

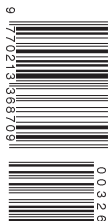
ELHUYAR

zientzia eta teknologia

...eta neandertalek
sua piztu zuten

CAF-Elhuyar sariak

4,70
euro



**GIZAKIEN
ETA ROBOTEN
GIZARTE BATERANTZ**





20 urte zuekin!

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



OSTIRALETAN: 22:00etan

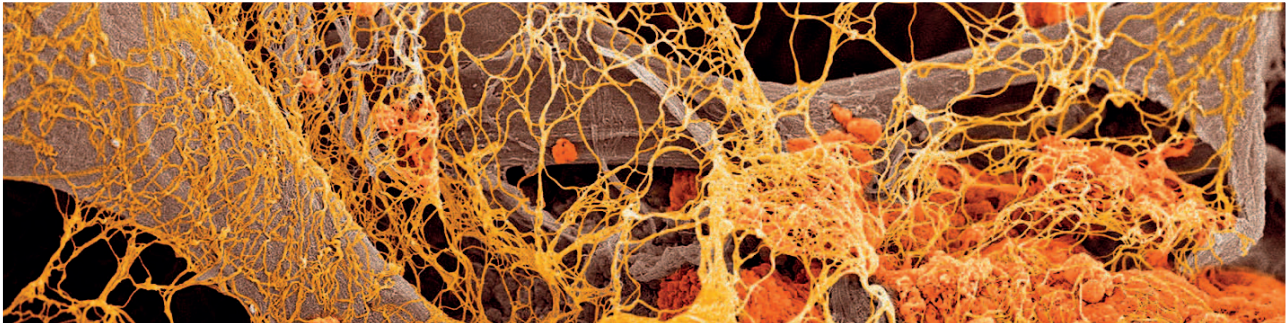
LARUNBATETAN: 15:00etan

Interneten: <http://norteko.elhuyar.eus/>

“Haur batek hasieran ez daki ezer. Gero hiltzaile
bihurtzen bada, noren ardura da?” 30

“Fetixismoa berezkoa dugu. Objektuekin lotura
emozionalak sortzeko joera dugu, eta robotekin berdin” 32

“Beti pentsatu izan dut zenbait kolore ez zeudela
ongi izendatuta” 41



“Albert Einstein fisikari handiak esan zuen intuizioa
dela benetan balio duen gauza bakarra” 46

“Sena moldatu dute Euskal Herrian ahalik eta
ondoena bizirauteko” 53

Bihar, atzo, gaur

Adimen artifiziala eta ikasketa automatikoa egiten ari diren bidea ikusita, ez litzateke harritzekoa mende honetan bertan gizakiok bezain adimentsuak diren makinak lortzea. Dagoeneko hor daude ibilgailu autonomoak, droneak, ikasteko gai diren makinak, adinduei eta ezinduei laguntzeko robotak... Hortaz, erraz irudika dezakegu robotak eta gizakiak elkarrekin biziko diren gizarte bat. Prest egon behar dugu.

Gero eta gaitasun handiagoa dute ikasteko, eta erabaki egin beharko dugu zenbateko autonomia eman nahi diegun. Ez da erraza muga non jarri erabakitzea. Izan ere, aldezturik jarritako mugak oso zorrotzak badira, beharbada galgatzten ariko gara izan dezaketen garapena. Pil-pilean dagoen gai horri buruzko hausnarketa ekarri nahi izan dugu, adimen artifizialean lanean diharduten ikertzaileen eskutik.

Baina, gure gizartearen etorkizunaz hausnartu nahi dugun bezala, honaino iristen lagundu diguten alderdiei ere gustura begiratzen diegu. Oraingoan, gure espeziearen eboluzioan gako izan den faktore bati: suari. Oraindik badago argitu gabeko kontu bat: nork piztu zuen lehen sua? *Homo erectusek* jada erabiltzen zuen sua egunerokoan, baina nork lortu zuen sua sortzea? Gu izan ginen, edo aurretik neandertalek lortu zuten sua piztea? Eztabaidaren sua, behintzat, ederki piztu dute neandertalek, haien gaitasunen inguruko eztabaida gori-gori baitago oraindik ere.

Bestetik, urtero bezala, CAF-Elhuyar sariak banatu dira maiatzean, eta irabazleen artikulua ekarri ditugu. Parte hartu duten guztiak zoriontzeko aprobetxatu nahi dugu, eta, bereziki, Elhuyarren Merezimendu Saria jaso duen M. Jesús Esteban Galarza matematikaria. Eskerrik asko, M. Jesús, euskara erabiltzen aitzindari izateagatik matematika euskaraz egiten ez zen garaian.



Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute

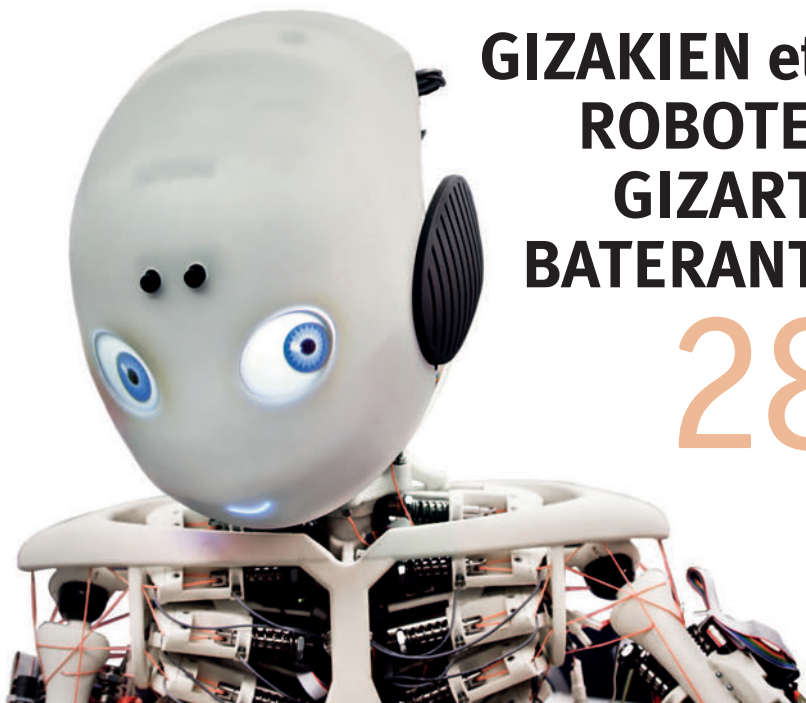
Elhuyar Zientzia eta Teknologia
aldizkariaren zuzendaria



...eta neandertalek sua piztu zuten

Urte luzez uste izan da gure espeziea dela sua menderatzen duen bakarra, sua pizteko gaitasuna zela beste espezieetatik bereizten gintuen ezaugarrietako bat. Neandertalek sua erabiltzen zutela erakusten duten aztarnak, ordea, kolokan jarri zuten hipotesi hori.

24



GIZAKIEN eta ROBOTEN GIZARTE BATERANTZ

28

Azken urteetako aurrerapenekin, gero eta handiagoa da makinaren adimena eta autonomia. Eta, horrekin batera, handitzen ari da makina horien etika bermatzeko beharra ere. Araudiak lantzen eta proposatzen ari dira hainbat gobernu eta erakunde.

20



ELKARRIZKETA

Marta Macho Stadler

Matematikaria

Apirilean, Berdintasunerako Emakunde saria jaso zuen, emakume zientzialariak ikusgai bihurtzeko egin duen lan handiagatik. Emakumeek zientzia nola egiten duten argitu nahi izan dugu Machorekin, eta, bide batez, zientzia-sistemak, egun dagoen bezala, baldintzatzen ote duen emakumeen parte-hartzea.

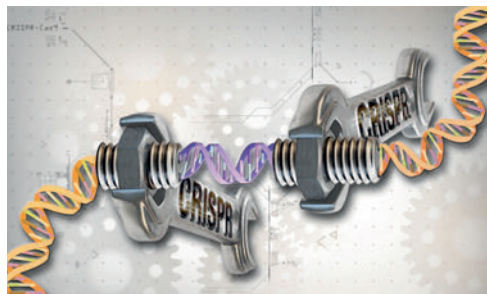
42

Daltonen daltonismoa

John Daltonek beti pentsatu izan zuen koloreen izenak ez zeudela ongi jarriak, konturatu zen arte arazoa beraren begietan zegoela.



38



Geneak nahieran aldatzea: non daude marra gorriak?

Azken bizpahiru urteetan, geneak konpontzeko ideia indarrarekin berpiztu da CRISPR teknikari esker. Estatu Batuetan gizakietan erabiltzea onartu denetik, eta Txinan lehen saiakerekin hasi direnetik, teknika horren erabileraren mugei buruzko eztabaida berpiztu da. Geneak aldatzeak zuhurtzia handia eskatzen du, gure iragan gordinari begiratzen badiogu. Hala dio Koldo García genetikariak bere analisisan.



45 2017ko CAF-Elhuyar sariak

Maiatzaren 12an banatu ziren aurtengo CAF-Elhuyar sariak. Dibulgazio-artikuluaren atalean, Gorka Azkune Galparsoro, Josu Doncel Vicente eta Mikel Etxebarria Okariz izan ziren irabazleak. Haien artikuluak argitaratu ditugu zenbaki honetan.



SAREAN+

aurkibidea]

4 MUNDU IKUSGARRIA
EHUko argazki zientifikoaren lehiaketa

6 ALBISTEAK

19 EKINEAN
Lorea Argarate Zubia

20 ELKARRIZKETA
Marta Macho Stadler

24 ...eta neandertalek
sua piztu zuten

28 **GIZAKIEN eta
ROBOTEN GIZARTE
BATERANTZ**

34 **Bizitza sintetikoa borborka**

36 MUNDU DIGITALA
**Trump, elefantea
teknologiaren ontzi-dendan**

38 ANALISIA
**Geneak nahieran aldatzea:
non daude marra gorriak?**
KOLDO GARCÍA

40 ANALISIA
**2017ko IkerGazte:
euskal zientzialarien
komunitatea sortzen**
ZIHARA ENBEITA

42 ISTORIOAK
Daltonen daltonismoa

44 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Marian Iriarte Ormazabal

2017ko CAF-ELHUYAR SARIAK

46 Intuizioaren bide ilunak argitzen
GORKA AZKUNE

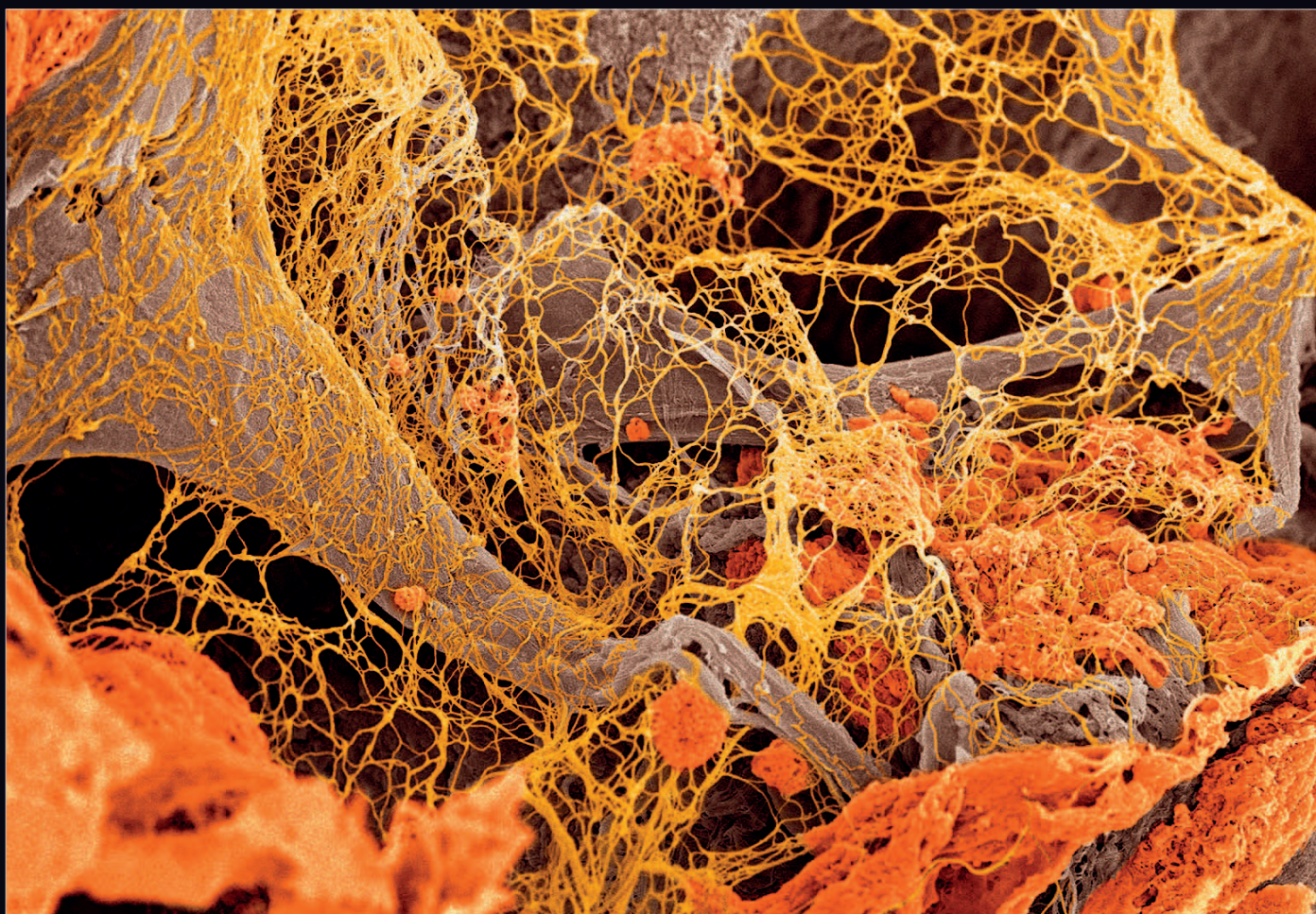
50 Sareen arteko komunikazioak
bizkortzea: bide optimoa
aurkitzen duten algoritmoak
JOSU DONCEL

53 Udara bat ardiekin,
senari jarraika
MIKEL ETXEBERRIA

56 Sarean



EHUko argazki zientifiko LEHIAKETA



Biziaren Zientzien arloko irabazlea

Aldamio endogeno bioaktiboa (Endogenous bioactive scaffold)/GORKA ORIVE ARROYO

ZAZPIGARREN EDIZIOA DU Euskal Herriko Unibertsitateko SGIker Ikerkuntzarako Zerbitzu Orokorrak antolatzen duen argazki-lehiaketak. Gorka Oriveren *Aldamio endogeno bioaktiboa* (ezkerrean), eta Erlantz Lizundiaren *Zelulosazko itsasoa* argazkiak (eskuinean) saritu dituzte.

