko gai diren kode guztiek, milaka erabilera dituztenak: espazio-ontziekiko ko-



Shannonek garatutako Theseus sagu automatikoa gai da labirinto bateko irteera aurkitzeko eta bidea ikasteko.
ARG.: DADEROT/CC 1.0.

munikazioetan eta bestelakoetan, CD eta pendrive-tan informazioa gordetzean, eta abar.

Ikusi duzueenez, “A mathematical theory of communication” artikuluan Shannonek egindako ekarpenak itzelak izan ziren. Bere garaiari asko aurreratu zitzaion, etorkizuneko arazo praktikoko askorentzat irtenbideak proposatu zituen, eta dena oso modu dotorean, formula eta teorema matematikoekin, eta teoremak frogatuz.

...ETA ARE GEHIAGO

Ekarpen nagusi horiez gain, beste ekarpen “txiki” asko ere egin zituen Shannonek. “Txiki”, nolabait esatearren; izan ere, beste ekarpenekin alderatuta txikiak dira, baina horietako batzuk nahikoa izango lirateke beste edozein famatu egiteko.

II. Mundu Gerraren garaian, bere artikulua ezaguna idatzi aurretik, kriptografian aritu zen Bell laborategietan, eta kriptografiaren arloko zenbait aurkikuntza egin zuen. Horri esker, Alan Turing ezagutzeko aukera izan zuen. Turingek bere [makina unibertsalaren](#) ideiaz hitz egin zion, egungo ordenagailuen kontzeptuaz, azken finean, zeina oso ongi osagarritzen zen Shannonen ideiekin. Garai hartan, bestalde, [seinale-fluxu diagramak](#) asmatu zituen Shannonek.

Shannonek xakea atsegin zuen, eta horren inguruan ere aritu zen lanean. 1950ean, [ordenagailuek xakean jokatzeko programen problematikaren inguruko lehenengoetariko artikulua](#) bat

idatzi zuen, alorra abiarazi zuena. Artikulu horretan zenbatetsi zuen xake-jokoaren konbinazio posibleak 10^{120} direla, gutxienez; gaur egun, Shannonen zenbaki esaten zaio horri.

1950ean, [Theseus sagu automatikoa](#) egin zuen; sagua gai zen labirinto bateko irteera aurkitzeko, eta hurrengo baterako, bidea ikasten zuen. Mota horretako adimen artifizialeko lehen gailua omen da. Bestalde, malabarismoak ere gogoko zituen, eta [70eko hamarkadan, lehen robot malabarista eraiki zuen](#). Halaber, [Rubik-en kubo](#) ebazten zuen makina bat ere eraiki zuen.

Kide batzuekin batera Las Vegasera egiten zituen bidaietan dirutza irabazi zuen; izan ere, [joko-teoria](#) aplikatuz, kartak kontatzen zituzten, eta ordenagailu txiki eta ezkutagarri bat ere egin zuten (batzuk lehen [wearable](#)tzat jotzen dutena), jokoan probabilitateak kalkulatzeko. Eta antzeko metodoak erabilia, burtsan are gehiago irabaztea lortu zuten.

Shannon 2001ean hil zen, azken urteak Alzheimer gaitzak jota eman ondoren. Inguruaren kontzientzia galdu zuenerako, haren ekarpenek aplikazio ugari izan zituzten jada; baina ez zuen ezagutzeko aukerarik izan azken urteetan Internetek, ordenagailuek eta bestelako gailuek izan duten aurrerapena eta, batez ere, zabalkundea. Harritu egingo litzateke ziurrenik. Guk harritu beharko genukeen bezala, aldaketa ikaragarri hori gauzatzea ahalbidetu zuen pertsona ia ezezaguna delako. ●

“**E**torkizuneko arazo praktikoko askorentzako irtenbideak proposatu zituen, oso modu dotorean”

MAXI CASTRILLEJO IRIDOY
Geokimikaria



FUKUSHIMA DAI-ICHI ZENTRAL NUKLEARREKO ISTRIPUA 2011n

Zer elementu erradioaktibo isuri ziren eta nola heltzen dira itsasora?

Bost urte pasatxo igaro dira Japonian istripu hirukoitza gertatu zenetik: lurrikara, tsunamiak eta istripu nuklearra. 2011ko martxoaren 11n, Tohoku lurrikarak eta ondorengo tsunami-sortak Fukushima Dai-ichi zentral nuklearra bortizki kaltetu zuten, eta orain arteko itsasora egindako bat-bateko erradioaktibitate-isuri handiena eragin zuten. Berez, Fukushima isuria Txernobilgoa baino bost aldiz txikiagoa izan zen, eta lehorrean lehergailu nuklearrekin buruturiko probena (1945-1980) baino 50 aldiz txikiagoa. Hala ere kezkak dirau, erradioaktibitate ez delako pentsa bezain azkar gutxitu kostaldeko jalkinetan, biotan eta uretan, Fukushima zentralak isuri jarraituak dituen seinale.

Fukushimako istripuak itsasoan duen eragina eta bilakaera aztertzen ari gara Bartzelonako Unibertsitate Autonomoko eta Ingurumen Zientzia eta Teknologien Institutuko itsas ikertzaileak, Japonia, Europa eta Estatu Batuetako zientzialariek batera. 2011ko ekainetik, urtero joan gara Fukushima kostaldera itsasontzi ozeanografiko batean laginak hartzera: ura, jalkina eta biota (zooplanktona, arraia, algak e.a.). Laborategian, arrisku erradiologikoa eragin eta kantitate handienetan isuri ziren erradionuklidoak (elementu erradioaktiboak) neurtu genituen 2011n.

Hau da, erdi-bizitza motza dutenak (estrontzio-89, zesio-134, iodo-131, e.a.). Hurrengo urteetan berriz, azken horiek desintegrazio erradioaktiboaz ezereztuta zeudelarik, hamarkadetan dirauten fisio-produktuak ikertu ditugu: zesio-137 eta estrontzio-90 bereziki. Izan ere, Fukushima erradionuklidoek erreminta paregabea eskaintzen dute lurreko eta itsasoko prozesu geokimikoak eta bi ingurune horien arteko harremanak ulertzeko. Adibidez, literaturako eta gure datuek iradoki dute Fukushimak isuritako zesio isotopoak (zesio-134 eta zesio-137) modu eta epe desberdinetan iritsi zirela (eta iristen direla) itsasora.

*“**Kontzentrazio handi hauek irauteak argi uzten du zentralak erradioaktibitatea isurtzen jarraitzen duela**”*

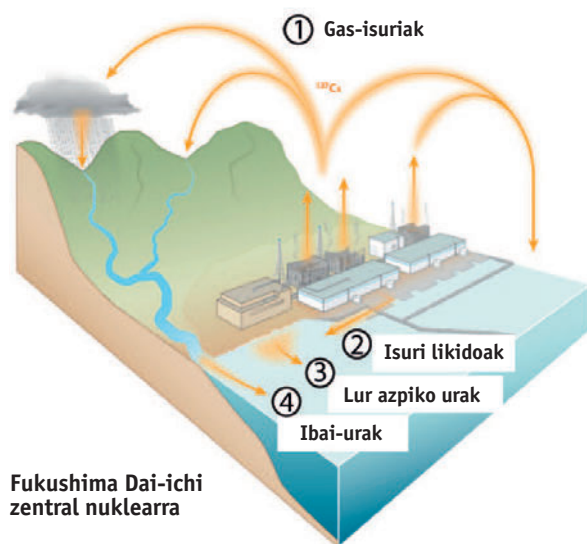
2011ko martxoan isuritako gehiena gas-moduan izan zen. Lurrikarak eta tsunamiek erregai nuklearra hozteko sistemak suntsitu zituzten. Horren ondorioz, 6 erreaktoretik 3tan tenperatura igo zen, gas erradioaktiboak pilatu ziren eta ez-tanda egin zuten. Erradionuklido lurrunkor gehienak (kripton-85, iodo-131 eta

129, xenon-133 eta 135, zesio-134 eta 137, e.a.) kostaldeko uretan eta itsaso zabalean jalki ziren.

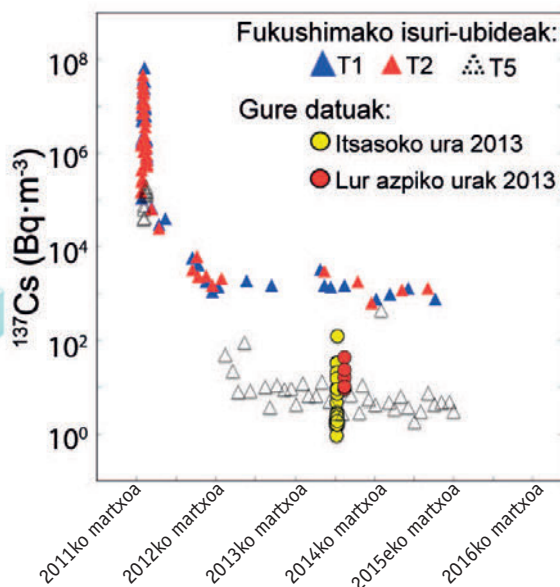
Kutsaturiko ura ere, erreaktoreak hozteko larrialdi moduan erabilitakoa, nahi gabe itsasora isuri zuen TEPCO (Tokyo Electric Power Company), zentral nuklearra kudeatzen duen enpresak, 2011ko apirilean. Zesioaren kasuan, isuri likidoak lurrinak baino 5 aldiz txikiagoak izan ziren. Lurrunkorrak ez diren erradionuklidoetan aldiz, estrontzio-90 adibidez, hozteko ur kutsatua izan da iturburu nagusia. 2011ko lehen isuri likido horien ondoren, Fukushima zentralak jario gehiago izan ditu, TEPCO zentrala inguratu eta kostaldea babesteko hainbat horma eraiki dituen arren.

Ibaiak eta lurpeko urak dira azken bi iturburuak. Airera isuritako erradionuklidoen % 20 inguru Japoniako lurrean jalki zen. Honetatik, zesio-137aren % 2 inguru itsasoratu da, ibaiak garraiatzen dituzten jalkinetan atxikiturik. Lurpeko urek antzeko kopurua garraiatzen dute. Airera isuritako estrontzio-90aren kantitatea mila aldiz txikiagoa izan zenez, apenas iritsi zen itsasora modu horretan.

Lau iturburu hauek (gasa, erreaktoreak hozteko erabilitako ura, ibaiak eta lurpeko urak) itsasoan duten eragina ulertzeko, Fu-



Fukushima Dai-ichi zentral nuklearra



Ezkerrean: Kalteturiko Fukushima Dai-ichi zentral nuklearra eta isuriaren itsasorainoko ibilbidea. Buesseler et al., (2017), *Annual Reviews*-etik egokitua. Eskuinean: zesio-137aren kontzentrazioak Fukushima kostaldean, Castrillejo et al., *Env. Sci. & Tech.* (2015)-tik egokitua.

kushimatik 800 metro eta 110 kilometro arteko ur azalera batean, eta itsas azaletik 500 metroko sakonerarainoko uretan, zesio-137 eta estrontzio-90 neurtu ditugu. Gure emaitzak eta TEPCO zentral nuklearrereko isuri-ubideetan neurturiko kontzentrazioak aztertuko ditugu jarraian. Kontzentrazioak Bq/m³ unitateetan emanak dira. Hau da, Bequerel (Bq= desintegrazioa segundoko) kopurua, mila litro edo metro kubiko bakoitzeko.

ERRADIONUKLIDOEN KONTZENTRAZIOEN BILAKAERA

Japoniako kostaldeko uretan zesio-137aren eta estrontzio-90aren kontzentrazioak 1-2 Bq/m³-koak ziren istripua baino lehen, lehergailu nuklearrekin buruturiko proben ondorioz. 2011ko apirilean, lurrin eta isuri likidoek zesio-137aren kontzentrazioa 68 milioi Bq/m³-ra eta estrontzio-90arena 100.000 Bq/m³-tik gora igo zuten zentral inguruko isuri-ubideetan. Hurrengo hilabeteetan, kontzentrazioek nabarmenki behera egin zuten, lehena 10.000 Bq/m³-ra eta bigarrena 1.000 Bq/m³ ingurura. Ordutik, kontzentrazioek gora behera esanguratsuak izan dituzte. Istripu nuklearra baino lehenagoko kontzentrazioen aldean, sarritan zesio-137arena 100-1.000 aldiz altuagoa eta estrontzio-90arena 10-100 aldiz altuago izan direlarik, 2012 eta 2016 urteen artean. Guk

neurturiko uretan ere, ia lagin guztiek zuten istripuaren azterna. 2013ko irailean esate baterako, estrontzio-90, zesio-137 eta zesio-134aren kontzentrazioak, istripua baino lehenagoko kontzentrazioen aldean, 9, 124 eta 54 aldiz handiagoak ziren. 2014 eta 2015. urteetan ere antzeko kontzentrazioak edo handiagoak neurtu ditugu leku bereko ur laginetan.