Biziaren Zientzien arloko irabazlea izan da Gorka Oriveren argazkia. BTI Biotechnology Instituteko ikertzailea da Orive, eta birsortze-medikuntzarako biomaterial berri baten argazkiarekin lortu du saria. Hiru dimentsioko matrize bat da (laranjaz), fibrinan eta hazkuntza-fakto-

retan aberatsa (horiz), gaixoaren berezko zelulak (grisez) hazteko aproposa. Biomaterialaren osagaiak gaixoaren odoletik eratorriak dira; beraz, guztiz bateragarria da gaixoarekin.

Materialen Zientzia eta Teknologiaren arloko saria, berriz, EHUko Adierazpen Grafiko eta Ingeniaritza Proiektuen departamentuko kide Erlantz Lizundiarentzat izan da. Zelulosazko oinarri batean, kobrezko jalkin fin baten morfologia ikus daiteke Lizundiaren irudian. Nanometroko geruzak egiteko aukera ematen duen teknika baten bidez egin zen jalki-

na. Kasu honetan, 200 nm-ko lodiera du kobrezko geruzak, eta zelulosazko nanozuntzez osatutako mintz baten gainean egin da (irudiaren ezker aldean agerian). Nanopapera deitzen zaio mintz horri. Ikertzaileen ustez, etorkizunean, elektronika malguan eta telekomunikazioetan erabili ahal izango dira nanopaper-kobre filmak.

Ia 60 argazki aurkeztu dira lehiaketara, eta guztiak ikusgai daude [lehiaketaren webgunean](#).●



Materialen Zientzia eta Teknologiaren arloko irabazlea

Zelulosazko itsasoa (Mar de celulosa)/ERLANTZ LIZUNDIA FERNANDEZ

Arnasketa kontziente eta geldoak nola erlaxatzen gaituen argitu dute

Gizakiok aspaldi erabiltzen dugu arnasketa geldo eta kontrolatua lasaitasun mentala lortzeko eta krisialdiei aurre egiteko, baina orain arte neurologiak ez zuen ezagutzen horren oinarri fisiologiko eta neuronala. Stanforderko Unibertsitateko ikertzaile batzuek, ordea, saguen garunean identifikatu dute zein den arnasketa eta garunaren maila goreneko aktibitatea lotzen dituen gunea, eta [Science aldizkarian argitaratu dute](#).

Garunaren enborrean dagoen gune bat dela ikusi dute, garunaren eta bizkarrezur-muinaren artean kokatua, eta 350 neurona inguruk osatzen dutena. Neurona horien zeregina da garuneko beste gune bati seinaleak bidaltzea, hain zuzen ere, gorputzak estresari eta beldurrari erantzuteko duen guneari (lokus zeruleoa). Zenbat eta azkarragoa izan arnasketa, orduan eta aktiboago daude neurona horiek; arnasketa geldoak, ordea, gutxiago



aktibatzen ditu, eta ondorioz, haiek gutxiago aktibatzen dute lokus zeruleoa bera. Lokus zeruleoa garuneko goi-mailako aktibitateak erregulatzen dituzten eremuekin dago lotuta,

hortaz, horiengan du eragin zuzena.

Yoga, meditazioa eta arnasketa kontziente erabiltzen duten bestelako tekniken eragina azaltzeko balio izan du ikerketak, agerian jarri

baitu jada bagenekiena: arnasa funtzio autonomo simple gisa ikusten dugun arren, eragin handia du pentsamenduan eta jokaeran. ●



Tunelkobako hondar zementatuzko egitura. ARG.: NIKOLE ARRIETA/EHU.

Hondakin industrialak gordetzen dituzten arroak

EHUko kimikariek *beachrock* azertu dituzte, hondar zementatuzko formazioak. Garapen industriaren inpaktuaren eta kostaldean izan duen eraginaren lekuko dira harri berezi horiek.

Normalean eremu tropikal eta subtropikaletan sortzen diren arren, Bizkaiko kostaldean ere badira halakoak. Azertu dituzten *beachrock* egitura berriak dira, eta, Nerbioi-Ibaizabal estuarioaren eskuinaldean egonik, giza jardueraren eragin handia jasan dute. Ikertzaileen esanean, “Antropozenoaren ebidentziatzat” har daitezke; izan ere, industria-iraultzaren garaiko galdaketa-zepak gordetzen dituztela ikusi dute. ●

Mitokondrioetan 50 °C-ko tenperatura neurtu dute

Gure gorputzeko tenperatura 37 °C ingurukoa den arren, gure zelulen barruko organulu batzuetan oso tenperatura altuak egoten direla ikusi dute: [50 °C neurtu dituzte mitokondrioetan](#).

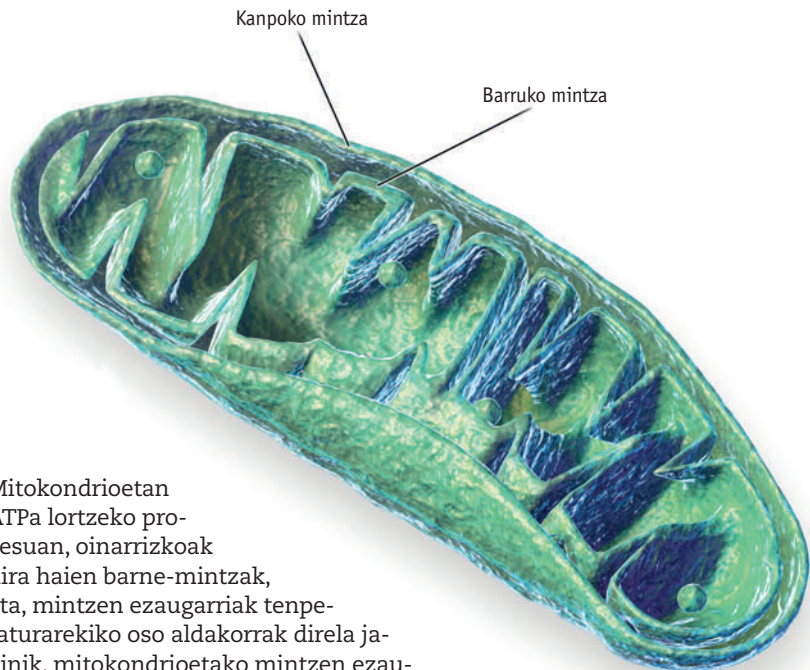
Zelularen zentral energetiko gisa jokatzen dute mitokondrioek: mantengutzeak oxidatzen dituzte energia lortzeko (ATPa). Ikertzaileen ustez, prozesu horrek sortzen duen beroak bermatzen du organismo osoaren barne-tenperatura egonkorra odol beroko espezieetan.

Orain arte ez da izan mitokondrioen barruko tenperatura neurtzeko modurik. Azken urte honetan, baina, tenperaturaren arabera fluoresentzia ematen duten tindatzaileak garatu dituzte zenbait ikertzailek, eta haiei esker egin da aurkikuntza berria.

Zientzialariek azpimarratu dute orain mitokondrioiei buruzko literatura zientifikoa berraztertu beharko dela, orain arte tenperatura fisiologikoan ikertu baitira haien propietateak.

Mitokondrioetan ATPa lortzeko prozesuan, oinarritzkoak dira haien barne-mintzak, eta, mintzen ezaugarriak tenperaturarekiko oso aldakorak direla jakinik, mitokondrioetako mintzen ezaugarri fisiko, kimiko eta elektrikoak berraztertu beharko dira.

Bestetik, ikertzaileen arabera, litekeena da odol hotzeko animalietan eta landareetan mitokondrioak askoz ere tenperatura baxuagoetan aritzea, baina hori ere ikertu beharko dela aipatu dute. ●



ARG.: WIKIMEDIA

Bizkaldatz IX.
Literatura Saria
(2017)

“JARRAITZEKO PREST?
ORAIN ZURE TXANDA DA”

*Oinarriak barrualdean

Zaunkak



Karmele Jaio Eiguren

Bizkaia
fora kulturaleko
erakundeak

IX Premio Literario
Bizkaldatz
(2017)

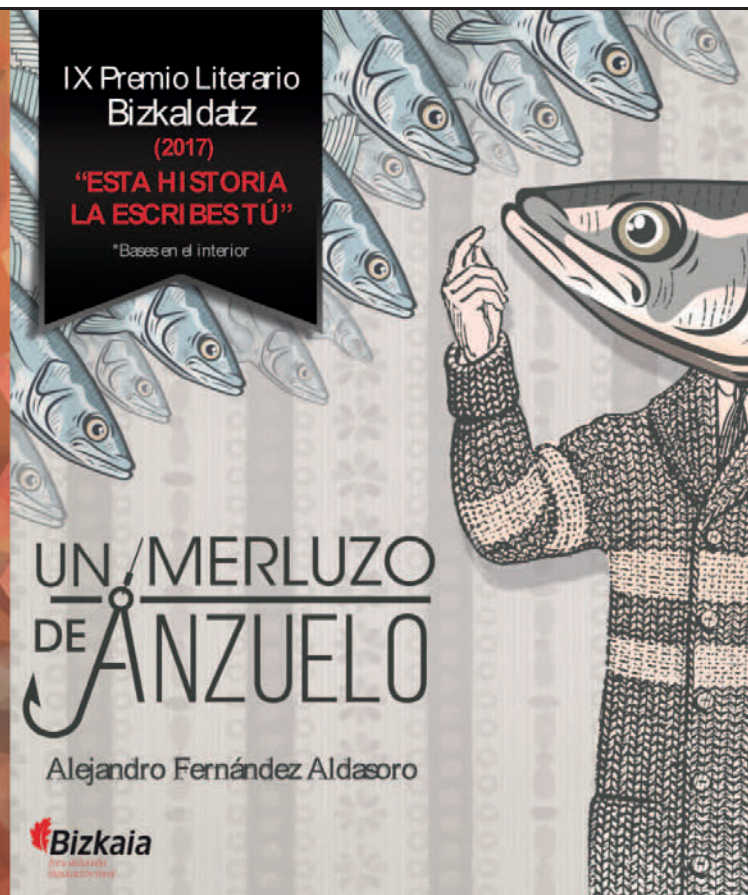
“ESTA HISTORIA
LA ESCRIBES TÚ”

*Bases en el interior

UN MERLUZO DE ANZUELO

Alejandro Fernández Aldasoro

Bizkaia
fora kulturaleko
erakundeak





ARG. IIDA LOUKOLA/QMUL

Ikusiz ikasteko gai dira erleak

Besteek nola egiten duten ikusita, erlastarrak gai dira tresna berriak erabiltzen ikasteko. Ondorio horretara iritsi dira Londresko Queen Mary Unibertsitateko ikertzaile batzuk. Esperimentu baten bidez erakutsi dute, ugaztun asko eta hegazti batzuk bezala, erlastarrak ere gai direla ikusi

eta ikasteko. [Science aldizkarian eman dute horren berri.](#)

Plataforma baten ertzean jarritako pilota bat plataformaren erdigunera eramanez gero sari gozo bat jasoko zutela ikasi zuten erlastarrek. Horretarako, plastikozko erleak erabiliz erakutsi zieten lehenengo, zer egin behar

zuten saria jasotzeko.

Erle guztiek ikasi zuten egin beharrekoa. Gero, beste erle batzuekin beste hiru proba egin zituzten. Lehenengoan, entrenatutako erleek pilota nola mugitzen zuten ikusten zuten. Bigarren, imanen bidez mugitu zituzten pilotak, erleak begira zeudela. Eta, hirugarrenean, pilota hasieratik erdigunera zegoen. Horrez gain, lehenengo bi probatan,

erdigunetik distantzia desberdinetara zeuden hiru pilota jarri zituzten, baina urrutien zegoena mugitzen zuten beti entrenatutako erleek (entrenamenduetan beste biak kolaz itsatsita zeudelako) edo imanek.

Hiru probak eginda, ikusi zuten lehenengo taldeko erleek bigarrenekoek baino arrakasta handiagoa izan zutela eta azkarrago ikasi zutela. Eta bigarren taldekoek hirugarrenekoek baino arrakasta handiagoa izan zuten. Alegia, pilota mugitzen ikustea nahikoa izan zen ekintza ikasteko, baina beste erleek nola egiten duten ikusita azkarrago ikasi zuten. Horrez gain, erle behatzaileak zuzenean gertuen zegoen pilotara joaten zirela ikusi dutela, ikertzaileek ondorioztatu dute ez dutela ikusitakoa kopia soilik egiten, baizik eta, hobetzen saiatzen direla, bide laburragoa erabiliz. ●

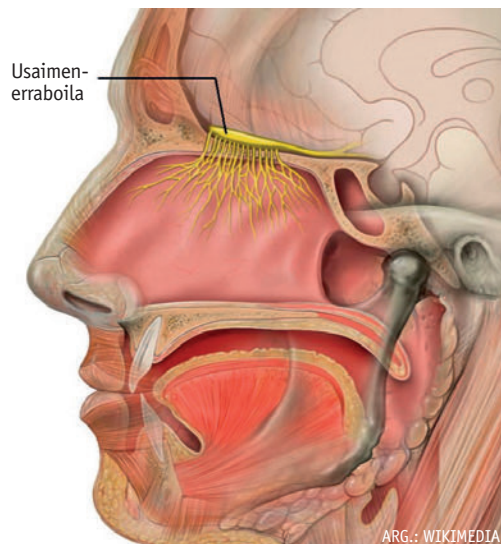
Ez da egia gizakiok usaimen eskasa dugunik

Ugaztun askoren aldean gizakiok usaimen eskasa dugula sinistuta gauden arren, mito bat besterik ez dela esan du John McGann neurozientzialariak [Science aldizkarian](#). Mito oker horren arduraduna Paul Broca garun-zirujau ospetsua dela adierazi du. Hark ikusi zuen, proportzioan, gizakietan beste animalietan baino eremu txikiagoa hartzen duela usaimenak garunean, eta hori usaimen eskasa izatearekin erlazionatu zuen. McGannen ustez, ordea, horrek ez du frogatzen usaimen okerragoa dugunik, usaimen-erraboiaren neurona-kopurua antzekoa baita.

McGannek uste du kulturalki sinistu izan dugula pertsona arrazionala izateko ezin dela usaimenaren menpeko izan. Baina gizakiok bilioi bat usain desberdintzeko gaitasuna dugu —beste ugaztunen pare—, eta usaimen-erraboila 5.600 glomerulutan

antolatua dugu, saguek baino askoz ere gehiagotan (1.800). Geneek, neurogenesiak eta beste zenbait faktorek usainekiko sentikortasunean izan dezaketen eragina aztertuta, aditzera eman du espezie bakoitza usain batzuekiko sentikorrak dela. “Txakurrak gizakiak baino hobeak izan daitezke gernerak bereizten, eta gizakiok ardoen usainak bereizten”.

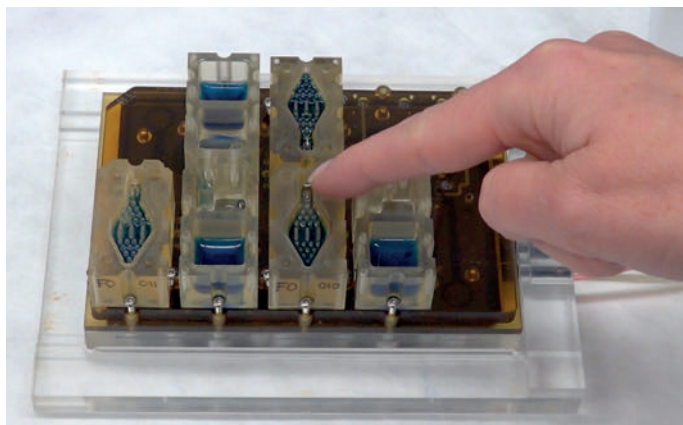
Gizakiongan oso garrantzitsua da usaimena, gure jokaeran eragiten baitu: inkonszienteki bada ere, eragin handia du besteek gu hautematen gaituzten moduan, besteekiko dugun harremanean, bikotea aukeratzeko dugunean, zer jango dugun aukeratzeko dugunean... Memorian indar handiz gordetzen zaigun ezaugarria da, eta usainek erraz ekartzen dizkigute gogor oroitzapenak eta emozioak.



ARG.: WIKIMEDIA

Are gehiago, McGannek dio zenbait ikerketak erakutsi duela usaimena galtzen hastea memoria-arazoaren hasieraren adierazle izan daitekeela —alzheimerra eta parkinsona kasu—, eta medikuek usaimenaren garrantziaz hausnartu beharko luketela. ●

Emakumeen ugalketa-aparatua eta hilekoaren zikloa kutxa batean



ARG. NORTHWESTERN MEDICINE

Hilekoaren zikloa erreproduzitzen duen miniaturazko ugalketa-aparatua bat aurkeztu dute Northwestern Unibertsitateko ikertzaileek. EVATAR izena jarri diote, eta espero dute baliagarria izatea emakumeen ugalketa-aparatuarekin lotutako asaldurak eta gaitzak ikertzeko eta tratamenduak probatzeko.

Kutxaren barruan, obarioak, umetokia, ume-tokiko lepoa, bagina eta Falopio-ren tronpak daude, elkar konektatuta. Hala, sistema bat osatzen dute, organismoan gertatzen den bezala. Gainera, gibelak ere gehitu diote, han metabolizatzen baitira boti-

kak, eta likido berezi batek egiten du odolaren funtzioa.

Hain zuzen ere, ikertzaileek azaldu dute odolaren ordezkari unibertsala garatzea izan dela zailena. Aldi berean, funtsezko elementua da, haren bidez joaten baitira organo batetik bestera hormonak eta gainerako substantziak.

Dena dela, ikerketa ez da amaitu, azken asmoa paziente bakoitzarentzat berariazko kutxak egitea baita. Horretarako, pazientearen zelula amak erabiliko dituzte; hala, aukera izango dute bakoitzari ondoen egokitzen zaion tratamendua aurkitzeko, orain arte baino modu seguruagoan eta merkeagoan.

Ikertu eta tratatuko dituzten gaitzen artean, berri, hauek aipatu dituzte: endometriosisa, fibromak, minbizia, ugalkortasun-arazoak... Eta, denborarekin, beste aparatuek ere egin nahi dituzte, organismo osoaren eredu izan arte. *Nature Communications* aldizkarian argitaratu dute [ikerketa osoa](#). ●

Dinosauroen eboluzioari buruzko hipotesi berri bat

Dinosauroen zuhaitz filogenetikoa berregituratu beharke litzakeela proposatu dute Cambridgeko Unibertsitateko eta Londresko Historia Naturalaren Museoko ikertzaileek, [Nature aldizkarian argitaratu duten lan batean](#).

Ia 130 urtez, bi talde handitan sailkatu dira dinosauroak: ornitiskioak eta sauriskioak. Hegaztien erako pelbisa izatea da ornitiskioak elkartzen dituen ezaugarria, eta hor daude, esaterako, *Iguanodon*, *Triceratops* eta *Stegosaurus* dinosauroak. Sauriskioek, berriz, narrastien erako pelbisa dute. Azken horien artean daude teropodoak —hankabiko haragijaleak, *Tyrannosaurus rex*, kasu—, eta sauropodoak —lauhanka-

ko belarjale erraldoiak, *Diplodocus*, kasu—.

Orain, dinosauroen ezaugarri anatomikoen berrazterketa sakon bat egin dute ikertzaileek, 457 ezaugarri kontuan hartuta. Eta ondorioztatu dute teropodoak eta ornitiskioak talde berean elkartu behar litzakeela (Ornithoscelida tal-

dean), 21 ezaugarri berdinekin baitituzte. Bestalde, sauriskioen taldean geldituko lirateke herrerasauroak sauropodoekin batera.

Teropodoak bezala, hankabiko haragijaleak dira herrerasauroak, eta badituzte antzeko ezaugarri batzuk haiekin; baina, ikertzaileen ustez, bakoitzak bere

aldetik garatutakoak dira ezaugarri horiek.

Dinosauro guztien arbasoak nolakoak ziren ere iradokitzen du eredu berri honek. Oso gai eztabaidatua izan da hori beti, baina azken urteetako ikerketen arabera hankabikoak eta txikiak ziren lehen dinosauroak. Bada, hipotesi

berri honek indartu egiten du ideia hori.

Dietari dagokionez berriz, omniboroak zirela ondorioztatu dute. Eta, azkenik, orain arte Gondwanan (hego hemisferioan) sortu zirela jotzen bazen ere, iradoki dute litekeena dela Laurasian (ipar hemisferioan) sortu izana, eta uste baino lehentxeago. ●



Abaraska-sits handiaren harrak polietilenoa jaten duela jakin dute

Zoriari esker jakin dute abaraskak suntsitzen dituen har batek polietilenoa jaten duela. Hain zuzen, etxeko erlauntzetan harrak zituela konturatu zen Espainiako Zientzia Ikerketen Kontseilu Nagusiko ikertzaile bat, Federica Bertocchini. Abaraska-sits handiaren harrak ziren (*Galleria mellonella*). Argizariz eta eztiz elikatzen direnez, kalte handia egiten dute, eta, beraz, kendu eta plastikozko zorro batean jarri zituen. Handik ordu batzuetara ohartu zen plastikoa zulatu eta ihes egin zutela.

Hortik abiatu zen, beraz, ikerketa. Cambridgeko Unibertsitatearekin batera aritu dira ikertzen, eta [frogatu dute](#) harrak oso eraginkorrak direla polietilenoa degradatzen. Adibidez, ehun har



Hamar harrek 30 minutuz degradatutako plastikoa. ARG.: CÉSAR HERNÁNDEZ/CSIC.

gai dira 92 mg polietileno degradatzeko 12 ordutan. “Oso azkar da hori”, nabarmendu du Bertocchinik.

Urtean, 80 milioi polietileno-tona ekoizten dira; esaterako, horrekin egiten dira plastikozko zorroak, eta oso zaila da degradatzen. Adibidez, zorro meheek ehun urte inguru behar izaten dituzte berez desagiteko. Degradazio kimikoan, berriz, likido oso korrosiboak erabiltzen dira, eta, hala ere, hila-beteak behar izaten dira. Bestalde, bakterioekin ere egin dira polietilenoa

degradatzeko probak, baina prozesua zeharo motela da.

Horrenbestez, *Galleria mellonella* irtenbide egokia izan daitekeelakoan daude ikertzaileak. Harrak berak ez ezik, ikusi dute kapuluak ere degradatzen duela polietilenoa, ukitze hutsarekin. Ikertzaileen esanean, litekeena da entzimaren baten bidez degradatzea. Hortaz, hurrengo helburua degradazio-mekanismoa argitzea da, balizko entzima identifikatzeko eta *in vitro* sortzeko, maila industrialean. ●

Sagu jaioberriei epe luzeko kalteak eragiten dizkiete antibiotikoek osasunean

Aldaketak ikusi dituzte hesteetako mikrobiotan, garuneko fisiologian eta portaera sozialean



ARG.: PIXABAY

Jaioberritan antibiotikoak hartzeak epe luzera ondorio kaltegarriak dituela ondorioztatu du ikerketa batek. Dagoeneko baziren kalte horien ebidentziak, batez ere dosi handitan erabilia, baina oraingoan, saguekin egindako ikerketa batek agerian utzi du dosi txikitan erabilia ere epe luzeko kalteak eragiten dituela osasunean.

Zehazki ikertu dute zer eragin duen penizilina hartzeak ernaldiaren azken fasean eta titia utzi arteko aldiaren, eta bietan parekoak direla ikusi dute: hesteetako mikrobiota eraldatzen du, erantzun immunea erregulatzen duten zitokinen kontzentrazioa handitzen du garunean, hesi hematentzefalikoaren iragazkortasuna aldatzen du, eta, azkenik, portaera

soziala murriztu eta jarrera jazarkorra areagotzen du. Bi sexuetan ikertu dute, eta berdin uzten ditu kalteak epe luzean. Ikerketaren egileek nabarmendu dute jada argi dagoela mikrobiotaren konposaketak garunaren funtzioak eraldatzen dituela, jarrera soziala barne. [Nature Communications aldizkarian argitaratu dute](#) ikerketa.