Istripua gertatu eta urte batzuk geroago uretan kontzentrazio handi hauek irauteak argi uzten du zentralak erradioaktibitatea isurtzen jarraitzen duela, neurri txikiagoan bada ere. Adibidez, 2013ko irailean egunean 2,3-8,5 GBq (mila milioi Bequerel) estrontzio-90 isurtzen zituela zenbatetsi dugu. Isuri jarraitu hau ibaiek garraiaturikoa baino 100 eta 1000 aldiz handiagoa litzateke. Horretaz gain, kontuan eduki behar da, gaur egun, egunean milaka litro ur erabiltzen direla kaltetutako erreaktoreak tenperatura baxuan mantentzeko. Erregaia ukitu duen ur kutsatua, ponpatu, tanga erraldoietan gorde eta tratatu egiten dute, erradionuklido ahalik eta gehien erauzteko. Tratatu ondoren, hala ere, badira uretan irauten duten erradionuklidoak: estrontzio-90a neurri batean eta tritioa bere osotasunean. 2015. urtean 600 mila tona ur inguru zeuden tangetan pilaturik; horrek arriskua areagotzen du.

Uretan ez ezik, kostaldeko jalkinetan ere metatzen ari da zesio-137a (2011ko isuriaren % 1 inguru). Azken lanen arabera, kostaldeko eta batez ere, Fukushima inguruko jalkinetan, bertako uretan baino 5-10 aldiz zesio-137 gehiago dago 2016an. Kopuru hau erdira murrizteko, gutxienez 10-25 urte igaro beharko lirateke.

ONDORIOAK ITSAS BIOTAN

Itsas animaliek azkar barneratzen dute zesioa potasioaren ordeaz giharrean, eta estrontzioa kaltzioaren ordeaz hezurretan. Istripua gertatu eta aste batzuetara, zesio-kontzentrazio altuak neurtu ziren jalkinetan eta zentraletik gertu bizi diren arrainetan. Hala ere, kontzentrazio horiek segurtasun-mugen azpitik zeuden gehienetan (500 Bq arrain-kilo bakoitzeko 2011n). Japoniako gizartearen mesfidantza gutxitzeko, segurtasuna zorroztu eta muga 100 Bq/kg-ra jaitsi zuten gainera, Europako mugaren oso azpitik (1.250 Bq/kg). 2015. urtean, kontzentrazioen % 1ek baino ez zuen 100 Bq/kg-ko muga gainditu. Beherako bilakaerak ahalbidetu du 2011n galarazi ziren hainbat arrain-espezieren ustiaketa baimentzea eta Japoniaren sektore ekonomiko indartsuenetakoa, hau da, arrantza, indarberritzea. ●



Gurasoek ez zuten ulertzen alabak matematikarako hartu zuen grina hura. Eta kezkatuta zeuden hainbeste ordu ikasten pasatzeak ez ote zion osasun-arazorik ekarriko. Baina setatia zen Mary, eta bere kabuz ikasten jarraitu zuen, matematikan eta astronomian garaiko aditu handienetako bat bihurtu arte.

1780an jaio zen Eskozian Mary Fairfax. Ez zuen ia hezkuntzarik jaso. Anaiek bai, hezkuntza ona izan zuten, baina gurasoek ez zuten horren beharrik ikusten alabentzat. Hamar urterekin, urtebetez bidali zuten eskolara, irakurtzen eta idazten ikas zezan. Ez zen esperientzia atsegina izan Maryrentzat. Gerora idatziko zuenez, eskola uztean “kaiolatik ihes egindako animalia basati bat bezala” sentitu zen.

Etxean, berriz, aurkitzen zituen liburu guztiak irakurtzeari ekin zion. Familia-koek ez zuten begi onez ikusi liburuetarako joera hura; Osaba Thomasek izan ezik.

Haren etxera joan zen batean kontatu zion Maryk latina ikasten saiatzen hari zela, bere kabuz; eta osabak erantzun zion berak lagunduko ziola. Goizero, gosaldu aurretik, elkarrekin latinez irakurtzen hasi ziren.

Neskatxa batentzat egokia zen zer-bait ikas zezan, josten ikastera bidali zuten. Eta, gero, pianoa eta pintura ikastera. Hamahiru urte zituela, pinturako irakasleari entzun zion beste ikasle bati esaten Euclideren *Elementuak* lana funtsezkoa zela perspektiba ulertzeko, eta baita astronomia eta beste zientzia batzuk ulertzeko ere. Jakin-mina piztu zitzaion Maryri. Anai gaztearen tutoreak lortu zion liburu hura, eta gero, baita aljebrari buruzko hainbat testu ere. Garaiko neskatzak baten papera betetzen zuten bitartean, sekretuan ikasten jarraitu zuen.

1804ean, hogeita lau urte zituela, ezkondu egin zen. Eta senarrak ere ez zion lagundu. “Ikastea debekatu ez zidan arren, ez zuen begi onez ikusten; nahiko iritzi txarra zuen emakumeen gaitasunari bu-

MARY SOMERVILLE

Zientzia-dibulgazioaren dama

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

ruz, eta zientzia-gaietan ez zuen inolako ezagutzarik ez interesik". Hala ere, egoera hark ez zuen asko iraun, hiru urtera hil baitzen senarra.

Ordurako bi ume zituen, baina konturatu zen bazuela nahiko denbora berriz ere ikasten hasteko. Gainera, senarrak utzitako herentziak erraztu egiten zuen hori. Bizitzan lehenengoz, erabat aske sentitzen zen desio zuena egiteko. "Ikasi nituen trigonometria laua eta esferikoa, ebakidura konikoak eta Fergussonen Astronomia. Newtonen *Principia* irakurtzen ere saiatu nintzen. Izugarri zaila iruditu zitzaidan, eta benetan ez nuen ulertu denbora batera berriz lan zoragarri hori maiztasun handiz irakurtzen hasi nintzen arte".

1812an berriz ezkondu zen, William Somerville lehengusuarekin, osaba Thomasen semearekin. Londresera joan ziren bizitzera, eta senarraren erabateko babesa izan zuen Maryk ikasten eta ikertzen aritzeko. Zirujaua zen William, eta Royal Societyko kide egin zuten. Emakumeek sartu ezin zuten, hango liburutegian eskuz kopiatzen zituen emaztearentzat interesgarriak ziren artikulua.

Garaiko zientzialari puntakoenen lagun egin ziren: George Airy, Caroline eta William Herschel, John Herschel, George Peacock, Charles Babbage eta abar. Eta 1817an, Parisen egin zuten egonaldi batean, Laplace, Poisson, Poincaré eta beste hainbat ere ezagutu zituzten.

Denak txundituta gelditzen ziren Maryren jakintza eta talentuarekin. Laplacek honela esan zion: "Hiru emakumek soilik

ulertu naute: zerorrek, Mrs. Somerville, Caroline Herschelek eta Mrs Greig delako batek, zeinaz ez dakidan ezer gehiago". Hirugarrena ere Somerville zen, lehenengo senarraren abizenek.

Mary Somervillek 1826an argitaratu zuen bere lehen artikulua: "The Magnetic Properties of the Violet Rays of the Solar Spectrum". Eta haren atzetik, beste pare bat. Royal Societyk argitaratu zituen lan haiek. Emakume batek sinatutako lehenak ziren, eta hautsak harrotu zituen horrek.

"Azken liburua 1869an argitaratu zuen, 89 urte zituela"

Hurrengo urtean, Laplace-ren *Mécanique Céleste* lana ingelesera itzultzeko eskaera egin zioten. Erronka onartu, eta 1831an argitaratu zen *Mechanism of the Heavens*. Somervillek ez zuen itzulpen soil bat egin; Laplaceren lana interpretatu zuen, hizkuntza argia erabiliz, eta azalpen garbiak emanez. Dibulgazio-lan bikain bat idatzi zuen, eta sekulako arrakasta izan zuen.

Handik hiru urtera bigarren liburu bat idatzi zuen: *The connection of the physical sciences*. Arrakasta handia izan zuen hark ere. Seigarren edizioan (1842), garai hartan hainbat zientzialariren ahotan zebilen hipotesi baten alde idatzi zuen: Uranoren orbitaren irregulartasunak ezagutzen ez zen beste planeta batek eraginak izan zitezkeela. Eta proposatu zuen Uranoren orbitan zeuden akats ho-

rietatik kalkula zitekeela planeta ezezagun haren kokapena eta masa. Le Verrier frantsesak eta Adams ingelesak egin zituzten kalkulu horiek, bakoitzak bere aldetik, eta ia aldi berean. Adamsek gerora Somervilleri kontatu zionez, haren liburuan irakurritakoak eraman zuen kalkulu haiek egitera. 1846an Galle alemaniarak Le Verrieren kalkuluak jarraituta aurkitu zuen Neptuno.

1835ean Royal Astronomical Societyko kide egin zuten Somerville, Caroline Herschelekin batera; ohore hura jaso zuten lehen emakumeak ziren. Ingalaterrako erregeak pentsio bat jarri zion, eta beste hainbat erakunderen ohoreak ere jaso zituen.

1838an, senarraren osasunagatik, Italiara joan ziren. Han beste hainbat lan argitaratu zituen; garrantzitsuena 1848an, 69 urte zituela: *Physical Geography*. Hurrengo 50 urteetan eskola eta unibertsitate guztietan erabiliko zuten liburu hura.

Somervilleren azken liburua, *Molecular and Microscopic Science*, 1869an argitaratu zuen, 89 urte zituela. Handik hiru urtera hil zen, hau idatzi eta gutxira: "Nire 92. urtean nago orain; erabat gortua nago, eta memoriak huts egiten dit eguneroko kontuetarako, eta, bereziki pertsonen ize-netarako, baina ez gai matematiko eta zientifikoetarako. Oraindik gai naiz goimailako aljebroko liburuak irakurtzeko lau edo bost orduz goizetan, eta baita problemak ebazteko ere. Batzuetan zailak egiten zaizkit, baina nire betiko setak bere horretan jarraitzen du, eta gaur lortzen ez badut, bihar ekiten diot berriz". ●



ELENA VECINO CORDERO

Zelulen Biologia eta Histologiako katedraduna

Elena Vecino Corderok Salamancako Unibertsitatean lortu zituen Biologiako lizentziatura eta doktoretza. Gero, bigarren doktoretza lortu zuen Lund Unibertsitatean (Suedia), eta 2004tik Zelulen Biologia eta Histologiako katedraduna da Euskal Herriko Unibertsitatean. Oftalmobiologia esperimentaleko ikerketa-taldearen burua da, eta irakaskuntzan ere aritzen da.

“Biologiaren erronka handiena garunaren funtzionamendua azaltzea da”

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

Bi galderari erantzuteko eskaerak guztiz lanpetuta harrapatu du Elena Vecino. Hala ere, ez da ezezkia emateko gai izan, beti laguntzeko prest dagoen horietakoa baita. Hori bai, denbora behar izan du erantzunak emateko, eta ez bakarrik lanak tarterik uzten ez ziolako, baizik eta zailak, oso zailak, iruditu zaizkiolako. Ondo pentsatutako erantzunak dira bereak, beraz.

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

DNAREN egitura argitzea eta, gero, DNA sekuentziatzea joan den mendeko biologiaren funtsezko aurrerapena izan da, zalantzarik gabe. Minbiziaren eta beste patologia batzuen oinarria ulertzeko gako izan da. Baina zientziaren aurrerapena teknologiarenarekin batera doa; horregatik, ezinbestekoak izan dira informatikaren garapena eta datu-kopuru handiak prozesatzeko gaitasuna. Hala ere, teknikoki nahikoa erraza den esperimentu bat nabarmenduko nuke nik; 1960an Gurdon doktoreak gaur egun “zelula ama” deitzen dugunarekin egin zuena, hain zuzen.

Larruazaleko zelula baten, hau da, bereizitako zelula baten nukleoa ernaltu gabeko obulu batera transplantatu zuen, eta hark organismo oso bat garatu zuen. Esperimentu harekin, Gurdonek erakutsi zuen bereizitako zelulen nukleoak organismo oso bat sortzeko informazioari eusten diola, edo, bestela esanda, organismo baten DNA zelula guztietan gordetzen dela, eta gene batzuen aktibazioak edo inhibizioak eragiten duela zelula mota batekoa edo bestekoa bilakatzea.

Esperimentu horrek eta klonazioan eta zelula amen ikerketan izan zuen eraginak Nobel Sariaren akademiaren aitortza jaso zuten 2012an. Niretzat, joan den mendeko aurkikuntza garrantzitsuenetakoa da, eta, etorkizunean, zelula amen ikerketak eragin handia izango du medikuntza birsortzailean.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Biologiaren erronka handiena garunaren funtzionamendua azaltzea da. Lan hori amaituta ikustea gustatuko litzaidake, baina beldur naiz ezingo dugula lortu belaunaldi bakarrean. Gaur egun, erretina eta garuna konektatzen duten neuronak nola funtzionatzen duten ulertzen saiatzen ari gara. Hori ulertuko bagenu, itsutasuna eragiten duten gaixotasun batzuk sendatzea lortuko genuke, adibidez, glaukomak eragindakoa. Neurona-zirkuituen funtzionamendua ulertzeko pauso bat izango litzateke hori, eta aurkikuntza hori bai espero dudala ikustea. ●



Gazteberri.eus

Gazteek gustuko dituzten gai
guztiak zure esku.

Nonahi.

Noiznahi.

MAITEA, ZER USAIN GOZOA DARION ZURE LARRUAZALARI!

IBON CANCIO URIARTE

Biologian doktorea

Zelulen Biologiako irakasle agregatua (UPV/EHU)
Zelulen Biologia Ingurumen Toxikologian lantaldeko
ikertzailea, Plentziako Itsas Estazioa (PIE-UPV/EHU)

Hasteko, aitortu behar dizuet anosmikoa naizela, usaintzeko ezindua dagoen sudur handiko euskalduna naizela.

Usaimenarekiko nolabaiteko hurbilketa izan zen niretzat Suskinden *Perfumea* eleberriko Jean-Baptiste Grenouilllen jaiotzaren pasartea. Pariseko arrain-azoka batean jaio da gure pertsonaia, arrain-erraien kirats artean, liburuaren hasiera benetan zirraragarrian. Hori narda! Gerora, Jean-Baptiste, usainik gabeko gure hiltzailea, beretzako usainaren bila biziko da, neska gazteen gorpuetatik usainak lapurtuz. Eta nire galderak dira: zergatik darie arrainei halako kiratsa? Eta ba al dugu norbanakook gurea bakarra den usain, perfume, lurrin, sundarik...?



1. irudia. Jean-Baptiste Grenouille arrain-erraien artean jaio da, *Perfumea* eleberrian, eta haren amak bertan utzi du hiltzori itogarrian. Hala ere, bizirik iraun du, eta, nahiz eta usaimen izugarria duen, ohartu da bere soinari ez dariola inongo usainik.

Arrain freskoak apenas du arrainei egozten zaien sunda edo kirats bereizgarriak. Usain suabea dute, ez oso desberdina espezieetik espeziera. Hil osteko orduetan, berriz, usain desberdinak agertzen dira ur gezatoka eta gazitako arrainen artean; izan ere, itsasoko arrainei trimetilamina darie. Zer da hori?

Itsasoko arrainek arazo larri bati egin behar diote aurre, etengabeko lehiari bizi baitira gazitasunaren aurka. Arrainek deshidratatzeko arriskua dute, beren zeluletako urak ihes egiten baitie. Ekonomian ez bezala, non dirua beti gutxi dutenen poltsikoetatik asko dutenenetara mugitzen den, itsas animalien zeluletako urak joera du gatz-kontzentrazioa mintzetan zehar berdintzeko. Lehia, beraz, bakailao gatzatu lehor ez bilakatzearen aurkakoa da!

Testuinguru horretan, itsasoko ornoga-beek uko egin diote urari eusteko borrokari. Beren barne-osmolaritatea itsasoaren pare mantentzearekin konforme dira (osmokot-formeroak dira). Kanpo-ingurunearekiko isoosmotikoak dira; 1.100 mOsm/kg-ko osmolaritatea dute zeluletan. Baina balio altu

horiek ez dira zelulako ioien maila altuen ondorio, zelulen proteinak eta lipidoak kaltetuko liratekeelako gatz-maila altu horiekin. Zelulek, aitzitik, osmolaritate altu horietara iristeko, osmotikoki aktiboak diren solutu organikoak metatzen dituzte. Askotan, osmolito horiek aminoazido neutroak dira, baita poliolak, urea eta metilaminak ere.

Bestalde, itsas ornodun gehienak osmorregulatzaileak dira, eta uraren eta ioien garraio aktiborako dituzten organo espezializatuek (giltzurrunak, zakatzak) itsasoarekiko hipoosmotiko bihurtzen dituzte. Baina, hala ere, bizirauteko beharrezkoa dute osmolito-maila altuak gordetzea. Itsasoko arrainen barne-osmolaritatea 350 mOsm/kg da, eta osmolito nagusia metilamina bat da: trimetilamino N-oxidoa (TMAO). Hiltzean, arrainari ehunak andeatzen hasten zaizkionean, TMAO trimetilamina (TMA) bihurtzen da. TMA hori oso lurrunkorra da pH altuan, eta sudurreraino heltzen zaigun kirats bereizgarria ematen dio arrain zaharkituari. TMA zefalopodoen eta krustazeoen arrain-usai-

naren eragile ere bada; txibia arruntak, esaterako, 86 mmol/kg TMAO metatzen ditu. Arrainari eta txibierroei limoia jartzen diezun horietakoa zara? Bada, ozpin, limoi zein tomatearen azidotasunek TMAn harrotze hori geldiarazten dute, usaina estaliz. Mese-dez, etxera, arraina jaten gonbidatzen bazaituztet, ez niri limoirik eskatu. Gure etxeko arraina freskoa da eta!

Zenbait arrain espezieetan, gadidoetan adibidez (bakailaoa, legatza, berruenda, bakalada, paneka...), TMAn ekoizpena nahiko azkar has daiteke, TMAO-demetilasa entzima dutelako. Arrain-espezie guztiei, oro har, bizirik zeudenean zeukaten bakterioen populazioa emendatzen zaie hil eta 24-48 ordura. Bakterio anaerobio fakultatiboek, maila kritikotarraino haztean, TMAO erabiltzen dute elektroihartzaile gisa eta, hala, TMA ekoizten. Habitat eta esparru geografiko gehienetako arrainetan, ekoizle nagusia *Shewanella putrefaciens* bakterioa da, arrainetan arruntak diren bestelako bakterioek ere gaitasun hori baduten arren.



Horrela, TMA-mailak neurtzen dira arrain-kalitatearen adierazgarri, eta, zenbaitetan, neurketetarako sudur elektronikoak erabiltzen. Baina arrain guztiek ez dute TMAO-maila berbera beren muskuluan.

UR SAKONETAKO ARRAINEN KIRATS SAKON HORI!

Ez dakit arrain-espezieen arteko usain-ran-kingik osatuta ote dagoen, baina TMAO-mailan badira aldeak. Hor, itsaso sakonetako arrainak dira txapeldunak. Ingurune meso eta batipelagikoan badira oso mokadu finak eskaintzen dizkiguten arrainak. Plataformako arrain-estokak agortu ditugun heinean, gero eta joera handiagoa erakutsi dugu nazioarteko ur sakonetara arrainen bila joateko. Arrantzuari, sakoneko arrainak 400 m-tik behera harrapatzen diren horiek dira: beruenda, bisigu ahogorria, halibuta... (1. taula, 2. irudia).

Sakonerarekin beste estres-mota bat azaltzen zaigu: presio hidrostatikoa (100 m bakoitzeko 10 atmosfera gehiago). Sakonerarik sakonenean, ingurune hadalean (6.000-11.000 m), presioa 1.000 atm ingurukoa da (gu 1 atm-n bizi gara, eta autoko gurgilei 3 atm-ko presioa sartzen diegu). Hori dela eta, airez beteriko egiturak, igeri-puxiak eta bestelakoak, ekidin behar dituzte oso ur sakoneko arrainek. Izan ere, gogoratu presio altuetan belarrietan nabari duzuen eragina. Baina horrek ez du arazoa konpontzen, proiektuek ere noizten baitute presioa. Beraz, ur sakonetako arrainek piezolitoak (presioaren aurkako molekula organikoak) erabiltzera jo dute, proteinak babesteko. Eta zein da piezolito nagusia arrainetan? TMAO... Erlazio lineala dago, gainera, sakoneraren eta arrain teleosteen TMAO-mailen artean. TMAO-mailak 40-50 mmol/kg ingurukoak dira gaitzalean, 150 mmol/kg-koak 1.400 m-ra eta 261 mmol/kg-koak 4.850 m-ra.

7.000 m-an aurkitu ohi den *Notoliparis kemadensis* arrain hadalean 386 mmol/kg-ko kontzentrazioa neurtu da, eta arrainaren barne-osmolaritatea 991 mOsmol/kg-ra igoarazten du horrek. Datu horrek azalduko zukeen zer dela eta ez den aurkitu arrainik 8.400 m azpitik. Sakonera horretan beharko litzatekeen TMAO-mailak hiperosmotiko bihurtuko zituzkeen arrainak. Beraz, arrainak ur gezatako baldintzetara egokitzea derigortuko litzuke sakonera horietara metatutako TMAOak.

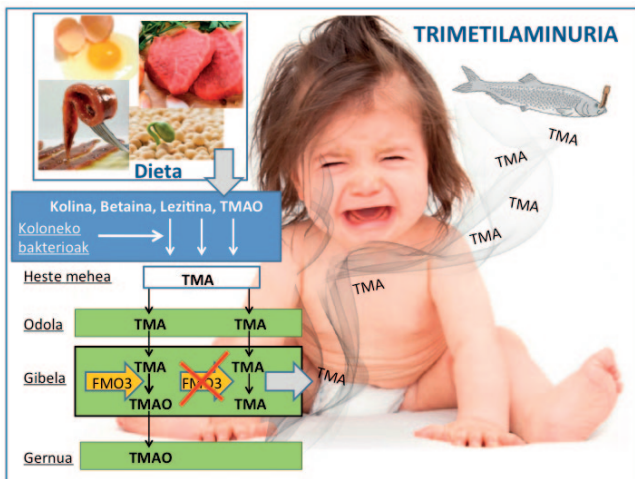
Bestalde, elasmobranchioetan (marrazoak, manta-arrainak eta arraiak) beste gauza bat gertatzen da. Multzo horretan ere espezie asko batipelagikoak dira, eta urea erabiltzen dute osmolito nagusi gisa, zeinak txiza-

Ur sakonetako arraina	Latinez	Gaztelaniaz	Euskaraz	Sakonera (Ohiko sakon.)	Itsas mailak TMAO mailak
	<i>Trigla lyra</i>	Vaca, rubio	Arraingorria, Neskazaharra, Perloi lira	100-700 m (150-400 m)	Pelagikoa
	<i>Argentina sphyraena</i>	Pejerrey, Pez-plata, Tomasa, Sula	Zilar-arraina	50 -700 m	
	<i>Molva molva</i>	Maruca	Berruenda handia	100-1.000 m (100-400 m)	Gune mesopelagikoa
	<i>Molva dypterygia</i>	Maruca azul	Berruenda handi urdina	150-1.000 m (350-500 m)	
	<i>Lophius piscatorius</i> , <i>Lophius budegassa</i>	Rape blanco, Rape negro	Zapo zuria, Zapo beltza	20 - 1.000 m	Gune batiala
	<i>Beryx decadactylus</i>	Alfonsino, Rey, Palometa roja	Bisigu ahogorria, Papardo gorria	110-1.000 m (200-400 m)	
	<i>Phycis blenoides</i>	Brótola de fango, Alfaneça, Locha, Escolar	Lohietako lotxa	10-1.050 m (100-400 m)	
	<i>Chimaera monstrosa</i>	Quimera, Gato, Escopeta	Itsas katua	40 -1.000 m, (300 - 500 m)	
	<i>Epigonus telescopus</i>	Tomás, Pez diablo, Boca negra	-	75-1.200 m, (300-800 m)	Gune abisala
	<i>Aphanopus carbo</i>	Sable negro	Sable-arrain beltza	200 -1.700 m	
	<i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i>	Pez Conejo, Pez rata	-	350-1.700 m	
	<i>Alepophthalmus bairdii</i>	Talismán	-	365-1.700 m	
	<i>Hoplostethus atlanticus</i>	Reloj, Reloj anaranjado	-	180-1.800 m (400-900 m)	Gune hadala
	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Halibut, Fletán	Halibuta, Fletana	50-2.000 m (400-900 m)	
	<i>Coryphaenoides rupestris</i>	Granadero, Cola de rata	Auenboloa	18 -2.600 m (400-1200 m)	

1. taula. Gure merkatuetan eta eskola/unibertsitateetako jantokietan aurkitu daitezkeen ur sakonetako arrain batzuk, beren sakonera-banaketarekin. Ozeanoetako sakoneraren araberrako mailaketa ageri da, sakonera bakoitzean deskribatu den arrainen muskuluko TMAO-mailen kontzentrazioa (mmol/kg) tarteeikin. Arrain bat aurkitu den sakonera handiena 8.400 m izan da.