Bestetik, ikusi dute antibiotikoarekin batera probiotiko bat hartu dutenean (*Lactobacillus rhamnosus* bakterioa), alterazio horietako batzuk partzialki murrizten direla. Baina ikerketa gehiago behar direla aipatu dute, antibiotikoak jaioberriei erabiltzeak geroko desoreka neuropsikiatrikoetan duten eragina murrizteko balio ote lezakeen frogatzeko. ●

Kannabinoideek sagu heldu eta zaharren ikasteko gaitasuna eta memoria hobetzen dute

Kannabinoideek sagu heldu eta zaharren ikasteko gaitasuna eta memoria hobetzen dutela ondorioztatu dute [Nature Medicine aldizkarian argitaratu duten lan batean](#). Emaitzek iradokitzen dute THC kannabinoidea (marihuanaren osagai psikoaktibo nagusia) dosi txikian hartzeak lagun dezakeela zahartzearekin lotutako galera kognitiboari aurre egiten. Dena den, ikertzaileek ohartarazi dute oraindik ezin dela jakin beste espezieetan ere izango duen saguetan ikusitako efektua.

Orohar, kannabinoideak kalte kognitiboekin lotzen badira ere, ez dago argi garuna zahartu ahala nolakoa den eragin hori. Izan ere, beste ikerketa batzuetan ikusi da adinarekin gutxitu egiten dela garuneko endokannabinoideen sistemaren jarduera.

Sagu gazteetan, helduetan eta zaharretan THCren dosi txikiko tratamendu jarraituak zer eragin duen aztertu dute

orain ikertzaileek. Eta ikusi dute sagu gazteetan memoriari eta ikasteko gaitasunari kalte egiten diela, eta, helduetan eta zaharretan, berriz, hobetu. Gainera, frogatu dute hobekuntza hori lotuta da-

goela garuneko eremu batean gene-espresioa areagotzearekin. Hain zuzen ere, THCekin tratatutako sagu helduen eta zaharren gene-espresioa sagu gazteen mailakoa izan zen. ●



uztaro

Giza eta Gizarte-zientzien Aldizkaria

2017 · 100

HARPIDETU ZAITEZ!

www.uztaro.eus

Litekeena da birus batek eragitea gaixotasun zeliakoa garatzea

Gaixotasun zeliakoak oinarri genetikoa du, baina gene jakin batzuk izateak ez du esan nahi gaixotasuna garatuko denik: aldaera genetiko horiek dituztenen % 3-4k bakarrik garatzen dute gaixotasuna. Bada, [Science aldizkarian argitaratutako ikerketa batek](#) erakutsi du infekzio biriko bat izan daitekeela gaixotasuna gararazten duen faktoreetako bat.

Itxuraz asintomatikoa den reobirus bat da, gure heste meharra kalterik eragin gabe infektatzen duena. Baina, azken ikerketa honen arabera, gaixotasun zeliakoa izateko joera genetikoa duten pertsonengan bestelakoa da eragina: elikagaiekiko tolerantzia immunologikoa aldatu egiten du.

Izan ere, gorputzak elikagaien antigenoekiko tolerantzia izaten du; alegia, ez du haiekiko eraso immunologikorik sortzen. Baina gaixotasun zeliakoaren kasuan tolerantzia hori galdu egiten da, eta glutenaren aurrean erantzun immunea eragiten du. Ikerketa berriaren arabera, birusak izan daitezke glutenarekiko tolerantzia immunologiko hori galarazten dutenak: hesteetako mukosako geneen espresioa aldatzen dute eta elikagaien



antigenoekiko tolerantzia galtzen da. Ondorioz, immunitate-sistemako zelulak martxan jartzen dira eta hesteetako hantura gertatzen da.

Aurretik bazeuden ebidentzia epidemiologikoak adierazten zutenak harremana izan zitekeela birusen eta gaixotasun zeliakoaren artean, baina orain arte ez da egon harreman horren ebidentzia esperimentalik. Edozein modutan, ikerketa saguetan egin dute, hortaz, aztertu beharko da gizakietan eragin bera duen.

[Ainara Castellanos Rubio](#) gaixotasun zeliakoa ikertzen duen EHUKo genetikaria

da, eta ikerketaren garrantziaz galdetzean azpimarratu du oraingoz saguekin egindakoa dela. “Badirudi reobirusek zerikusia badutela, baina reobirusaz gain beste faktore batzuk behar dira gaixotasuna garatzeko. Ez da faktore bakarra, azken finean gaixotasun konplexuez ari gara, eta haiei buruzko informazio gehiago behar dugu”.

Castellanosek adierazi du zeliakiaren aurrean estrategia berriak ekar ditzakeela ikerketa honek: “aukera bat litzateke txerto bat garatzea, gaixotasunaren garapena ekiditeko.

Adibidez, zeliakoen anai-arrebak diren haurrentzat, genetikoki arriskua badute, birusaren infekzioa ekiditeko txerto bat gara liteke gerora gaixotasuna garatzeko arriskua txikitzeko. Baina ezin go da garatu zeliakiaren aurkako txerto bat; hau da, txertoak birusaren aurka egin arren, ez du esan nahi gaixotasuna sendatuko duenik”.

Balizko txerto batek ekar litzakeen onuraz haratago, eta alergia alimentarioak eta gaitz autoimmuneak gero eta ohikoagoak direla kontuan hartuta, ikerketa berriak gaitz-mota horien ikuspegi zabalagoa izateko balioko du. ●

Lurraren hasierako lurrazalaren arrastoak aurkitu dituzte Kanadan

Lau mila eta berrehun milioi urtetik gorako lurrazalaren osagaiak aurkitu dituzte Kanadan. Ikerketaren emaitzek iradokitzen dutenaren arabera, Lurraren lehen ehunka milioika urtetan sortutako lurrazalaren arrastoak lirakeke.

Lurraren jarduera geologikoaren ondorioz, sortzen den lurrazal ia guztia mantura bueltatzen da berriz. Baina badira salbuespenak, eta ezagutzen dira 4.000 mi-

lioio urteko lurrazal-zati gutxi batzuk. Bestalde, mantutik pasa arren desegin gabe iraun eta arroka berrietan agertzen diren zirkoi-kristalak are zaharragoak izan daitezke.

Oraingoan, Aintzira Handien iparraldeko eremu bat aztertu dute ikertzaileek. Gehienbat 2.700 milioi urteko granitoz osatua dago eremu hori, baina, granito horren osaeratik, ondorioztatu dute beste arroka



Hudson badiaren ekialdean, Quebecoko iparraldean, dagoen 2.700 milioi urteko lurrazala 4.200 milioi urte baino zaharragoak ziren arroketatik abiatuta sortu zen. ARG.: ALEXANDRE JEAN.

zaharrago batzuetatik abiatuta sortu behar izan zutela arroka horiek. Prozesu horrek beharko zukeen denbora kontuan hartuta, eta laginetako samario- eta

neodimio-isotopoak neurtuta, kalkulatu dute 4.200 milioi urtetik gorako lurrazala dagoela 2.700 milioikoarekin nahastuta. [Science aldizkarian argitaratu dute lana.](#) ●

DNA datuak gordetzeko aproposa dela frogatu dute, film bat DNA bihurtuta

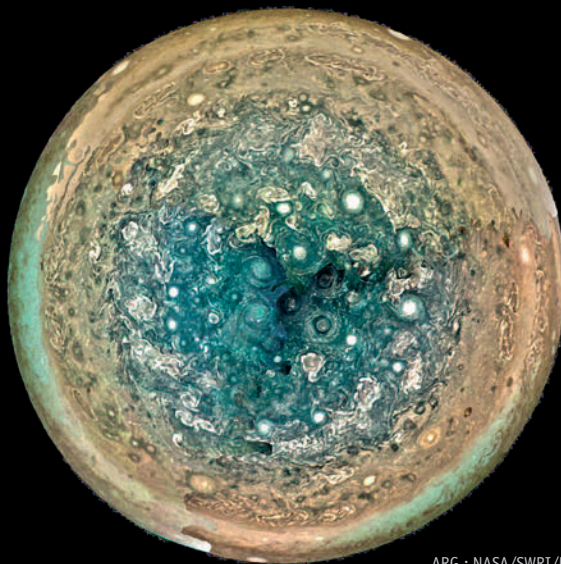
Lumière anaiei *L'arrivée d'un train à La Ciotat* filma (1895) DNA bihurtu dute Columbia Unibertsitatean. Horretarako, kode bitarrean 0 eta 1en bidez adierazitako informazioa DNAren base nitrogenatueta (A, C, G, T) itzultzen duen algoritmo bat sortu dute.

Filmaren kode bitarra kode genetikora itzuli dute, hura sintetizatuz laborategi batera bidali (Twist Bioscience, San Frantzisko, Kalifornia), han DNA bihurtu, eta gero berriz atzera Columbian jaso, eta deskodetuta, filma ikustea lortu dute, batere akatsik gabe.

Lehen ere, egin dira antzeko probak, baina akatsak ematen zituzten eta mugatuak ziren. [Science aldizkarian azaldu dutenez](#), ordea, haiek garatutako metodoa erabat fidagarria da eta orain artekoek baino informazio gehiago gordetzeko aukera ematen du. Prozesua garestia dela aitortu duten arren, denborarekin merketu eta eskuragarria izango dela espero dute. ●

Jupiterren hego-poloa argitara

Juno zundak Jupiterren argazki berriak bidali ditu. NASAk [edonoren eskura jarri ditu](#), nahi bezala erabili eta eraldatzeko. Eraitza interesgarriak atera dira hor-tik; esaterako, Gervasio Robles-ek egindako hau: Jupiterren hego-poloaren ikus-pegia da, planetaren inguruan hiru hegalditan egindako argazkiekin osatua. ●



ARG.: NASA/SWRI/MSSS/GERVASIO ROBLES



Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

SOZIOLINGUISTIKA KLUSTERRA

Martin Ugalde K.P.

20140 - ANDOAIN

kluster@soziolinguistika.eus

bat.aldikaria@soziolinguistika.eus

<http://www.soziolinguistika.eus/bat>

BAT 102

**IX. HAUSNARTU
EUSKAL SOZIOLINGUISTIKA
SARIAK**

1. SARIA

Mario Zapata Migratzaileen harrera, gutxiagotutako hizkuntzen testuinguruan. Administrazioz kanpoko harrera-eragileak eta hizkuntzen trataera, euskararen eremu geolinguistikoan

2. SARIA

Txerra Rodriguez
Mihigintza ehuntzen Basaurin

3. SARIA

Irati Lizeaga Elizalde

Euskara, galiziera eta Irlandararen hiztun berrien hizkuntza-identitatea

> MUNDUKO SOZIOLINGUISTIKAREN
LEIHOA

Iris Campos

Hurbilketa aragoieraren egoerara
Lehen Hezkuntzan eta
Haur Hezkuntzan 20 urtez irakatsi
ostean. Familien jarrerak

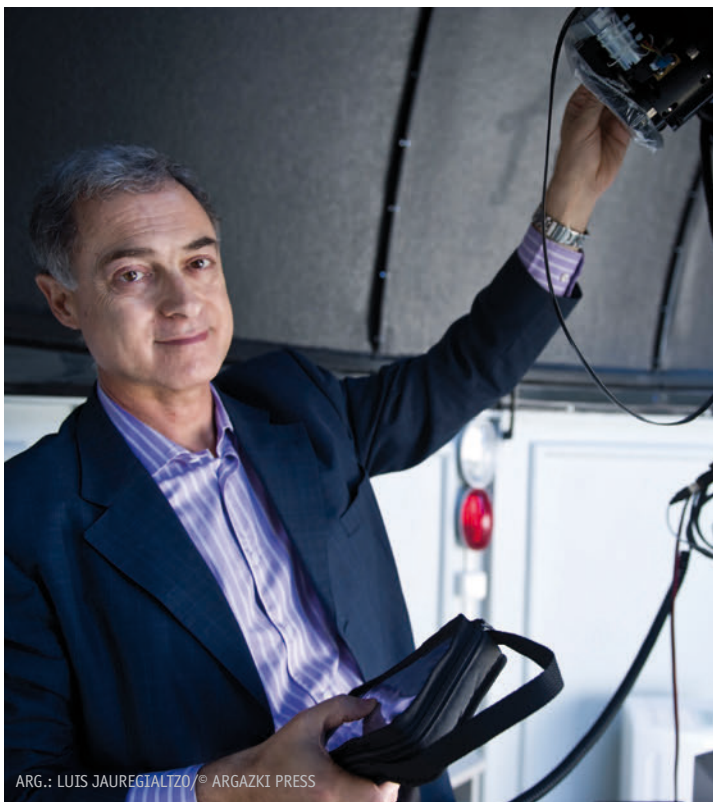
David Crystal

Hizkuntzen eta hizkuntza etheen mundua

> KRONIKA

Beñat Garaio Mendizabal

Hizkuntzak eta gatazkak, testuinguru
anitzetako hizkuntza eta
identitate politikak (Londres, 2016/05/20)



ARG.: LUIS JAUREGIALIZO / ARGAZKI PRESS

Agustín Sánchez Lavega astrofisikariak jasoko du Euskadi Ikerkuntza Saria

[Agustín Sánchez Lavega](#) astrofisikariarentzat da 2016ko Euskadi Ikerkuntza Saria. Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza Sailak ematen du sari hori, eta adierazi dute Sánchez Lavega aitzindari izan dela EAEko espazio-zientzien arloan astronomia eta astrofisika txertatzen: Zientzia Planetarioen Taldea sortu zuen, baita Bilboko Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoko Espazio Gela eta Behatoki Astronomikoa.