2. irudia. A) Sable-arrain beltza, Portugalgo arrandegietan, batik bat Madeiran, asko ikusten den arraina. Sakonera handietan, 1.700 m-ra, bizi daiteke. B) Arraia, perloia, bisigu ahogorria, zapoa eta xabiari arratoia, Bartzelonako Boquería merkatuan. Arraiek, bestelako elasmobranchioek bezala, urea erabiltzen dute osmolito nagusi gisa, eta, ondorioz, txiza-usain bortitza daria.



3. irudia. Trimetilaminuria oso gutxitan deskribatu den gaixotasuna da. Digestio-aparatuko bakterio-floraren eraginez, dietako zenbait osagai TMA bihurtzen dira. Gibelesko FM03 entzimak TMA hori TMAO bihurtzen du, eta, gero, gernuaren bidez kanporatzen da. Baina FM03 entzimak modu egokian funtzionatzen ez duenean, TMA pilatzen da, eta, ondorioz, gorputzari arrain-usaina dario.

usain handia ematen baitie. Arazoa da ureak eragin proteolitikoa duela. Horrenbestez, proteinak babesteko zerbaiten beharrea daude arrain horiek, eta zer hobeagorik TMAO baino? Koktel usaintsua kontzentrazio magiko batean agertzen da espezie gehienetan: urea-parte bakoitzeko, TMAO-parte erdia. Beraz, osa dezagun gure sailkapena, eta, hemendik aurrera, arrandegira joan eta gero, antolatuta arrain-usainen testak zuen etxeetan!

GIZAKIEI ARRAIN-USAINA EMATEN DIEN GAIXOTASUNA

Pertsona batzuei arrain-kiratsa dario. Oso sakona! Ez naiz higieñez, izerdiaz ezta halitosiaz ere ari. Gaitz metaboliko lotsakor arraro baten aurrean gaude: arrain-hatsaren sindromea edo trimetilaminuria (TMAU). Flabin-monoxigenasa 3 (FMO3) entzimaren gaineko akats genetikoek sortua da, eta 40 mutazio inguru katalogatu dira giza gene horretan. FMO3ak funtzionatzen ez duenean, edo behar den beste ekoizten ez duenean, gorputzak ezin du TMA metabolizatu.

Dietako arrautza-gorringo, lekale, haragi gorri zein arrainen osagaiek zenbait metabolito nitrogenatu sortzen dituzte, hala nola kolina, karnitina, lezitina eta TMAO. Haiek baliatuta, gure bakterio-florak TMA sortzen du. Zu eta neu babestuta gaude gure sasoiko FMO3ari esker, eta TMA usain bako TMAO bihurtzen dugu. Eritasuna pairatzen dutenek, aldiz, izerdi, gernu zein arnasetik askatzen dute TMA, eta, ondorioz, arrain-hats

bortitza dario (3. irudia). Ezezagunak diren arrazoiak direla eta, emakumeetan zabalduagoa dagoen gaitza da, eta sexu-hormonei loturiko baldintzek moldatzen dute hats-jarioa. Baina arrain-usainetik aparte badarigu besterik? Zeren bila zebilen Jean-Baptiste gurea?

BEREIZTEN GAITUEN LURRIN HORI

Bai, badugu gurea eta bakarra den usaina; gure "eau de gu geu". Barkatu, gure "eau de ni neu". Jadanik mitikoa bihurtu den lanean, Wedekind eta lagunek "frogatu" zuten gure soin-inguruko airean zerbait badagoela. Hainbat mutilek erabilitako kamisetak eman zizkieten Bernako Unibertsitateko 121 neskeri, usaindu eta beren gogokoena aukera zezaten. Kamisetak soinean jantzita eraman zituzten mutilak 3 egun egon ziren dutxatu gabe eta perfumerik erabili gabe. Proga egin eta gero, neska eta mutil guztien azterketa genetikoak egin zen, parte-hartzaileen Histokonpatibilitate Konplexu Nagusiko (HKN) geneen genotipoa aztertuz. "Usainleek" esanguratsuki aukeratu zituzten berekiko HKNko alelo desberdinekin zeuzkaten mutilen kamisetak. Sexu-hautespenak, antza, usaimen-mekanismoak erabiltzen ditu arrain, hegazti, narrasti zein ugaztunetan. Bikotekide egonkorra aukeratzeko usaimenera jotzen dugu nonbait, eta, horretarako, gure HKNaren osaketa genetikoak usain bereziz hornitzen gaitu: gure NAN sexualaz!



4. irudia. Itxura denez, usaimenaren bitartez aukeratzeko bikotekidea. Gurekiko histokonpatibilitate-konplexu nagusiko HLAko alelo desberdinenak izango dituen bikotekidea bilatzen omen dugu, gure seme-alabek patogenoen aurkako borrokan abantaila ebolutiboa izan dezaten. Genepartner enpresak hori baliatzen du bezeroei bikotekideak gomendatzeko. Peio, kasu honetan, 3 alelo ditu gure irudiko "sudur ezkutuaren" jabearen berdinak, eta Txomin da gomendagarriena harentzat.

HKNko geneek ornodunen zelulen mintzeko hartzaile-sorta (HLA molekulak) handia ekoizten dute, zeinak gai baitira peptido antigeniko ezberdinak lotzeko. Antigeno horiek dira gure defentsa immuneko T linfototoei aurkeztzen zaizkienak, norberaren zelulak arrotzetatik bereizteko. HLA molekulak atxiki eta aurkeztzen dituzten peptidoetako asko gure zelulen prozesu proteolitikoetan sortuak dira egunerokotasunean. Etengabe hiltzen zaizkigun zeluletan, peptido horiek HLA hartzaileetatik askatzen dira eta, lurrunkorrak izanik, usaina ematen digute. Gizakion (baita beste ornodunen ere, arrainak barne) HKNko gene-kopurua handia da, eta, gainera, gene bakoitza ezagutzen diren gene polimorfikoen artean daude. Adibidez, HLA-B locusarako 1.600 alelo desberdin dauzka *H. sapiens*ek. Ez daude, beraz, bi gizaki HLA molekulen hornidura bera dutenik, ezta peptido lurrunkorren aurkezpen bera egiten dutenik ere. Horrez gainera, kontuan izan behar da gizakian 24.000 genetiko 1.000k ekoizten dituztela usain- eta feromona-hartzaileak, bakoitza usain-molekula batekiko edo batzuekiko espezifikoak. Hartzaile horien aurkikuntzagatik, Medikuntzako Nobel saria eman zieten Linda Buck eta Richard Axel, 2004. urtean. Gure genomaren % 4, beraz, usaintzeaz arduratzen da. Eboluzioaren mekanismoetan ongi oinarritutako arrazoi bat egon behar du horretarako. Darwinek beti du arrazoi! Eta gene-barietate izugarri horrek usaimenaz gure bikotekidea aukeratzeko ardura balu?



Erregina gorriaren hipotesiari jarraikiz, garrantzitsua izan behar du bikotekide egokia aurkitzea. Eta, horren ondorioz, HKN-hornidura antzekoena duten aleak, gure ahaideak kasu, baztertzen ditu gure su-durrak, eta gurekiko desberdinagoak diren aleen artean aukeratzen du bikotekidea. HKNko aleoen konbinaketa berria izango dute gure seme-alabek beti, "gu bion" hornidura propioa nahastean. Patogenoekiko etengabeko lehia horretan, haiek gure bizkar bizi nahi dute eta guk kanpoan utzi nahi ditugu. Patogenoei gauzak zailtzea da xedea, gizaki bakoitzaren HKN-sistemak eraikitako "misilen aurkako gerriko" propioa gainditze-ra behartuz, bakterioen aurkako "armen eskalada" etengabea. Gure HKN-hornidurari egokitzen zaizkionerako, seme-alabak izaten ditugu. Eta patogenoek gainditu beharreko defentsa-sistema berria dute gizaki berri horiek. Baina beste artikuluko baterako "egurra" izan daiteke hori!

Kamiseten ikerketak eman du negoziara-ko biderik ere. GenePartner hitzorduen

enpresak HKNko 6 gene aztertzen dizkizu, 100 €-ren truke. Gero, beren datu-baseetan zurekiko alelo-konbinaketa desberdinarekin ageri den bikotekidea gomendatzen dizute (4. irudia). Edo zure bihotzeko pinpilinpauxa aurkitu duzula uste duzunean, zuen bion geneak azter ditzakezue. Berdinegiak badira, agur Ben-Hur! Hori bai, desberdinak badira ziurtatuak dituzue: maitasunezko etorkizuna, sexu-harreman zoragarriak, eta zolduraren aurkako borrokan ezin hobeto gaituak izango diren seme-alaba osasuntsuak.

Bazter ditzagun, beraz, lurrinak eta perfumeak, atera ditzagun gure pituitariak eta ibil gaitzeen usainka, taberna, eskola, plaza, mendi zein zinematan. Maitemin gaitzeen gure lurrinez eta haiek daramatzaten mezu ezkutuez. Izan gaitzeen gizaki zuhur eta su-durdunak. Eta egoera horretan, non gelditzen naiz neu, gizaki baztertu anosmiko hau? Paradisuan! Behinola usaindu nindute-lako, eta ondo usaindu ere! Eta hari aitortzen baitiot niretzako lurrunik gozoena eta gogo-koena. ●

BIBLIOGRAFIA

- JAN EJSMOND, M.; RADWAN, J.; WILSON, A.B.: "Sexual selection and the evolutionary dynamics of the major histocompatibility complex". *Proc Biol Sci.* (2014), 281:20141662.
- MACKAY, R.J.; MCENTYRE, C.J.; HENDERSON, C.; LEVER M.; GEORGE, P.M.: "Trimethylaminuria: causes and diagnosis of a socially distressing condition". *Clin Biochem Rev.*, 32 (2011), 33-43.
- WEDEKIND, C.; SEEBECK, T.; BETTENS, F.; PAEPKE, A.J.: MHC-dependent mate preferences in humans. *Proc R Soc Lond B*, 260 (1995), 245-249.
- YANCEY, P.H.; CLARK, M.E.; HAND, S.C.; BOWLUS, R.D.; SOMERO, G.N.: "Living with water stress: evolution of osmolyte systems". *Science*, 217 (1982), 1214-1222.
- YANCEY, P.H.; GERRINGER, M.E.; DRAZEN, J.C.; ROWDEN A.A.; JAMIESON, A.: "Marine fish may be biochemically constrained from inhabiting the deepest ocean depths". *Proc Natl Acad Sci USA*, 111 (2014), 4461-4465.

bat

Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

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

BAT ALDIZKARIA 98 ZENBAKIA KALEAN!
EUSKALZALETASUNAREN AKTIBAZIOA

DOSSIERRA

- **Lorea Agirre Dorronsoro eta Idurre Esquisabel Larrañaga:** Euskalgintza eta feminismoa: Identitateak berreraiki, demokrazia sendotu, boteretz kolektiboa bultzatu eta subalternitate eraldatzailerako unibertsalak eraikitze proposamen bat.
- **Jasone Mendizabal:** "Euskaltzaleen Topaguneko esperientzia arrakastatsuak: ikuspegi lokala eta nazionalaren osagarritasuna".
- **Iñaki Martínez de Luna:** Diskurtso multzo koherentea XXI. mendeko giltzarri (bizikidetzarena, identitatearena, berdintasunarena, aniztasunarena, erantzukizunarena, justiziarena eta errespetuarena).

GUREAN ATALA

- **Iñaki Marko, Beatriz Akizu:** DiKoMA Proiektua. Hizkuntza-ekologiaren Diskurtsoaren bidez Komunitatea Ahalmentzen laguntzeko Proiektua.
- **Jose Anjel Aldai:** Hizkuntzen ahozko erabilera Aiako kalean eta leku publikoetan.
- **Aritza Eskandon:** Vitoria-Gasteizko gurasoei euskararen transmisioaz eginko ikerketa kualitatiboaren ondorio txostena.

MUNDUKO SOZIOLOGIKAREN LEIHOA

- **Julia Sallabank:** Hizkuntzaren biziberritzeko politika eraginkorra: nolakoa izan liteke?

LIBURU ERRESEINAK

- **Asier Barandiaran:** IRUJO, Xabier; URRUTIA, Iñigo (2013): Historia jurídica de la lengua vasca. 1789-2013. Instituto Vasco de Administración Pública, Oñati.





REGGIO EMILIAko “LORIS MALAGUZZI Haur eta Lehen Hezkuntza eskola ezagutzen” jardunaldia

Donostian udaberrian egin zen jardunaldian jende asko kanpoan geratu zenez, eskaintza berritzea eta osatuagoa egitea erabaki du Hik Hasik, **Bilbon**.

Italiako Reggio Emiliako Udal Haur Eskolek 50 urteko ibilbidea egin eta gero, duela 7 urte, Lehen Hezkuntzako proiektua garatzen hasi ziren. **Haur eta Lehen Hezkuntzako** ezaugarriak eta garapena ezagutzea da helburua.

Horretarako, jardunaldia antolatu dugu **URRI**Aren 15ean, larunbata, 9:00etatik 18:00etara, **BILBO**n.

Aurkezpen orokorra:

- Haur Hezkuntzako filosofia Lehen Hezkuntzara nola eramán den ezagutu.
- Haur eta Lehen Hezkuntzako berezitasunak azaldu.
- Eskubide bereziak dituzten haurrekin nola jokatu.
- Eguneroko bizipenak.

Loris Malaguzzri eskola ezagutuko dugu, 3-11 urte bitarteko haurrekin garatutakoa da. Hau da, **Haur Hezkuntzako** bigarren zikloa (3-6) eta **Lehen Hezkuntza** osoa (6-11).



Informazioa eta izena ematea irailen: **www.hikhasi.eus**

EZ BURUA HAUTSI, MATXIN!

UXOA IÑURRIETA URMENETA
ITZIAR ADURIZ AGIRRE
ARANTZA DÍAZ DE ILARRAZA SÁNCHEZ
GORKA LABAKA INTXAUSPE
KEPA SARASOLA GABIOLA
EHUko IXA taldeko ikertzaileak

Gizarte elebidunetan bizi garenontzat, oso ohikoak dira hizkuntza batean pentsatu eta bestean hitz egiteagatik egin-dako hanka-sartzeak. Gutako asko gorrituko ginen noizbait, adibidez, txikitan gurasoak barrez ikusita, eskerrak gaztelaniaz eman zizkigunari ¡No por eso! erantzun geniolako lasai-lasai. Kalean erori den haurrari norbait *Min egin zara?* galdetuko balio ere, euskaldun zahar gehienok ez ginateke hainbeste harrituko, esaldia arrotza iruditu arren, berehala pentsatuko baikenuke pertsona hori, ziur asko, euskaldun berria dela. Izan ere, hizkuntza bat baino gehiago hitz egiten ditugunok badakigu, esperientziaz, batean ikasitakoak ez duela beti besterako balio izaten: ez horregatik ez da *no por eso* gaztelaniaz, baizik eta *de nada*; eta *te has hecho daño*, berriaz, ez da *min egin zara* euskaraz, baizik eta *min hartu duzu*.

Horrelakoetan, irakasleek, gurasoek edo lagunek zuzentzen dizkigute akatsak, hurrengorako forma zuzena zein den ikas dezagun. Bada, hemen ere ikasle-irakasle ba-

tzuk izango ditugu hizpide, baina ez nolanahikoak. Ikasleak hamaika urte pasatxo ditu, Matxin du izena, eta ez du hezurrik ez haragirik; itzultzaile automatiko bat da. Arau-mordoxka bat erabiltzen du hizkuntzak ikasi eta erdaraz irakurritakoa euskaratzeko, baina askotan ematen dizkiote arau horietatik kanpo geratzen diren itzulgaiak ere, eta irakaslearen lana horrelakoetan laguntzea da, ez dezan *burua hautsi*, ez dezan hain sarri *hanka sartu*.

MATXIN, ITZULTZAILE

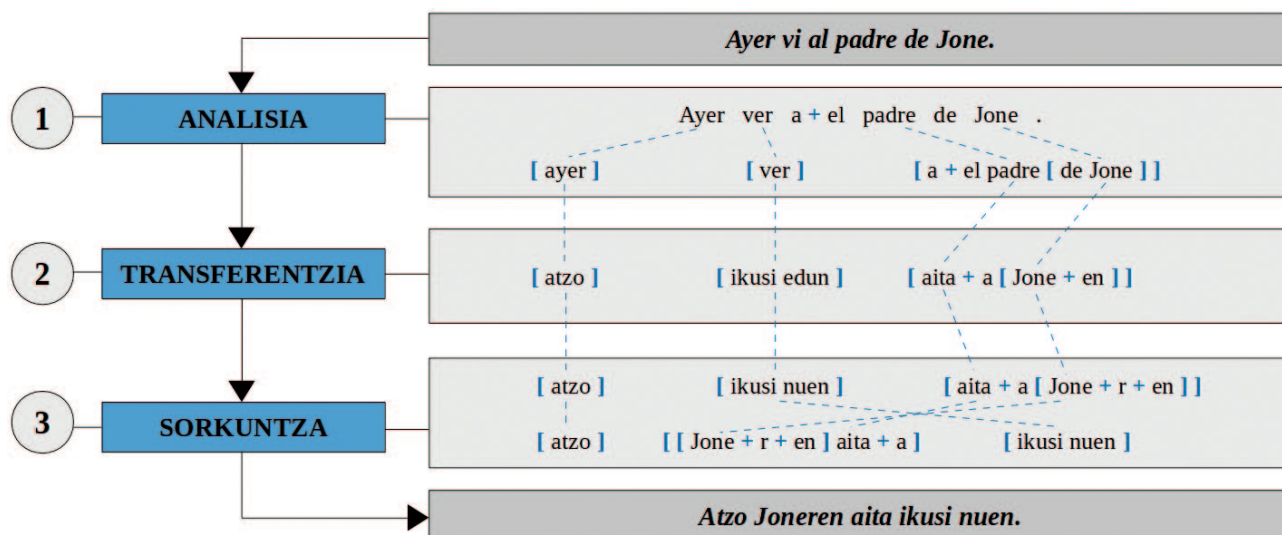
Matxinek, gaur egun, gaztelaniatik eta ingelese euskarara itzultzen du. Gramatika-arau sorta bat eta bi hiztegi elebidun ditu oinarrian, eta horietatik lortzen du informazioa testuak hizkuntza batetik bestera pasatzeko. Hiru fasetan egiten du bere lana: analisisa, transferentzia eta sorkuntza (Mayor et al., 2009).

Lehen irudian ikus daitekeenez, lehenik, gaztelaniazko —edo ingelesezko— testua analizatzen du, morfologikoki eta sintakti-

koki: hitz bakoitzaren lema (adibidez: *vi* → *ver*), kategoria (aditza, izena, adberbio...), funtzio sintaktikoa (subjektua, objektu zuzena, modifikatzailea...), eta beste hainbat ezaugarri. Ondoren, transferentzia-fasean, jatorrizko esaldiko hitzei ordainak ematen dizkie, eta informazio gramatikala egokitzen du. Eta, azkenik, sorkuntza-fasean, euskarazko testua sortzen du, transferentzian lortutako informazioa baliatuta: lema bakoitzari dagokion forma sortu (adibidez: *ikusi edun* → *ikusi nuen*), eta hitzen ordena egokitzen du.

Hala ere, ezin dira itzulgai guztiak modu egokian itzuli arau eta hiztegi orokor horien bidez, eta horrek arazoak ematen dizkio Matxini. Ikusi, bestela, zer-nolako esaldiak sortzen dituen batzuetan:

- (1) ES: **Surtió un gran efecto.**
EU (Matxin): **Efektu handi bat hornitu zuen.**
EU (zuzena): **Eragin handia izan zuen.**



1. irudia. Matxinen itzulpen-prozesuaren adibide bat (2016-02-01).



2. irudia. Lepo hitza duten hiru Unitate Fraseologiko (UF), Antton Olariagak 2016-01-15ean Berrian argitaratutako zintan.

UNITATE FRASEOLOGIKOAK (UF), MATXINEN GRAMATIKA-ARAU OROKORRETATIK KANPO

Hain zuzen ere, badaude hitz-konbinazio batzuk hizkuntzen arau orokorretatik kanpo geratzen direnak, eta horien artean daude Unitate Fraseologikoak (Gurrutxaga, 2016). Corpasek (1997) eta Urizarrek (2011), besteak beste, hiru multzotan sailkatu dituzte:

1. **Enuntziatu fraseologikoak:** beren horretan erabil daitezke, esaldi baten barruan sartu gabe, eta egoera jakin batzuetan bakarrik. Multzo honetakoak dira eskerrik asko eta ez horregatik bezalakoak.
2. **Lokuzioak:** ez dira esaldi osoak, eta konbinazioaren esanahia ez da konbinazioko hitzen esanahien batura. Esku harturen esanahia, adibidez, ez dator bat eskuk eta hartuk normalean izaten dutenarekin.
3. **Kolokazioak:** hauek ere ez dira esaldi osoak, hitzetako batek behintzat bere esanahia gordetzen du, eta, esanahi jakin bat adierazteko, konbinazioko hitz batekin beste hitz jakin bat erabiltzen da gehiengutik, eta ez baliokideak diren beste batzuk. Esate baterako, *arreta jarri* erabiltzen dugu, eta ez *arreta kokatu* edo antzekorik.

Horrez gain, UFak asko aldatzen dira hizkuntza batetik bestera (Sanz, 2015), eta, hortaz, sarritan ez dira itzultzeko errazak izaten. Har ditzagun adibidetzat sailkapenean aipatutakoak:

- Lehenago ere esan dugun bezala, ez horregatik ordaintzat *de nada* erabiltzen dugu gaztelaniaz, eta ez *no por eso*.

- Esku hartu esateko, *tomar parte* edo *participar* erabiltzen da (ez da inon aipatzen *manorik*, *eskurik*).
- Arreta jarriren ordaintzat *prestar atención* erabiltzen dugu normalean (*arreta mailegatu*, *alegia*).

Are gehiago, azken adibide hori frantsesez eta ingelesera ere ekarri gero, ikusiko dugu aditzak ez datozela bat ez euskarazkoarekin, ez eta gaztelaniazkoarekin ere: frantsesez, *faire attention* (*arreta egin*); eta ingelesez, *pay attention* (*arreta ordaindu*).

Beraz, horrelakoak ikastea neketsua bada gizakiontzat ere, pentsa zeinen zaila den ordenagailu batentzat automatikoki ondo itzultzea, kontuan izanik oinarrian dituen hiztegiak mugatuak direla eta gramatika-arauak oso orokorrak.