Ikerketan, eremu esperimentalean zein teorikoan aritu da. Besteak beste, Jupiter, Saturno eta honen satelite Titanen atmosferetako ekaitz-ereduak garatu ditu, [Artizarra](#), Jupiter eta [Saturnoko haizeen ereduak](#), baita planeta erraldoietako antizikloi eta zikloi erraldoien izaerari buruzkoak ere.

Oinarritzko zientzian egin duen ikerketaz gain, Sánchez Lavega irakasleak astronomia-instrumentazioaren garapen teknologikoan ere badihardu, EHUren PlanetCam proiektuan. Teknologia espazialaren eremuan, Europako Espazio Agentziaren zenbait proiektutan parte hartu du, hala nola, Venus Express misioaren VIRTIS proiektuan, eta JUICE misio espazialaren MAGIS proiektuan. Halaber, Marte planetarako NASAren [Mars 2020](#) misioan MEDA instrumentuaren iker-tzaile-kide eta koordinatzaile zientifiko izendatua izan da. ●

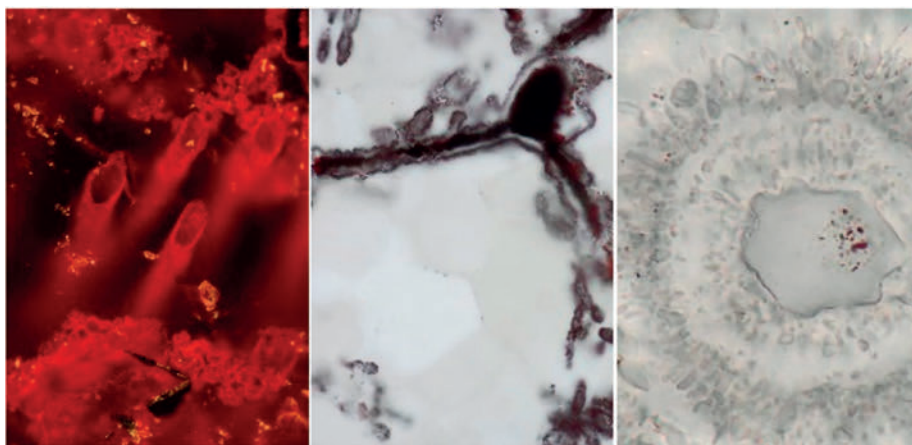
Biziaren arrasto zaharrenetakoak aurkitu dituzte iturri hidrotermal izandako arroka batzuetan

Gutxienez 3.770 milioi urteko mikroorganismoen arrasto fosilak aurkitu dituzte, itsas hondoko iturri hidrotermal izandako arroketan. Ezagutzen diren biziaren arrastorik zaharrenetakoak lirakeke. [Nature aldizkarian eman dute aurkikuntzaren berri](#).

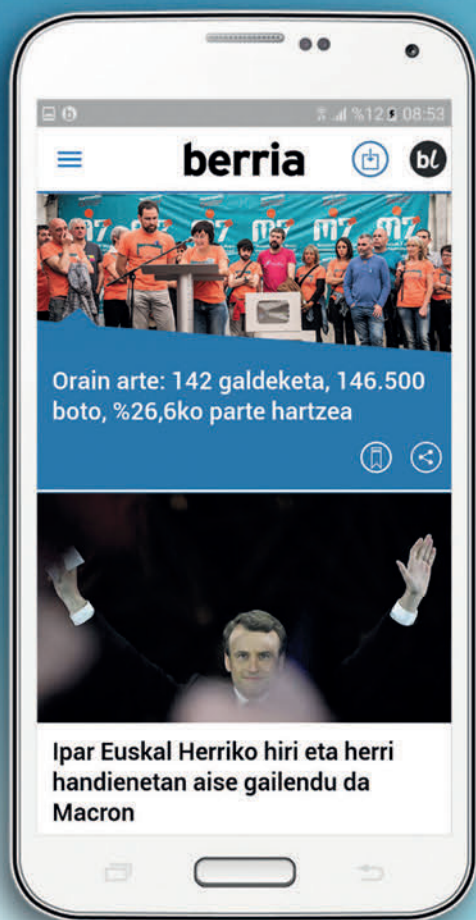
Kanadako ipar-ekialdean dagoen Nuvvuagittuq gerrikoa izeneko arroketan aurkitu dituzte arrastoak. Aurretik egindako datazioen arabera, 3.770 eta 4.290 urte artean dituzte arroka horiek, eta garai hartan itsas hondoko iturri hidrotermalak zirela jotzen da. Orain, arroka horietan hodiak eta harizpi-formako egiturak aurkitu dituzte, itsas hondoko iturri hidrotermaletan bizi ohi diren mikroorganismoek sortzen dituzten egituren antzekoak. Horrez gain, jarduera biologikoaren beste adierazle batzuk ere aurkitu dituzte; burdin-oxidozko granuluak eta karbonatozko errosetak, esaterako.

Duela hilabete batzuk izan genuen [Groenlandian aurkitutako 3.700 milioi urteko estromatolitoen](#) berri. Itsasertzeko sakonera gutxiko uretan bizi ziren mikroorganismoek utzitako aztarnak ziren haiek. Bi aurkikuntza hauek

iradokitzen dute garai hartarako biziaren anitza zela, eta itsasoan ongi hedatua zegoela, itsasertzeko sakonera gutxiko uretatik itsas hondoko tximinia hidrotermalek. ●

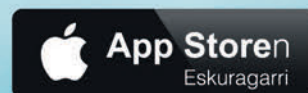


Kanadako Nuvvuagittuq gerrikoan aurkitutako arrasto fosilak. Ezkerretik eskuinera, mikrohodiak, harizpiak, eta karbonatozko erroseta. ARG.: MATTHEW DODD.



berriaren app-a
beti eta edonon,
harian

Osoa • modernoa • bizia



App-ean ere,
berria laguna gehiago da

berria.eus/berriaaplikazioa

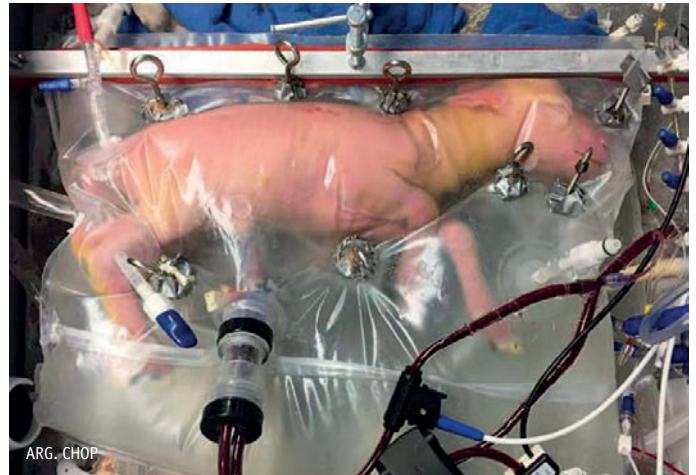
Umetoki artifizial bat sortu dute fetoaren garapena osatzeko

Filadelfiako Haur Ospitaleko ikertzaileek umetoki artifizial bat sortu dute, benetako umetoki baten baldintzak imitatzen dituen. Poltsa itxi bat da, likido amniotikoaren antza duen fluido batez betea, eta kumea oxigenoz eta elikagaiez hornitzeko sistema bat duena. Dagoeneko arkume oso goiztiarrekin probatu dute (23-24 asteko haur goiztiarren parekoak), eta 28 egunez han bizitzea lortu dute. Ikertzaileek adierazi dute arkumeen organoek modu egokian garatzen jarraitu dutela han, baita birikek eta garunak ere.

Haur goiztiarren kasuan, bizirik irautea lortzen da gero eta gehiagotan, baita haurdunaldiaren 22-23 asteetan jaiota ere —600 gramo eskasekin—, baina organoen garapena hain kritikoa izanik adin horretan (batez ere birikena eta garunarena), jaiotakoan biriketako gaixotasun

kronikoak eta bestelako konplikazioak pairatzen dituzte maiz. Izan ere, inkubagailuetan airea arnastu behar izaten dute haurrek, oraindik beren birikak prest ez daudenean. Sistema berriak umetokiaren antza handiagoa izan nahi du; likidoan murgilduta egongo litzateke haurra. Hala, hilabetez atzeratuko litzateke airea arnasteko une hori, eta kalte larrienen muga gaindituko litzateke. Oraingoan, ordea, arkumeei baino ez dute probatu.

Urte asko daramate umetoki artifizial bat lortu nahian, eta orain arte emaitzak eskasak izan dira. Garatu duten umetoki artifizial honetan, zilborreste sintetiko baten bidez iristen zaio odola arkumeari. Baina ez du odol-zirkulazioa ponpatzeko sistemarik, arkumeen bihotzak oraindik ez bailuke jasango kanpo zirkulazio-sistema bat. Arkumea bera da, bere biho-



tzaren bidez, behar dituen osagaiak hartzen dituen. Orain arte egindako saiakeretan, ponpatze-sistemarik gabe, kalteak izaten zituzten arkumeei garunean, eta ez zuten bizirik irauten 60 ordu baino gehiago. Oraingoan, ordea, ia hilabetez iraun dute onik.

Bestetik, bentilazio-sistemarik ere ez du umetoki artifizialak, arkumeen birikek ezin baitute airea arnastu. Umetokian bezala, hemen ere likido amniotikoaren antza duen fluido horretan murgilduta dago arkumea,

eta hor trukutzen dituzte oxigenoa eta karbono-dioxidoa haren birikek.

Ikertzaileen ustez, aurrerapen handia izan da umetoki artifizial hori garatzea, baina gizakietan erabili ahal izatek urruti daudela aitortu dute. Horretarako, gizakion likido amniotikoaren antzeko fluidoa garatu beharko litzateke, eta sistema zilborrestearekin lotzea arkumeetan baino zailagoa izan daitekeela adierazi dute. Ikerketa [Nature Communications](#) aldizkarian argitaratu dute. ●

Lurpeko urekin ekoiztutako elikagaiak kontsumitzen ditu munduaren gehiengoak



Berriztatzen ez diren lurpeko urekin ekoiztutako elikagaiak kontsumitzen ditu munduko populazioaren gehiengoak. Ondorio hori atera dute elikagaien nazioarteko merkataritzak lurpeko uretan duen inpaktua neurtzeko egin duten azterketa batean. [Nature aldizkarian argitaratu dute lana.](#)

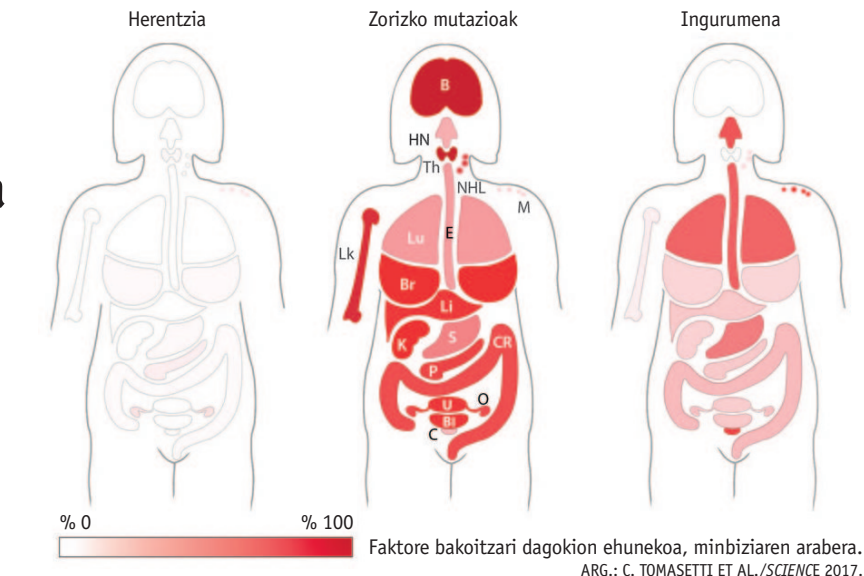
Lurpeko uren % 70 inguru nekazaritzarako erabiltzen da gaur egun, eta, ondorioz, akuiferoen ur-maila asko ari da jaisten, batez ere, eremu idorretan. Gainera, akuifero horietako askotan ura ez da berritzen, eta agortzeko bidean daude. Horrek, ingurumenean dituen eraginez gain, arriskuan jartzen du elikagaien ekoizpenaren iraunkortasuna ere.

Kalkuluen arabera, 2000tik 2010era erabilitako lurpeko ur ez-berriztagarrien % 11 esportatutako elikagaiak ekoizteko erabili zen. Eta ur horren bi herenak hiru herrialdek egindako esportazioetan joan ziren: Pakistan % 29, AEB % 27, eta India % 12. Batez ere, garia eta arroza ekoizteko erabili zuten ura herrialde horiek. ●

DNA kopia-tzean gertatzen diren zorizko akatsak dira minbizi-iturri nagusia

Orain arte uste izan da minbiziak bi eragile nagusi zituela: norberak ekar lezakeen herentzia eta ingurumena. Baina, 32 minbizi-motaren datu epidemiologikoak eta genomaren sekuentzia aztertuta, ikusi dute minbizien ia bi herenetan zelula osasuntsuetan DNA erreplikatzeko gertatzen diren zorizko akatsak direla azaltzen diren mutazioak. Irudian ikus daiteke minbizi-mota bakoitzean hiru faktoreetatik zein nabarmen den.

Minbiziaren ikuspegi berri horrek minbiziari aurre egiteko estrategia aldatzea eskatuko du. Orain arte prebentzioan egin da indar handia, baina zorizko aldaketan ondorio diren minbizien kasuan detekzio goiztiarra izan daiteke aukera bakarra; detekzio goiztiarra eta ebakuntzaz kentzea, behar den kasue-



tan. Horrek ez du esan nahi prebentzioa alde batera utzi behar denik, noski; zorizko aldaketak mutazioen ehuneko txiki bat besterik ez diren minbizietan prebentzioak jarraituko du izaten estrategiari eraginkorra. Haietan, inguru-

mena eta bizi-ohiturak zaintzea oinarritzkoa izango da. Kasuan kasu, beraz, estrategia bat edo beste lehenetsi beharko da. Science aldizkariak argitaratu du [ikerketa](#).

etorkizuna.eus

±18 Presta Ezazu Zure Etorkizuna
aldizkariaren web orrialdea

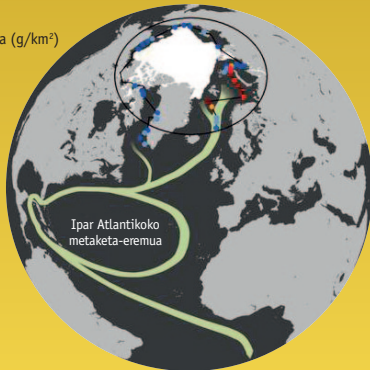


Hezkuntza
Gazteria
Giza Eskubideak
Eta askoz gehiago...

Ipar Atlantikoko plastikoen kontzentrazioa Artikoan amaitzen dute

Plastikoen kontzentrazioa (g/km³)

- 0 - 5
- 5 - 20
- 20 - 60
- 60 - 100
- 100 - 500



Laginak jaso dituzten puntuak, zirkulazio termohialino eta plastikoen kontzentrazioa erakusten dituen irudia. ARG.: ANDRÉS CÓZAR.

Europako eta Estatu Batuetako Atlantikoko kostetan itsasora botatzen diren plastikoen kontzentrazioa Artikoan amaitzen dutela erakutsi du egin berri dute ikerketa batek; bereziki, Barents eta Groenlandiako itsasoetan.

Cadizko Unibertsitateko ikertzaileek zuzendu dute ikerketa, eta tartean AZTIkoak ere aritu dira. [Sciences Advances aldizkarian argitaratu dute lana](#), eta emaitza ezustekoa izan da. Hain zuzen ere, zientzialariek ondo ezagutzen dituzte [plastikoen pilaketak](#) ozeano subtropikaletan: lasterren biraketetan, kostan botatako plastikoen biltzen dira, eta, denborarekin, desegiten eta hondoratzen joaten dira. Artikoan, ordea, ez zuten uste halakorik egongo zenik, inguruko kostetan ez baitago populaziorik. Alabaina, orain egindako ikerketan frogatu dute, Ozeano Artikoaren azalaren % 37 garbi dagoen arren, badaudela poluitutako eremuak. Hala, Barents eta Groenlandiako iparraldean eta ekialdean neurtu dituzte plastiko-kontzentrazio handienak.

Ikusi dute Ipar Atlantikoko kostatik iristen direla hara; hau da, Estatu Batuetako ekialdetik eta Europako Atlantikoko kostatik. Azaldu dutenez, zirkulazio termohialinoak tropikoetako ur beroa eramaten du iparraldera, eta harekin batera garraiatzen du plastikoa. Artikora iritsitakoan, ura hoztu eta hondoratu egiten da, eta berriro hasten du tropikorako bidea. Plastikoa, berriz, ur azalean geratzen da. Ikertzaileen ustez, Artikoko eremu horien hondoa plastikoen hobi bilakatzen ari da. ●

Albo-ondoriorik gabeko analgesiko opioidea garatu dute

Berlineko zientzialari batzuek mina tratatzeko botika eraginkorra eta albo-ondoriorik gabeko sintetizatzea lortu dute. Analgesiko berria opioidea da, baina ez ditu eragiten morfina eta beste opioideek izaten dituzten albo-ondorioak: goragalea, apnea, ultzerak, hemorragiak, menpekotasuna eta abar.

Morfina gorputz osoan eragiten du; NFEPP izeneko analgesiko berriak, ordea, hantura-guneetan bakarrik. Izan ere, baldintza azidoetan lotzen zaie zeluletako hartzaileei, eta ehunetako ohiko pHa neutroa izanik, hantura dagoen tokietan bakarrik egoten da halako azidotasuna.



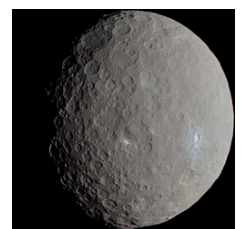
Animaliekin egindako entsegu klinikoetan ikusi dute ehun osasuntsuek ez dutela erreakzionatzen analgesikoaren aurrean. Ondorioz, ez du gorputz osoa loguratzen, ezta menpekotasunik sortzen ere. *Science* aldizkariak eman du ikerketaren berri. ●

Ceres asteroidean konposatu organiko alifatikoak hauteman dituzte

NASAREN Dawn zundak konposatu organiko alifatikoak detektatu ditu Ceres asteroidearen azalean. Aurkikuntza horrek indartu egingo luke Lurrean bizia loratzeko behar izan ziren ura eta karbonodun konposatuak kometetatik eta asteroideetatik etorriak liratekeela dioen hipotesia.

Marte eta Jupiter artean kokatuta dagoen asteroideen gerrikoko objekturik handiena da Ceres. Haren gainazala

aztertzen ari zirela, ikertzaileek absortzioa hauteman zuten materia organiko alifatikoaren zenbait osagai dagoen uhin luzeretan, ikusgai-infragorri espektrometria bidez. Ikertzaileen arabera, gainera, material organiko hori asteroidean bertan sortu zen; izan ere, kanpotik iritsia balitz, beste asteroide horrek Ceresen kontra jotzean sortutako beroak deuseztatu egingo bailitu. [Science aldizkarian argitaratu da ikerketa](#). ●



Ceres asteroidea. ARG.: NASA/JPL-CALTECH/UCLA/ MPS/DLR/IDA

Albiste gehiago
webgunean



LOREA ARGARATE ZUBIA

Telekomunikazio-ingeniarria

“Zortea bilatu eta zaindu duen neska naiz”

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

Batek baino gehiagok “Las Tea Party DJs” bikotearen kideetako bat delako ezagutuko du Lorea Argarate Zubia, eta ez du susmatu ere egingo zientzialaria denik, baina, hark dioenez, betidanik gustatu izan zaio zientzia. Gurasoak ere zientzia-zaleak omen dira; horren erakusgarri, etxean beti izan dute Elhuyar aldizkaria.

Hala ere, ezin du ezkutatu musikarekiko grina: “Musika-mota pila bat gustatzen zaizkit, eta talde askotan eta jende desberdin askorekin jo dut”. Hala, unibertsitate-mailako ikasketak aukeratzeko garaia iritsi zitzaionean, Fisikaren alde egin zuen. “Musikaren alderdi fisikoa ezagutu nahi nuen, uhinak eta hori dena. Fisika ikasita, dena jakingo nuela pentsatzen nuen”. Alabaina, laugarren urtean utzi egin zuen Fisikako karrera. “Nik gauzak egiteko ikasi nahi nuen Fisika, ez Fisikaz hitz egiteko, eta han ez genuen ezer egiten”.

Aldi berean, musika elektronikoarekin hasi zen: “Ni klarinete-jotzailea naiz, eta nire ametsa klarineteak egitea zen. Baina hori oso garestia da. Orduan musika elektronikoa deskubritu nuen, eta oso merkea eta erraza dela ikusi nuen, neuk egiteko modukoa”. Horrela ezagutu zuen zer zen elektronika eta zer ingeniari-tza, eta Deustuko Unibertsitatean beretzako moduko ingeniari-tza bat zutela ikusi zuen.

Ikasgaiak ez ezik, irakasleak ere gustuko izan zituen, bereziki bat: Mari Luz Guenaga Gómez. “Lehenengo mailatik izan dut ondoan, eta beti lagundu dit aurrera eramaten nire nahiak. Berrez, hasieran hardwarean jarria nuen arreta, baina hari esker deskubritu nuen programatzeak ematen dituen aukerak. Nahi nuen egin nezakeen!”

MARRA PARALELOAK BATU ZIRENEKOA

Lau urte igarota, gradu-amaierako proiektua egin behar zuen, eta hor batu zitzaizkion bere hiru pasioak: zientzia, musika eta hezkuntza. “Ordura arte, marra paraleloak ziren: beti zeuden oso hurbil, baina ez ziren elkartzen. Agian, perpendikularrean jartzen ziren, eta orduan gurutzatzen ziren, baina une horretan bakarrik. Gradu-amaierako proiektuan, bat egin zuten”.

Hain zuzen ere, musikaren bidez haurrei programazioa irakasteko jostailu bat garatu zuen, “Beatkids”. Kode irekian egin zuen, eta planoak eta material guztia eskuragarri jarri zituen; beraz, munduko edozein txokotan edonork egin dezake bere kabuz. Horrek erabat gogobete omen zuen, eta geroztik Deustuko Unibertsitatean jarraitzen du, Learning Lab laborategian, ikerketa-laguntzaile lanetan.

Aldi berean, Deustuko Unibertsitatea eta Elhuyarren artean sortutako INSPIRA ekimenean parte hartzen ari da. Ekimenaren helburua neskengan bokazio zientifiko eta teknologikoak sustatzea da, eta, horretarako, inspirazio-iturri edo eredu izan daitezkeen emakume profesionalen esperientzia jasotzen dute, lehen eskutik. “Esperientzia oso aberasgarria izan da niretzat; beste lan batzuekin alderatuta, oso pertsonala izan da, eta asko jaso dut”.

Bukatzeko, norberaren jarrerak eta inguruak duten eragina nabarmendu nahi izan ditu: “Egun onak ez datoz bakarrik, egun onak “egin” egin behar dira eta gauzak egiteko ingurune oso ona eta proaktiboa izan dut. Zortea bilatu eta zaindu duen neska naiz”. ●

Lorea Argarate Zubia Bilbon jaioa da, 1990ean. Fisikako ikasketak egin zituen Euskal Herriko Unibertsitatean, laugarren mailara arte, eta, gero, Telekomunikazio Teknologien Ingeniaritzako Gradua egin zuen, Deustuko Unibertsitatean. Han egin zituen Industria Antolaketako Ingeniaritzako Unibertsitate Masterra, Big Data eta BI programa berria ere, eta bertan jarraitzen du, Learning Lab laborategian, ikerketa-laguntzaile lanetan.

UPV/EHU Kultura Zientifikoko Katedrarekin lankidetzan egindako atala.



Kultura
Zientifikoko Katedra
Cátedra
Cultura Científica



ARG.: GADOR SALIS



MARTA MACHO STADLER

Matematikaria

ARGAZKIAK: MARISOL RAMIREZ/© ARGAZKI PRESS

AITZIBER AGIRRE RUIZ DE ARKAUTE
Elhuyar Zientzia

“Gizarteak asko miretsi
izan ditu zientzialariak, eta haur
mimatuen modura jokatzeko dute”

Marta Macho matematikaria da, foliazioen teoria geometrikoan eta geometria ez-konmutatiboan espezializatua. Ikerketa-lanetatik harago, EHUKo Kultura Zientifikoko Katedraren “Mujeres con Ciencia” espazio digitaleko editore ere bada. Emakume zientzialariak ikusgai bihurtzeko egin duen lan eskerga aitortzeko hainbat sari jaso ditu; tartean, Berdintasunerako Emakunde Saria, apirilean bertan. Martarekin argitu nahi izan dugu nola egiten duten emakumeek zientzia, eta zientzia-sistemak, egun dagoen bezala, baldintzatzen ote duen emakumeen parte-hartzea.

Hasteko, bi galdera batean: zeri egin behar izan diozu uko zientzian emakume izateagatik? Eta zeri egin diozu uko emakume gisa zientzialari izateagatik?

Bueno, zientzian batez ere talde-buru izateari egin diot uko. Nik maiz zuzendu ditut tesiak beste zientzialari batzuekin elkarlanean, baina beti egon da uneren bat non, beste zuzendaria eta ni ez baginen ados jartzen, nik eman dudan amore, gatazkarik egon ez dadin. Eta, halakoetan, gizonezkoak izan ditut beti parean. Hortaz, nire ikasleen estiloan eragin handiagoa izan du zuzen-dari gizonezkoak emakumezkoak baino.

Eta emakume gisa... zaila da erantzuten, zeren nik ez dut bikoterik, baina ez dut uste zientzialari izateagatik izango denik. Agian, bizitza azkarregia izan dut une batzuetan, hori bai. Zientzian lan egiten duzunean, badira garai oso intentso eta berezi batzuk, gorputza eta arima ematea eskatzen dutenak.