Matxinek darabilen hiztegian, badaude hitz bat baino gehiagoko sarrera batzuk, eta batzuetan itzulpen zuzenak sortzen dira horiei esker:

- (2) ES: Unos alumnos **hicieron la pelota** a la profesora.
EU (Matxin): **Ikasle batzuek irakaslea lausengatu** zuten.
- (3) ES: Acabo de **fregar los platos**.
EU (Matxin): **Harrikoa egin** berri dut.

Tamalez, ez dira sarrera asko, eta ez dira beti ondo erabiltzen. Begira, esaterako, zer gertatzen den 2. eta 3. adibideetako itzulgaiak pixka bat aldatuz gero:

- (4) ES: La profesora no podía crear **la pelota** que le estaban **haciendo** los alumnos.
EU (Matxin): **Irakasleak ikasleak egiten** ari zitzaizkion **pilota** ez zuen sinetsi ahal.
EU (zuzena): **Irakasleak ezin zuen sinetsi nola lausengatzen zuten ikasleak.**

- (5) ES: Acabo de **fregar el suelo**.
EU (Matxin): **Lurzorua harrikoa egin** berri dut.
EU (zuzena): **Zorua garbitu** berri dut.

Matxinek bi zailtasun nagusi izaten ditu: batetik, gaztelaniazko edo ingelesezko UFak ezagutzeari, eta, bestetik, euskarara ekartzea. Gaur egun, beti segidan eta ordena berean dauden hitz-konbinazioak bakarrik detektatzen dira ondo; beraz, konbinazioko hitzak bereizten baditugu edo ordena aldatzen badiegu, hitz solteak balira bezala tratatzen dira, eta ez UF baten parte balira bezala (4. adibidea). Era berean, euskarazko esaldiak sortzeko ere informazioa falta da askotan, sarrera bakoitzari ordain bakarra ematen baitaio Matxinen hiztegian. Horregatik itzuli da oker 5. adibideko esaldia, ez baita kontuan hartu *fregar* aditzari, *el suelo* izen-sintagmarekin batera doanean, *garbitu* ordaina dagokiola, eta ez *harrikoa egin*.

KONBITZUL, MATXINEN IRAKASLE BERRIA

Hortaz, orain arteko adibideek agerian uzten duten moduan, Matxinek UFak zuzen itzuliko baditu, behar-beharrezkoa du laguntza, eta horrexetarako sortu da Konbitzul¹, izen+aditz konbinazioak itzultzen irakatsiko dion tresna.

Konbitzul datu-base publikoa da, eta azterketa linguistiko batetik lortutako informazioa jasotzen du. Izenez eta aditzez osatutako hitz-konbinazioen —eta haien ordainak— ezaugarriei buruzko datuak gordetzen ditu, oraingoz gaztelania-euskara hizkuntza-bikotean. Hiru iturritatik bildu dira azterketa horretako izen+aditz konbinazioak: Elhuyar hiztegi elebidunetik², eskuz egindako itzulpen-multzo erraldoietatik eta gaztelaniazko kolokazioen DiCE hiztegitik³ (Alonso, 2004).

¹ <http://ixa2.si.ehu.es/konbitzul>

² <http://hiztegiak.elhuyar.eus>

³ <http://dicesp.com/paginas>



Landutako informazio gehiena eskuragari dago Interneten, eta falta dena ere laster egongo da erabiltzaileen eskura. Izan ere, datu-basearen interfazea bilatzaile itxurakoa da, eta edozein erabiltzailek egin ditzake bilaketak oso erraz: bilatu nahi dena idatzi, eta idatzitakoarekin bat datozen konbinazioen zerrenda bat erakusten da, ordainekin batera. Ondoren, ordainetan klikatuz gero, informazio linguistiko gehiago ere ikus daiteke (3. irudia).

Dena den, lehenago esan bezala, Konbitzulen zeregin nagusia Matxini laguntzea da, bi erronkari aurre egiteko: batetik, sorburu-hizkuntzako UFak ezagutzeko, eta, bestetik, euskaratzeko. Demagun honako esaldi hauek ematen dizkiotela:

- (6) El tema **despertó interés** en los oyentes.
- (7) El tema **despertó** un gran **interés** en los oyentes.
- (8) Quedó claro el gran **interés** que el tema **despierta** en los oyentes.

Hiru adibideotan ageri den UFa —*despertar interés*— ez dago Matxinen hiztegian oraindik; beraz, gaur egun, ez du hitz-konbinazio hori UFTzat tratatzen (4. irudia). Baina, Matxinen hiztegian egongo balitz ere, orain arte erabili izan duen metodoaren bidez, 6. adibidean bakarrik ezagutuko luke, esaldi horretan bakarrik agertzen baitira bi hitzak ordena berean eta tartean beste elementurik gabe.

Konbitzulen laguntzaz, ordea, jakingo du *despertar interés* UF bat dela, eta, gainera, konbinazio malgua dela, hau da:

- Konbinazioko bi osagaien artean beste hitz batzuk ere ager daitezkeela.
- Hitzen ordena aldakorra dela.

Hala, sorburu-hizkuntzako esaldia analizatzean, informazio hori guztia kontuan hartu eta gai izango da 7. eta 8. adibideetan ere UF bat dagoela jakiteko. Izan ere, esperimendu batek erakutsi duenez, datu-baseko informazioari esker, lehenengo metodoarekin baino ia % 30 UF gehiago ezagutzen dira.

Bestalde, behin konbinazioak detektatutakoan, euskarara ekarri behar dira, eta horretarako ere informazio gehigarria beharko du Matxinek. Oraingoan ere, Konbitzulek argituko dizkio zalantzak:

- *Despertar* aditzaren ordaintzat, erabili piztu (eta ez esnatu).

3. irudia. Konbitzulen interfazearen itxura.

4. irudia. Matxinen interfazea eta adibide bat (2016-02-02).

- *Interés* izenaren ordaintzat, erabili *interes*, eta jarri mugatuan.

Horrela, *Interes handi bat esnatu zuen* bezalako esaldiak sortu beharrean, *Interes handia piztu zuen* bezalakoak sortu ahal izango ditu. Bigarren ataza honetarako informazioa ez da oraindik sisteman integratu, baina azterketa linguistikoa eginda dago; beraz, pentsatzekoa da emaitzak laster ikusi ahal izango ditugula sarean.

JAKIN-MINA ASETZEKO, ZAKUA BETETZEN

Dena dela, lana ez da hor bukatzen, noski, Matxin jakin-min handiko ikaslea baita! Hurrengo pausoa ingelesezko UFak itzultzeko informazioa biltzea izango da, eta, hortik aurrera ere, Konbitzulek datuak biltzen jarraitu beharko du, pixkanaka zakua betetzen, ikaslea, hazi ahala, gero eta hobeia izan dadin itzultzaile-lanetan. ●

BIBLIOGRAFIA

- CORPAS, G.: *Manual de fraseología española*. Editorial Gredos (1997).
- GURRUTXAGA, A.; ALEGRIA, I. & ARTOLA, X.: "Idiomatikotasunaren karakterizazio automatikoa: izena+ aditza konbinazioak". *EKAIA Euskal Herriko Unibertsitateko Zientzi eta Teknologi Aldizkaria* (2016).
- MAYOR, A.; ALEGRIA, I.; DÍAZ DE ILARRAZA, A.; LABAKA, G.; LERSUNDI, M. & SARASOLA, K.: "Matxin, euskararako lehenengo itzultzaile automatikoa". *Senez: itzulpen aldizkaria*, 37 (2009), 197-220.
- SANZ, Z. (2015): "Alemanetik euskaratutako unitate fraseologikoen itzulpen-azterketa. Tesiaren nondik-norakoak". *Senez: itzulpen aldizkaria*, 46 (2009), 211-230.
- URIZAR, R.; ALEGRIA, I.; ODRIÓZOLA, J. C. & EZEIZA, N.: "Euskarazko hitz anitzeko unitate lexikalen tratamendu konputazionala". *Anuario del Seminario de Filología Vasca "Julio de Urquijo"*, 43(1-2) (2011), 891-908.



OLIBA-HEZUR BIRZIKLATUETAN OINARRITURIKO SUPERKONDENTSADORE HIBRIDOAK

JON AJURIA ARREGI
EDURNE REDONDO NEGRETE
ROMAN MYSYK
EIDER GOIKOLEA NUÑEZ
CIC Energiguneko ikertzaileak

XXI. mendean gizarteak aurre egin beharko dion munta handiko arazo bat energiaren kudeaketa izango da, bai sorkuntzaren bai biltegiatzearen ikuspuntutik. Energia biltegiatzeko sistema garatuek XXI. mendean izan diren iraultza teknologiko garrantzitsuenetariko bat ahalbidetu dute: gailu elektroniko eramangarriak. Hurrengo urteetan ere zeresan handia emango dute, eredu energetiko jasangarri eta garbiago baten bilakaeraren giltza izan baitaitezke, energia berriztagarriei eta ibilgailu elektrikoari azken bultzada emanez eta haien bideragarritasuna ahalbidetuz. Helburu horrekin, oliba eder batzuk dastatu ostean, haien hezurak kiskali ditugu, lorturiko ikatzekin azken belaunaldiko biltegiatze-sistema hibridoak garatzeko.

Gaur egungo energia globalaren ereduak herrialdeen izate sozioekonomikoa eta ingurumen-arloak erabat baldintzatzen ditu. Are gehiago, Parisko klimaren goi-bilerak argi utzi zuen: erregai fosiletan oinarrituriko energia ekoizteko ereduak zuzeneko eragina du klima-aldaketan berotegi-efektuko gasen isuriaren ondorioz, eta gaur egungo energia-eredua ingurumenerako jasangaitza da¹. Berotegi-efektuko gas-isuri horien arduradunak zenbait motatako akuilatzaileak dira, eta, nolabait, eragile horietan eragin behar dugu gure munduaren osasuna berreskuratu nahi baldin badugu. Energia-metaketan dihardugun ikerlariok faktore horietako bi ditugu identifikatuak, eta gure aletxoak jartzen saiatuko gara borroka honetan. Alde batetik, berotegi-efektuko gasen isuriaren % 25 sektore elektrikoetik dator, eta

beste % 14 garraiotik, non haren erdia ibilgailuei baitagokie².

Hortaz, alde batetik nahitaezkoa da behingoz energia berriztagarrietan oinarrituriko energia-eredu alternatibo bat garatzea arlo sozioekonomikoaren eta ingurumenaren arteko oreka jasangarria ahalbidetzeko. Energia berriztagarrietan oinarrituriko ekoizpen-eredu bat garatzeko, ordea, badira gainditu beharreko zenbait muga, bai ikuspegi teknologikotik eta bai eskuragarritasunaren aldetik ere. Jakina da energia-iturri berriztagarriak ez direla jarraituak; beraz unean uneko eguzkiaren, haizearen edo uraren erabilgarritasunaren arabera izango da energia-sorrera. Muga hori gainditzeko, behar-beharrezkoa da energia biltegiatzeko sistema eraginkorak izatea, soberan sorturiko energia metatu

ahal izateko eta energia sortzerik ez dagonean energia-hornidura bermatua izateko. Bestalde, ibilgailu elektrikoari merkaturatzeko falta zaion azken bultzada ematea ere oso garrantzitsua da, berotegi-efektuko gasen emisioa baretzeko eta bizi garen herri eta hirien airearen osasuna eta bizi-kalitatea berreskuratzeko. Hargatik, azken urteotan interes handia sortu da energia biltegiatzeko sistemen garapenean.

ENERGIA METATZEKO SISTEMAK: BATERIAK ETA KONDENTSADOREAK

Azken bi hamarkadetan, komunitate zientifikoaren interesa zenbait aplikazioaren ezaugarrien arabera batera edo kondentsadore elektrokimiko mota ezberdinen garapenean ardazturik egon da. Bateriak gai dira kondentsadoreak baino energia-dentsi-



1. irudia. Energia berriztagarriak eta ibilgailu elektrikoak bideratuko dituen energia biltegiatzeko gailuak. ARG.: ARMIN KÜBELBECK/CC-BY-SA 3.0; PETR KRATOCHVIL; AVDA/CC-BY-SA 3.0.

tate handiagoak biltegitratzeko; tamalez, eskain dezaketen potentzia oso txikia da, eta biltegitratze-prozesua guztiz itzulgarriak ez diren erreazio kimikoen bitartez gertatzen denez, gailu horien iraupena ere ez da jasangarria.

Bestalde, azken urteotan superkondentsadoreak indarra hartzen ari dira, baterien alternatiba edo osagarri bilakaturik. Superkondentsadoreek prozesu fisikoen bitartez biltegitratzen dute energia, materialen gainazalean gertatzen den ioien elektrosortzioaren bidez; potentzia handiak eta iraupen luzeak ahalbidetzen dituzte, eta aukera ematen dute, halaber, energia metatzeko efizienteagoak diren teknologia hibridoak garatzeko.

Bateria eta kondentsadoreen energia eta potentzia metatzeko ezaugarriak *Ragone Plot* deituriko grafikoan laburbildu ohi dira, non energia-dentsitatea potentzia-dentsitatearekiko irudikatzen den, gailuen deskargadenbora linea diagonaletan erakutsiz.

Hala ere, energia biltegitratzeko gailuak ez dira energia eta potentzia metatzeko duten gaitasunaren arabera bakarrik ebaluatzen. Beste faktore batzuk guztiz erabakigarriak dira gailu horien erabilera aukeratu eta merkaturatzeko bideragarritasuna ahalbidertzeko orduan; adibidez, karga- eta deskarga-denborak, erabilera-tenperatura, segurtasuna edo bizitza-zikloa eta kostua, besteak beste.

Aipatzekoa da superkondentsadoreak, bateriak ez bezala, segundotan deskargatu ez ezik segundotan ere kargatu daitezkeela. Ezaugarri hori oso garrantzitsua da energia berreskuratzeko sistemetan; adibidez, balaztatze-energia berreskuratzen duten ibilgailu edo igogailu elektrikoetan. Era berean, superkondentsadoreak gai dira muturreko tenperatura baxu eta altuetan ere potentzia handiak emateko. Faktore horrek oso erakargarri bilakatzen ditu muturreko baldintzak dituzten aplikazioetarako; esate baterako, industria aeroespazialean.

Nolanahi ere, funtzionamenduaren alde tik superkondentsadoreek ere badituzte ahuleziak; esanguratsuena lan-tentsioa da. Baterietan, lan-tentsioa 4 V-etik gertu dago; superkondentsadoreetan, berriz, 3 V-era mugatuta dago gehienez ere, eta horrek mugatu egiten du energia-dentsitatea.

Merkaturatzeko garaian superkondentsadoreen ezaugarri erakargarriena haien iraupen luzea da. Nahiz eta printzipioz bate-

MATERIALEN ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN III. KONGRESUA

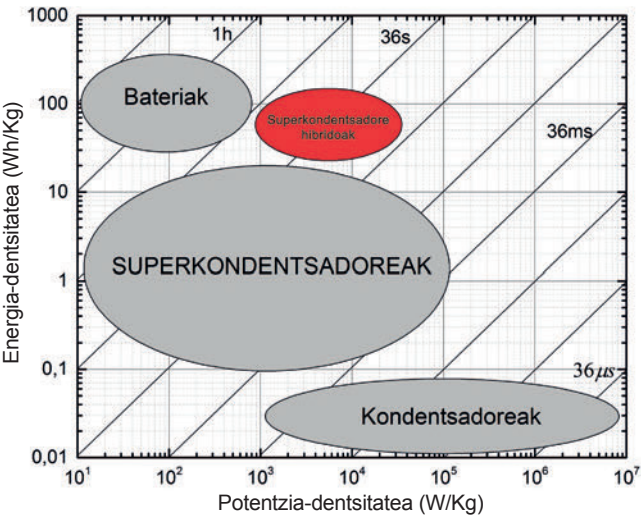


Joan den uztaillean Materialen Zientzia eta Teknologia Kongresuaren hirugarren edizioa egin zen Markina-Xemeinen, Leartiker zentro teknologikoak antolatuta. Materialen arloko ia 100 profesionalek parte hartu zuten euskara hutsean egiten den kongresu horretan, eta, kongresuko batzorde zientifikoak adierazi zuenez, inoiz baino maila altuagoa izan zuten aurkeztutako lanek.

Bi egunez, materialekin zerikusia duten hamaika gairi buruz hitz egin zuten Markina-Xemeinen: energia pilatzeko materialak, etorkizuneko nanotxipen garapenerako teknologiak, minbizia tratatzeko nanopartikulak, terapia genikoak, automoziorako edo erabilera arruntetarako material polimerikoak, metalikoak, zeramikoak, haien prozesaketa aurreratuak, eta abar.

Hogeita hamar ahozko aurkezpen eta berrogei poster izan ziren, eta ahozko aurkezpen onenaren saria jaso zuen CIC Energiguneko kide Jon Ajuriak artikulua idatzi du Elhuyar aldizkarirako, taldekideekin batera, kongresuan aurkeztutako lanari buruz.

2. irudia. Ragone Plot, hau da, energia biltegitatzeko erabiltzen diren sistemen konparazioa energia- eta potentzia-dentsitatearen arabera.



riek erreakzio kimiko itzulgarrien bidez metatzen duten energia, elektrodoetako materialek egitura-aldaketak jasaten dituzte. Aldaketa horiek direla medio, akatsak eratzten dira eta horrek, karga/deskargak aurrera egin ahala, sistemaren hondatzea dakar ezinbestean. Superkondentsadoreek, aldiz, prozesu fisiko erabat itzulgarriak darabiltzate; hala, saihestu egiten da aipatutako hantura, bermatu egiten da egonkortasun mekanikoa eta gailuaren iraupena milioika ziklotaraino luzatzen da.

ETORKIZUNA: SUPERKONDENTSADORE HIBRIDOAK

Teknologia garatuz doan heinean, gero eta gehiago dira bai energia bai potentzia handiak behar dituzten gailuak. Gaur egun, behar horiei erantzuna emateko estrategia

kanpo-zirkuitu baten bitartez bateria eta superkondentsadoreak seriean konektatzean datza. Azkenaldian, ordea, bada estrategia horren aurrean bere burua alternatiba gisa aurkeztu duen ideia berritzaile bat: superkondentsadore hibridoak. Hau da haien funtsa: superkondentsadore motako elektrodo bat bateria motako elektrodo batekin konbinatzea, bi teknologien ezaugarri onenak gailu bakar batean bateratzeko. Ideia konbinatorio hori lehenengoz 2001. urtean argitaratu zen kontzeptu gisa, energia-dentsitate handiko bateria motako elektrodo bat (LTO-lithium titanate) potentzia handiko superkondentsadore motako elektrodo batekin konbinatuz (AC-activated carbon)⁴.

Sistema horien ezaugarriak superkondentsadore eta bateriaren artekoak dira: lehenengoek baino 5-10 aldiz energia gehia-

go metatu dezakete potentzia-balio handiak mantenduz⁵. Normalean, LIC horiek (ingelesez *lithium ion capacitor*, LIC) gainazal altuko ikatz aktibatua darabilte elektrodo positibo moduan, eta interkalazio konposatu bat, tipikoki grafitoa, elektrodo negatiboan. LICa kargatzen denean, litio ioien interkalazioa gertatzen da elektrodo negatiboan, eta elektrolitoan dauden anioiak adsorbatu egiten dira elektrodo positiboan. Deskarga-prozesuan, aldiz, litio ioiak elektrodo negatibotik atera eta anioiak desorbatu egiten dira elektrodo positibotik. Zorritzarez, grafitoak ez dauka litiorik bere barnean, eta prelitazio deritzon kanpo-prozesu baten bitartez txertatu behar da litioa grafitoan. Prelitazioa beharrezkoa da: a) tentsio handiko sistema bat izateko (4 V), b) elektrodo negatiboaren kapazitate itzulezina ezabatzeko, c) elektrodoen erresistentzia murrizteko eta d) sistemak karga/deskarga ziklo gehiago jasan ahal izateko. Nahiz eta prelitazioa eragozpen teknologiko handia izan, dagoeneko gauditua izan da, eta lehenengo superkondentsadore hibridoak merkatuan daude, bateria eta superkondentsadoreen onurak bateratuz⁶.

OLIBA-HEZURRAK

Oliba-hezurra lignina, zelulosa eta hemizelulosaz eraturiko material lignozelulosikoa da. Hiru osagai horiek proportzio egokian ageri dira oliba-hezurrean dentsitate handiko ikatzak lortzeko. Oliba-hezurak kiskaliz, ikatz gogorra (ingelesez, *hard carbon*, HC) lortzen da. HC hori kimikoki KOH bitartez aktibatuz, ACa lortuko dugu. HCak grafitoaren antzerako ezaugarriak ditu, baina grafeno-

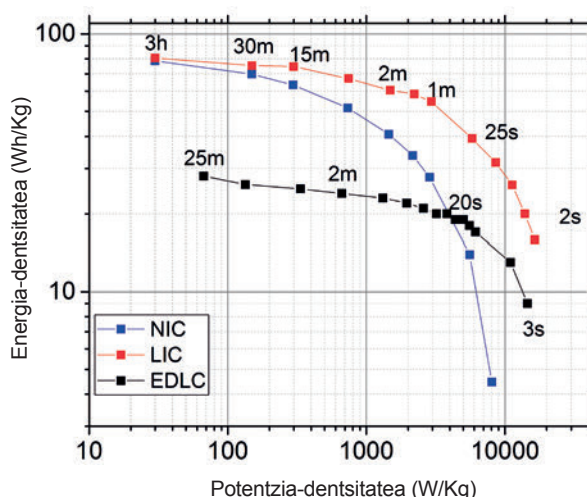
	Superkondentsadorea	Li-ioi bateria	Li-ioi superkondentsadore hibridoak	Na-ioi superkondentsadore hibridoak
Energia-dentsitatea	1 – 5 Wh/kg 1 – 10 Wh/L	8 – 600 Wh/kg 100 – 350 Wh/L	100-200 Wh/kg 50-70 Wh/L	50– 150 Wh/kg 40-60 Wh/L
Potentzia-dentsitatea	> 10 kW/kg 1.000 – 10.000 W/L	100 – 3.000 W/L 100 – 3.000 W/kg	> 10 kW/kg > 10 kW/L	~5.000 W/kg ~5.000 W/L
Karga-/Deskarga-denbora	< 10 s	1 – 10 h	< 5 min	< 5 min
Tentsio-leiho	0,5 – 2,75 V	1,2 – 4,2 V	0,5 – 4,2 V	0,5 – 4,2 V
Temperatura-leiho	–40 – +85 °C	–20 – +65 °C	–20°C - +60 °C	–20 – +65 °C
Ziklabilitatea	> 500k ziklo	5.000 ziklo	10k ziklo	10k ziklo
Iraupena	5 – 20 urte	0,5 – 5 urte	10 urte	10 urte
Efizientzia	> % 98	% 70 – 96	> % 95	> % 90

1. taula. Energia metatzeko teknologien arteko konparazioa³.



geruzak desordenaturik daude materialean kapazitate handiagoak lortzeko bidea zabalduz (litioa geruzen artean interkalatzeaz gain, poroetan ere adsorba daiteke). Are gehiago, litioaz gain, sodioaren erabilera ere ahalbidetzen du (grafitoarekin ezin da sodioa erabili). Litioa agortuko den eztabaida mahai gainean dago. Interes ekonomiko handiak daude tartean, eta, behatzailearen (hau da, interesatuaren) arabera, erantzuna baiezkoa ala ezezkoa izango da. Interpretaziorik onartzen ez duen faktorea, ordea, munduko litio-iturrien kokapen geografikoa da. Munduko litio-erreserben % 85 inguru Litioaren Triangelua deritzon Hego Amerikako eskualde geografikoan aurkitzen da; zehazki, Atakamako Puna inguruetan, non aurkitzen diren Uyuni gatzaga (Bolivia), Gizon Hilaren gatzaga (Argentina) eta Atapumako gatzaga (Txile). Litioaz alderaturik, sodioa nonahi aurkitu genezake, eta haren erauzketa-kostua litioarena baino askoz txikiagoa da; beraz, grafitoa HCaz ordeztzea balio erantsi interesgarria da.