Zer galtzen du zientziak emakumeak gizonezkoen maila berean ez integratzeagatik?

Ikuspegi desberdin bat galtzen du. Nire ustez, emakumeok sormen handia dugu, baina baita segurtasun-gabezia handia ere. Eta horizontalean lan egiten dugunean, edo bertikalean —gizonezkoak gainetik ditugula, noski—, oso zaila zaigu gure ikuspegia ezartzea. Ondorioz, ikuspegi hori galdu egiten da. Emakume lider gutxi dago zientzian, eta haietako asko gizonezko liderren fotokopia besterik ez dira, seguruenik haraino iristeko gizonezkoen egiteko moduaz ederki busti behar izan dutelako.

Aurrekoan, fisika teorikoan tesia egiten ari den neska gazte batek aipatzen zuen gizonezkoen artean lan egiten duenean, taldean, sarri lankideek ez dutela entzun ere egiten. Ahots oso goxoa du, eta eztabaida berotzen hasten den heinean, ez dute entzun ere egiten. Ez diotenez entzuten, neskak isiltzea erabaki dezake. Eta isiltzea erabakitzen badu, litekeena da zuzendariak esatea: “honek ez duenez hitz egiten, ez du hitz egiteko trebetasunik; hortaz, joan dadila mutila kongresura, grinaz hitz egiten du eta”. Askotan, beren burua gehien nabarmentzen dutenak joaten dira.

Eta zer galtzen dute emakumeek zientzian gizonen mailan parte ez hartzeagatik?

Bada, lanbide liluragarri bat ari dira galtzen. Zientzian lan egiten hastea gogorra da. Zientziak hainbeste aurreratu duen garai hauetan, behartuta zaude ekarpen berriak egitera, baina, zerbait berria aurkitzen duzunean, izugarri asetzen zaitu zientziak.

Gizarteari ekarpenak egiteko aukera ere galtzen ari dira, ezin baitugu ahaztu zientziaren ekarpenei esker dugula osasun hobea, urte gehiagoz bizi garela, bizikalitate hobea dugula... Eta “nik aurrerapenari ekarpena egin diot” esaten duzunean sentitzen den barne-poztasuna galtzen ari dira. Ez da zilegi beti bigarren mailako pertsonaia izatea.

“Laneko harremanak oso zailak dira zientzian, bere burua apartekotzat duen jende asko baitago”

Zaila da emakumeentzat zientziara iristea, baina, behin iritsitakoan, nabari al da emakumeen ukitua? Ausartzen al gara beste modu batean egiten zientzia?

Ez dakit, oso zaila da haizearen kontra joatea. Talde batean zaudenean, berrikuntzak egin nahi badituzu, agian norbaitek zaplada bat emango dizu bizkarrean, eta esango dizu: “begira, neska, utzi tontakeriak eta has zaitez lanean!”.

Nik uste aldea gehiago nabari dela lan egiteko moduan zientzia egiteko moduan baino. Azken finean, zientzia maskulintik edan dugu denok. Nik ez dut matematika egiteko modu desberdin bat, lankide gizonezkoekin alderatuta. Baina nabari da lan egiteko moduan. Ni, esaterako, matematikaren alor oso maskulinizatu batean nabil, geometria eta topologian. Frantzian egin nuen tesia, eta han, formak bortitzak ere badira. Jendeak



bere burua erakutsi behar du, nabarmendu; eta horretarako ahotsa altxatu behar duzu, edo bestea lotsarazteko galdera bat egin... Askotan, horiek dira erabiltzen diren formak; oso oldarkorrak.

Emakumezkoen lan-giroak lasaigoak dira, eta joera handiagoa dute elkarlanean aritzeko. Proiektua aurrera atera dadin nahi duzu, meritua guztia zuretzat gorde beharrik gabe. Gainera, gauzak ez dira hain azkar egin nahi izaten. Oraingo sisteman, lanpostu bat lortzeko hainbeste arazo egonik, gauzak azkarregi egiten dira zientzian. Argitaratu egin behar duzu: argitaratu ala hil. Eta horrek esan nahi du batzuetan hain azkar egin behar duzula, ezen ez baitu denborarik ematen gauzek beren bidea egin dezaten. Nik uste zientzia motelago bat, zentzu horretan, femeninoagoa izango litzatekeela. Eta hanka-sartze gutxiagoko zientzia izango litzateke, abiadura hori dela eta.

“Zientzia motelago bat, zentzu horretan, femeninoagoa izango litzateke. Eta hanka-sartze gutxiagoko zientzia izango litzateke, abiadura hori dela eta”

Elkartzen al zarete emakume zientzialariak, modu antolatu edo informalean, elkarrekin hausnartzeko?

Oso zaila da. Talde txikitik hitz egiten dut halako gaiez; baina emakume batzuek ez dute gai horretaz hitz egin nahi, larritasuna eragiten baitie. Esaten dute haiek inoiz ez dutela diskriminaziorik jasan. Beren burua babesteko modu bat da, gizonezkoen errefusa ekiditeko. Ez dute ikusi nahi, besterik ez. Horregatik, zaila da beste emakumeekin gai honetaz hitz egitea.

Zure esku egongo balitz, zer aldatuko zenuke zientzian?

Zientzialariek askotan harrokeriaz jokatzeko dute. Nik uste gizarteak asko miretsi izan dituela, eta haur mihatuak modura jokatzeko dutela. “Zientzialariak... pertsona hotz horiek, hain gauza zailak egiten dituztenak. Hain dira adimentsuak, hain jenioak...” Zientzialarien estereotipo horrek asko eragiten du. Laneko harremanak oso zailak dira hemen, bere burua apartekotzat duen jende asko baitago.

Saiatuko nintzateke hierarkia aldatzen, horizontala izateko. Atzetik datozenei lekua utzi, haien ideiak entzun... Inork ezer proposatzen badizu, esan beharrean “hori tontakeri bat da”, entzun ezazu. “Ea, azaldu iezadazu, konbentzitu nazazu”. Izan gaitezen irekia-goak. Goza dezagun egiten dugunaz, pribilegiatuak baikara, eta utz diezaiegun tokia atzetik datozenei.

Garrantzitsua da bestelako profila duen jendea sartzeari. Ez izatea beti profil bera buruan. Eta inoiz, zure taldean sartzeko hautagaiak dituzunean, aplikatu ezazu diskriminazio positiboa, jendea hainbeste aztoratzen duen hori: baldintza beretan, lagundu gutxiengoan dagoenari; kasu honetan, emakumeak. Egoera berean ez gauden artean, lagundu okerren dagoenari. Neskak, agian, ez du hain nabarmen uzten bere burua, eta mutila iruditzen zaizu interesgarriagoa. Baina, agian, ez da hala...

Nola erabaki zenuen egoerarekin kritiko izatetik aktiboki jardutera pasatzea? Zein izan zen une gakoa?

Urrats horretan lagunduko zaituen norbait ondoan izatea da gakoa. Ni asko baldintzatu nau Nikaraguara bidaiatzeko, matematikako irakasle gisa kooperatzeko. Han konturatu nintzen emakumeak oso zokoratuak zeudela, nahiz eta matematikako irakasleak izan haiek ere. Masaileko ederra hartu nuen, hura izan zen puntua: emakume oso baztertuak ikustea, eta, gero, hemen dugunaz hausnartzea.

Gogoan dut kongresu batean nire lana aurkeztera joan nintzen aurreneko aldia; tesia egiten ari nintzen. Beldurrez zoaz, aditu askoren aurrean aurkeztu behar duzulako. Baina konturatzen zara paternalismoaz tratatzen zaituztela, mutilak ez bezala, eta hori ere ez duzu gustuko. Gogoan dut batek galdera bat egin behar zida-

la eta, azkenean, begiratu zidala eta "bo, ez!" esan zidala, esanez bezala "ez diot galdetuko". Une horretan, izugarritzeko amorrua sentitu nuen: "zer uste du, ez dudala erantzuten jakingo, ala? Arraioa! Utz iezadazu hanka sartzen, eta gero komunera joango naiz negar egitera, behar badut". Errealitate-bainu bat hartu nuen orduan.

Gerora, ikusi nuenean banuela beste emakume bat egoera salatzeko bidean lagunduko ninduen, horretan hasi nintzen. Zure interes berak dituzten pertsonak topatzen dituzunean, sareak ehuntzea da kontua.

Nola ikusten duzu etorkizuna, hemendik 25 urtera?

Berdintasunaren gaian atzerapauso handia egon da, eta nik uste ilusio faltsu baten ondorio dela: "Emakumeak jada bazabiltzate zientzian; orain, denbora-kontua da", esan izan da. Baina hasi gara esaten ez dela denbora-kontua. Hala ere, ni baikorra naiz. Kongresuetan eta batzorde zientifikoetan jada ez dugu onartzen emakumerik ez egotea; nahiz eta politikoki zuzena izateko baino ez izan. Toki horietan behin eta berriz egoteak eta hitza hartzeak lagunduko du hurrengo belaunaldiako emakumeak modu naturalagoan egon daitezen.

Espero dut 25 urte barru neskato gehiago egongo direla zientzia egiteko gogoz, gizarteak aurrera egiteko garrantzitsuak diren gauza horiek aurkitzeko irrikan. Ez dezatela hori galdu!●





...eta neandertalek

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

SUA PIZTU ZUTEN

Urte luzez uste izan da gure espeziea dela sua menderatzen duen bakarra, sua pizteko gaitasuna zela beste espezieetatik bereizten gintuen ezaugarrietako bat. Neandertalek sua erabiltzen zutela erakusten duten aztarnak, ordea, kolokan jarri zuten hipotesi hori. Eztabaida ez da guztiz itzali, baina Joseba Rios Garaizar arkeologok eta Asier Gómez Olivencia paleontologoak ez dute zalantzarik: neandertalek ere menderatzen zuten sua.

Sapiens aldizkarian urtearen hasieran Dennis Sandgathek eta Harold Dibblek argitaratutako dibulgazio-artikuluak berpiztu du eztabaida. Artikuluaren izenburua: “Nork piztu zuen lehen sua?” ([Who started the first fire?](#)). Haren arabera, neandertalek sua erabili bazuten ere, ez ziren hura pizteko gai. Hala, gure espeziearen bereizgarritzat jotzen dute sua pizteko gaitasuna izatea.

Ondorio horretara iristeko, Frantziako hegomendebaldean dauden Pech de l’Azé IV eta Roc de Marsal aztarnategietako arrastoetan oinarritzen dira, eta giza eboluzioarekin lotzen dute sua menderatzeko ahalmena. Hain zuzen ere, haien iritziz, homininoek ez zuten une jakin batean asmatu sua egiten; aitzitik, pausoz pauso eta prozesu luze baten ondorioz bereganatu zuten jakituria hori.

Hala, suarekin harreman segurua izateko gaitasunaz jabetzea izan zen lehen pausoa: sutatik ihes egin beharrean, suaren portaera ulertzea. Nonbait, txinpantzeek badute gaitasun hori: Afrika ekialdean, ikusi izan dituzte txinpantzeak berez piztutako sute baten ertzean itxaroten, eta erretako eremuan sartzen gero, janari bila. Alegia, ez dira sua kontrolatzeko edo erabiltzeko gai, baina ulertzen dute nola jokatzeko duen, eta beren mesederako erabiltzen dute jakituria hori. Egileen ustez, litekeena da txinpantze horien antzera jokatu izana Afrikako ekialdeko gure lehen arbasoek, duela 4 eta 2 milioi urteen artean.

Sua kontrolatzeko ahalmena eskuratzea izango litzateke bigarren pausoa. Sua pizteko gai izan gabe, berez sortutako sua hartu, eraman eta erabiltzeko gaitasuna izango lukete gure arbasoek. Egileek, ordea, ez dute zehaztu noiz gertatu zen hori.

Eta azken pausoa ere, hau da, sua egiteko ahalmena izatea, ez dakite nola gertatu zen. Hori bai, zehazten dute duela 400.000 urtetik gizakiek kontrolatutako suen arrasto ugari agertzen direla, ez bakarrik leku irekietan, baita kobazuloen barruan ere. Horrek garbi erakusten du sua kontrolatzeko gai zirela; ez, baina, pizteko gaitasuna zutenik. Eta hor dago koska.

FROGAK ETA ZALANTZAK

Sandgathek eta Dibblek azaltzen dutenez, bai Pech IV-n bai Roc de Marsalen, harpe haietan zenbait garaitan bizi izan neandertalek sua erabiltzen zutela frogatzen duten arrasto garbiak aurkitu dituzte: erretako zura eta hezurak, sutokiak... Horregatik, hasieran pentsatu zuten neandertalek bazekitela sua egiten.

Alabaina, leku horietan beraietan aurkitutako beste aztarna batzuek zalantza piztu zieten. Batetik, goiko geruzetan —Erdi Paleolitokoetan— ez zen suaren arrastorik agertzen. Garai hartan kobazuloen sarreran bizi zirelako izan zitekeen hori: haizeak eta urak suaren arrastoak eramanda desagertuko ziren, agian, ikatza eta errautsak. Baina ez zen hori bakarrik: garai hartako milaka tresna eta hezur daude, denak erre gabe. Ondorioa garbia da Sandgathen eta Dibblen arabera: leku horietan ez zuten surik erabili garai hartan.