Lan honetan oliba-hezur bio-hondakina birziklatuz HC-bateria motako elektrodoo eta AC-superkondentsadore motako elektrodoo sintetizatu ditugu. Elektrodo horiek gailu bakarrean konbinatuz, gai izan gara Li-oi edo Na-oi teknologian oinarrituriko iraupen luzeko eta energia eta potentzia handiak dituzten laborategi mailako gailu hibridoak fabrikatzeko. Gailu horiek etorkizunean gure gizartea moldatuko duten bi teknologia garrantzitsuenen bilakaera baldintzatu dezakete: alde batetik, litio ioian oinarrituriko gailuak, bai energia- eta bai potentzia-dentsitate handiak eta iraupen luzeak izanik,



4. irudia. Oliba-hezurretik garaturiko biltegitratze-sistemen konparazioa.

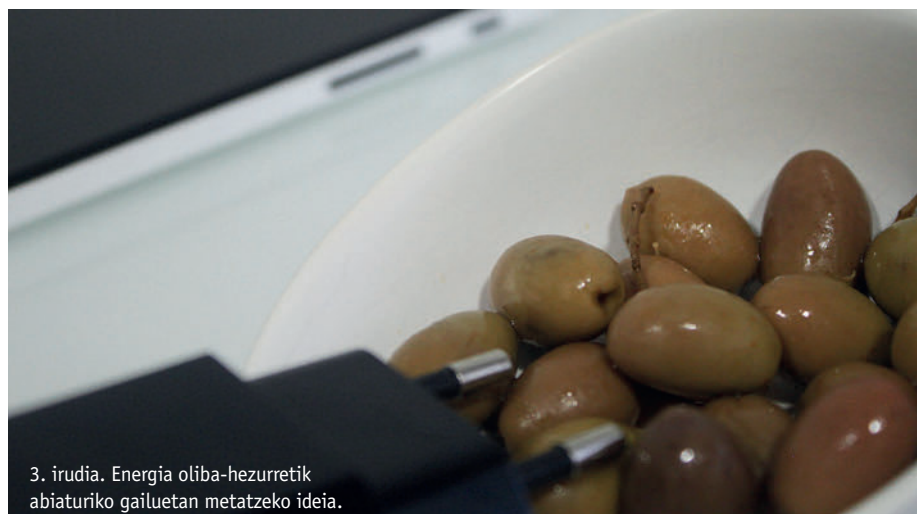
oso egokiak dira ibilgailu elektrikoetan inplementatzeko. Bestalde, sodio ioian oinarrituriko gailuak ezin dira lehiatu litioarekin potentzia- eta iraupen-parametroetan, baina merkeagoak izan litezke (Na-oi teknologia merkaturatzeke dago oraindik), eta, adibidez, energia berriztagarrien arloan biltegitratze-sistema gisa erabil daitezke, non eguneko karga-deskarga ziklo bat edo bi nahikoa izan daitezkeen eta potentzia ez den hain garrantzitsua, baina kostu txikiagoak energia berriztagarrien prezioa leihakorra izaten jarraitzea ahalbidetuko lukeen.

CIC Energigunen, oliba-hezurretik lorturiko HC eta AC konbinatuz lorturiko LIC eta NIC (ingelesez *sodium-ion capacitor*, NIC) gailuen ezaugarriak, oliba-hezurretik abiatuz fabrikaturiko superkondentsadore batekin konparaturik, askoz hobeak dira. Neurketak

tentsio-leiho murriztuan egin dira (2,2-3,8 V), superkondentsadoreekin alderatuak izan daitezkeen iraupen luzeak lortzeko. Ikus daitezkeen bi teknologia berriek sobera hobetzen dute superkondentsadorearen energia-dentsitatea potentzia-dentsitate txikietan, energia-dentsitatearen balioa ia hirukoiztuz. Potentzia handietan, LICak oraindik ere superkondentsadorearen ezaugarriak hobetzen ditu, ez hala NICak. Sodio ioiaren tamaina handiagoa denez, difusio-erresistentzia handiagoa da materialaren barnean; beraz, karga eta deskargak ez dira hain azkarrak, eta potentzia-balioak mugatu egiten dira. Bestalde, bi gailuek iraupen luzeak dituzte (LICak > 50.000 eta NICak > 5.000 karga/deskarga ziklo). Dena dela, sodioak litioak baino degradazio mekaniko askoz handiagoa eragiten du HCean tamaina handiagoa duelako; beraz, areagotu egiten du materialaren hantura, eta, ondorioz, laburtu egiten du gailuaren iraupena. ●

BIBLIOGRAFIA

1. <http://www.cop21.gouv.fr/en/>
2. <https://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html>
3. <http://www.maxwell.com/>
4. AMATUCCI, BADWAY, F.; DU PASQUIER, A.; ZHENG, T.: *J. Electrochem. Soc.*, 148, 8 (2001), 930-939.
5. AIDA, T.; YAMADA, K.; MORITA, M.: *Electrochem. Solid-State Lett.*, 9(12) (2006), 534-536.
6. <http://www.jmenergy.co.jp/en/>



3. irudia. Energia oliba-hezurretik abiatuturiko gailuetan metatzeko ideia.

EKINEAN



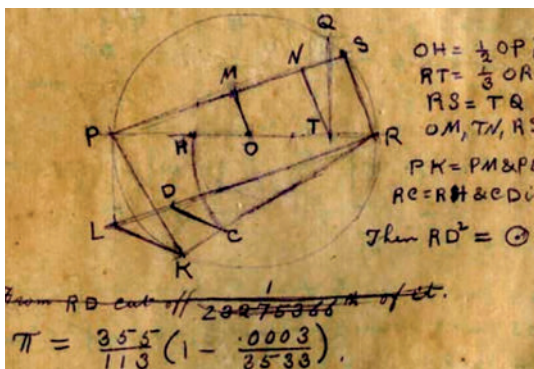
ITXASNE AZPITARTE IRACULIS

Nanoguneko ikertzailea

“Bidea zabaltzeak oso alde onak ditu, baina gogorra da”

Itxasne Azpitarte Iraculisek oso gaztetatik zekien zer egin nahi zuen: ikertzaile izan nahi zuen. “Batxilergoan nengoenetik nekien ikerketan aritu nahiko nuela. Oso argi nuen; eta, enpresa batzuetan ikertzen bada ere, ikertzaile izateko doktore-tesia egitea da normalena. Beraz, bide hori hartu nuen”, aitortu du.

GAI LIBREAN



Ulertzeko errazak baina ebazteko zailak diren matematikako problemak

JOSU DONCEL VICENTE
LAAS-CNRS laborategiko doktoregaia
Okzitaniako Tolosa, Frantzia

Jende askoren iritziz, matematikariak aztertzen dituzten problemak oso zailak dira. Hala ere, badira problema batzuk oso errazak direnak azaltzen baina oso ebazpen zaila dutenak. Artikulu honetan, halako problemen inguruko adibide batzuk ikusiko ditugu.

ALBISTEAK



Azarnategietako hezurak gizakiek kontsumitu zituzten bereizteko oinarriak ezarri ditu EHUKo ikerketa batek

EHUKo Geografia, Historiaurrea eta Arkeologia Saileko Antonio J. Romero buru izan duen ikerketa esperimental batek frogatu du gizakiek hezurretan egindako hozkadek ezaugarri bereizgarriak dituztela; haiei esker, beste animalia batzuek egindako hozkadetatik bereiz daitezkeela, eta, bestalde, haragia aurrez kozinatua egoteak eragina duela marka horien agerpenean. Ikerketaren berri ...

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

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

Zuzendaria: Aitziber Agirre, a.agirre@elhuyar.com

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

Hizkuntza-arduradunak: Alaitz Imaz, Saroi Jauregi.

Erredakzio-taldea: Aitziber Agirre, Egoitz Etxebeste,
Ana Galarraga.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Itziar Aduriz, Jon Ajuria, Ibon Cancio, Maxi Castrillejo,
Arantza Díaz de Ilarraza, Eider Goikolea, Uxoa Iñurrieta,
Gorka Labaka, Igor Leturia, Roman Mysyk, Manu Ortega,
Edurne Redondo, Kepa Sarasola.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: NASA_JPL-Caltech

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: Leitzaran Grafikak

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

Harpidetza: Izaro Lanberri, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Urtean 4 zenbaki (martxo, ekaina, iraila eta abendua)

Euskal Herria eta Espainia: 16 €.

Beste herrialdeak: 28 €.

Edizio digitalaren harpidetza: 7 €.

Ale digitala: 3,50 €.

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-769/85

ISSN: 2255-4998

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

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak
eta enpresak:



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

“Hezkuntza, Hizkuntza Politika eta Kultura Sailak
(Hizkuntza Politikarako Sailburuordetza) diruz
lagundua”



Gipuzkoako Foru Aldundia

ORONA Koop. Elk.; LAGUN ARO Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.;
EIKA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.;
DANOBAT GROUP Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.



aldizkaria.elhuyar.eus



www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria



[@elhuyaraldizk](https://twitter.com/elhuyaraldizk)

zientziaazoka

elhuyar da

2016/2017

Gazteek garatutako proiektuen azoka hastera doa!

2016-17 ilkasturtean zehar, taldeka, gazteek galdetu, ikertu, diseinatu, eraiki, eta bizipenak izango dituzte.

Bi modalitate:

- Ikerketa-proiektuak
- Proiektu teknologikoak

Ikertzaile gazteen Euskal Herriko zientzia-azoka

bizi
ikerketa!

EGUTEGIA

1. Inspirazio-fasea, eta erronka definitzea: urriaren 30erako
2. BTEK museoa bisitatzeko aukera: azaroaren 30era bitartean
3. Gazteen eta ikertzaileen arteko bilerak: 2017ko otsailaren 28a baino lehen

4. Plangintza eta metodologia azaldu: urtarrilaren 30erako
5. Txostena webgunera igo eta lanaren azalpen laburra bidali: martxoaren 18rako
6. Zientzia Azoka: Bilbon, maiatzaren 6an

Norentzat?

12 eta 18 urtera bitarteko ikasle gazteei zuzendutako ekimena.

Nola hartu parte?

Izena emateko eta informazio gehiagorako, sartu <http://zientzia-azoka.elhuyar.eus> webgunean, eta segi jarraibideei.

Eta guztia ikertzaile profesionalen aholkuekin!

Eman izena irailaren 19tik aurrera!

Antolatzailea
elhuyar
Zientzia

Babesleak

Bilbao



FECYT

Kolaboratzaileak

Unibertsitatea



upna



Deusto



MONDRAGON



tecnalia



COLLINS ELHUYAR ENGLISH BASQUE DICTIONARY

Collins

*ingeles-hiztegi
elebidunik salduenak*

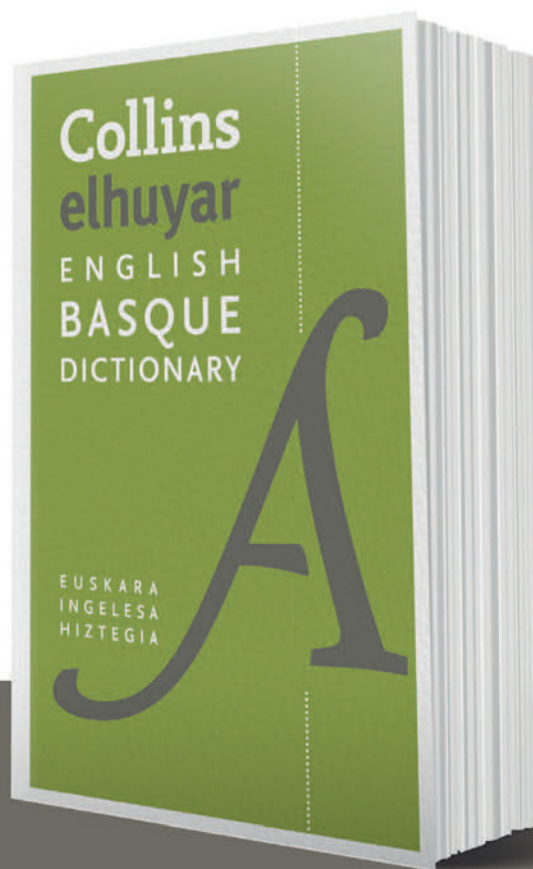
elhuyar

*euskara-hiztegirik
salduenak*

Euskaldunok ingelesa
zubi-hizkuntzarik gabe ikasteko,
hiztegigintzan urtetako esperientzia
duten bi markaren bermearekin



- 65.000 sarrera
- 85.000 adiera
- 22.000 adibide



eskaerak@elhuyar.com | 943 36 30 40 | collins.elhuyar.eus