Egileentzat oso deigarria da hori. Garai oso hotzak ziren haiek, beste sasoi batzuetan baino as-

koz gehiago eskertuko zuketena sua izatea. Orduan, zergatik ez zuten erabili? Egileek hipotesi honen bidez erantzun diote galderari: ez zirelako sua pizteko gai. Iraganen erabili bazuten, klima epela zenean, berez piztutako suteak ohikoak zirelako zen. Klima hoztu zenean, ordea, askoz zailagoa zen suteak berez sortzea; hortaz, ez zuten surik eskura. [PNAS aldizkari zientifikoan azaldu zituzten ondorio horiek](#).

HAIEK PIZTUTAKO SUAK

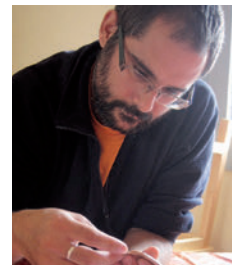
Artikulu hark kontrako iritziak bildu zituen, PNASen zein beste aldizkari batzuetan. Izan ere, aditu askok ez dute zalantzarik neandertalentzat sua ohiko elementua zela eta ondo menderatzen zutela. Horien artean dago [Joseba Rios Garaizar](#), Espainiako Giza Eboluzioaren Ikerketa Zentroko (CENIEH) ikertzailea.

Riosek neandertalen aztarnategi asko ezagutzen ditu, eta, dioenez, haietan oso arruntak dira suaren arrastoak: “Hainbeste arrasto ikusita, ez du zentzurik pentsatzeak ez zirela sua pizteko gai; bestela, ez lirateke hainbeste egongo. Gainera, ondo kontserbatutako aztarnategietan, su-mota bat baino gehiago ere topatu izan da, esaterako, Abric Romanin. Aztarnategi hori Bartzelonatik gertu dago, eta izugarri aberatsa da. Han ikusten da sua ez zutela berotzeko bakarrik erabiltzen. Garbi dago ondo menderatzen zutela”.

“Neandertalen aztarnategietan, oso arruntak dira suaren arrastoak”

Adibidez, Erdi Paleolitoko su batzuetan, egur berdea erretzen zuten: “Horren helburua ez da sua egitea, baizik eta kea sortzea. Zertarako? Batetik daki: haragia ketzeko, erlauntzetatik eztea hartzeko, animaliak uxatzeko...” Horrez gain, neandertalek erretxina ere egiten zuten, itsasgarri gisa erabiltzeko: “Oso prozesu zaila da, prozesu kimiko benetan konplexu baten bidez lortzen baita. Ezinezkoa da hori egitea, sua menderatu gabe”.

Gainera, Riosen iritziz, Sandgathek eta Dibblek klimarekin egiten duten lotura nahiko eztabaida-garria da, ezin baita ziurtatu garai hotz eta lehorretan ez zela surik pizten. “Agian orokorrean



Joseba Rios Garaizar, Espainiako Giza Eboluzioaren Ikerketa Zentroko ikertzailea (CENIEH). ARG.: JOSEBA RÍOS.



Asier Gómez Olivencia, Ikerbasqueko ikertzailea EHU. ARG.: HÉLÈNE ROUGIER.

egia da hori, baina, nire ustez, ez dakigu lurralde osoan berdin gertatuko ote zen”. Bestalde, onartzen du sasoi, toki edo kultura jakinetan, adibidez, Quina tipoko Musteriar aldian, apenas daudela suaren arrastoak. “Hortik ezin da ondorio orokorrik atera, ordea”, ohartarazten du.

Are gehiago, suaren arrastoak ohikoak diren lekuetan ere ez daude frogarabatekorik erakusten duena sua pizten zutela: “Sua egiteko behar da egurra edo pirita eta suharria, eta ez da halarik agertzen, baina Goi Paleolitoan adibide gutxi daude, eta zalantzazkoak, eta inork ez du zalantzan jartzen sua egiten zutela. Hortaz, ez dago neandertalek sua pizten zutela erakusten duen behin betiko arrazoirik, ados. Baina ohikoa zuten, menderatzen zuten eta haientzat arrunta zen, geroke gizakientzat izan zen bezain arrunta”.

ARRASTORIK EZ EGOTEA EZ DA FROGA

Horrekin batera, aurretik aipatutako ideia batean sakondu du: aztarnarik ez aurkitzeak ez du frogatzen ez zutela sua egiten. Hori azaltzeko, ondo ezagutzen duen aztarnategi bat jarri du adibide gisa: Axlor (Dima). “Han sekuentzia luzea dugu, maila asko. Zaharrenetariko batean, erretako animalia-hezur puskek eta harriak azaltzen dira. Garai hartan, beste lekuetan ez da ohikoa, baina han bai, han sua egiten zuten, harpearen barruan. Suen segida bat dago, eta garbi dago asko erabiltzen zutela”.

Geroago, ordea, Quina kulturako mailak daude, eta han ez dago suaren arrastorik. “Neu ikertzen

izan nintzenean, ez genuen suarekin lotutako aztarna bat bera ere aurkitu”, dio Riosek. Nonbait, Barandiaranek deskribatu zuen bat, “baina ez dago frogatuta”. Hortik ondoriozta daiteke ez zutela surik egiten? Riosek ezetz dio: “Behar bada, hori da suaren arrastorik ez egoteko arrazoia, baina ez du zertan hala izan. Adibidez, baliteke garai hartan harpearen sarreratik metro batzuetara egitea sua, kanpoan, eta gero hai-zeak edo urak eramane izana arrastoak”.

Ez da aukera bakararra. Kontatu duenez, garai hartako animalia-hezurak oso zatituta agertzen dira, eta zati jakin batzuk bakarrik aurkitu dituzte. “Hortaz, agian leku hura ez zuten bizi-zeke erabiltzen, baizik eta ehiza egin eta animaliak txikitzeko, gero bizilekura eramateko. Horrela balitz, normala da suaren arrastorik ez aurkitzea han”.

Ehizaren inguruan, duela urte batzuk antzeko eztabaida zegoela gogoratu du Riosek. “Orduan ere, arrasto garbirik ez zegoela eta, batzuek ukatu egiten zuten neandertalek ehizatzeke gaitasuna zutela. Denborarekin, frogarbiak azaldu dira, eta orain onartuta dago neandertalak ehiztariak zirela”.

EZTABAIDAREN ARRAZOIA

Hain zuzen ere, hor dago koska: datuen interpretazioan. Asier Gómez Olivencia Ikerbasque ikertzaile da EHUn, eta neandertalen eta beste gizaki batzuen hezur fosilak ikertzen ditu. Eta Sandgathe eta Dibble ezagutzen ditu, haiekin batera industen aritu baitzen [La Ferrassie aztarnategian](#) (Frantziako hego-mendebaldean) 2014ean. Bada, hura ere ez dator bat haien ondorioekin.

“Aztarnategi beretan izan gara, eta arrasto berberak ikusi eta ikertu ditugu, baina ez gaude ados ondorioetan. Adibidez, neandertalek hildakoak hilobiratzen zituztela ukatzen dute; nik ordea, ez dut inolako zalantzarik. Eta taldekideekin ere azaldu izan dituzte jarrera kontrajarriak. Alan Turq, esaterako, taldekide dute, eta, elkarrekin sinatutako artikuluetan, eztabaidaren atalean, bien ondorioak jarri izan dituzte: alde batetik Sangathek eta Dibblek diotena, eta bestetik Turqek eta gainerakoek ondorioztatutakoa”.

Gómezen arabera, zientzian oso zaila da zerbait ez dagoela frogatzea: “Ez aurkitzeak ez du esan nahi ez dagoenik. Aurkitu duzuna badagoela frogatzea erraza da; kontrakoa ez, ordea”.

Axlor (Dima). Maila zaharrenetako batean, erretako hezur-puskak eta harriak azaltzen dira. Suen segida bat dago. ARG.: JOSEBA RIOS.





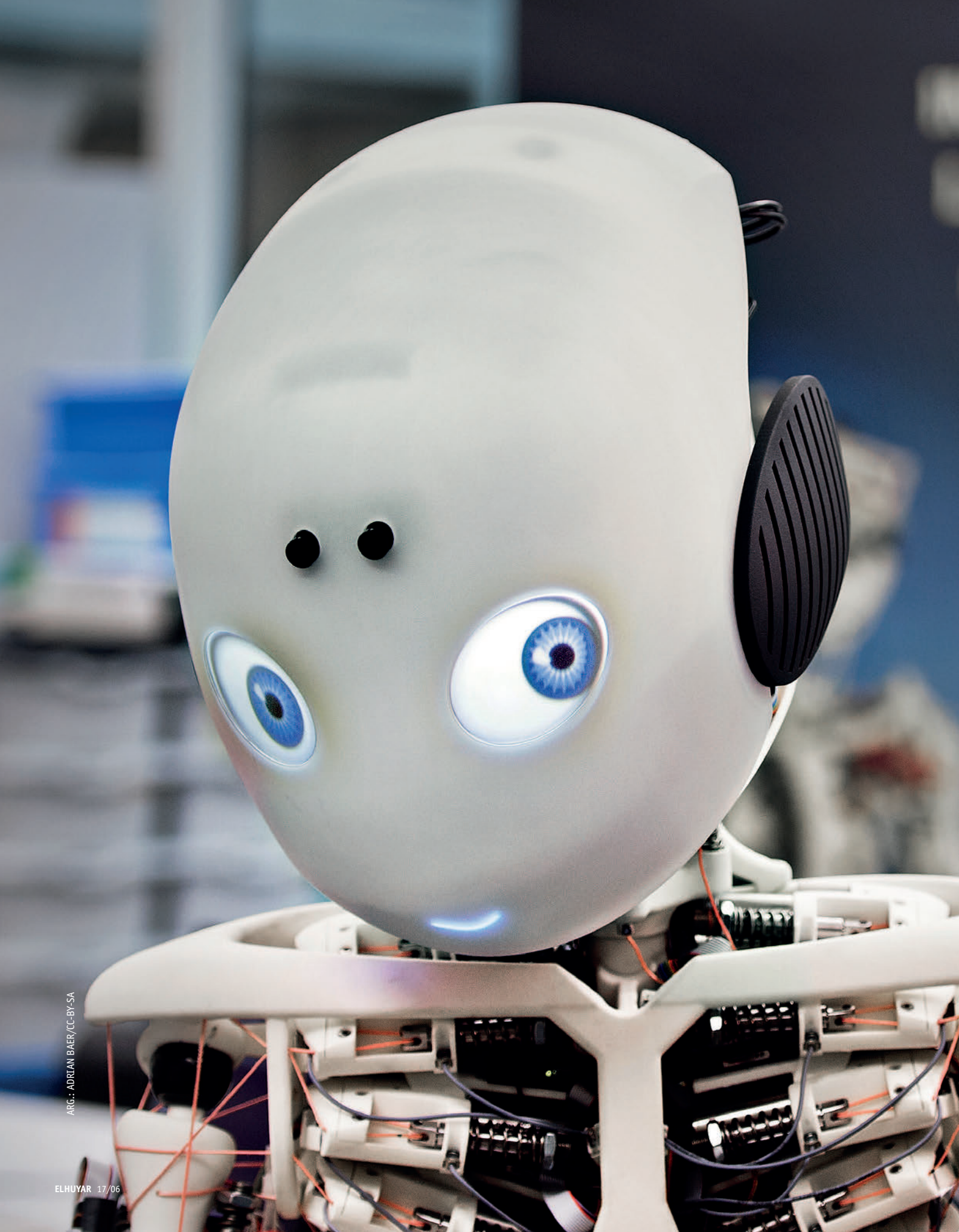
Suaren eztabaidan hori gertatzen delakoan dago. “Ez da nire ikergaia, baina, niretzat, Abric Romaniko aztarnak ikusita, adibidez, ezin da zalantzan jarri neandertalek sua egiten zutela”. Riosentzat bezala, oso aztarnategi esanguratsua da Gómezentzat ere: “Ikusgarria da. Aurreko udan izan nintzen bisitan, eta han era askotako suak ikusten dira. Tamalez, ez da giza fosilik azaldu, eta horregatik ez da beste batzuk bezain ezaguna. Baina okupazio-mailak trabertino-geruzekin tartekatuta daude, eta, horri esker, okupazio-mailak bereizita daude. Horregatik, haien bizimoduaren berri ematen duen informazio pila bat atera da handik, tartean, erabile- ra desberdinak adierazten duten su-motak”.

Abric Romanin bezain garbi ez bada ere, beste leku askotan ere suaren arrasto garbiak aurkitu izan direla gogoratu Riosen: “Bruniquel, adibi-

dez, oso ezaguna da estalagmitekin egindako egitura berezi horiengatik, eta han ere aurkitu dituzte suaren arrastoak. Bestela ere, ezin izango zuten han barrura sartu eta egitura haiek eraiki surik gabe, han ez baitago argirik.”

Azken finean, Riosen arabera, neandertalak desagertzeko arrazoiarekin lotuta dago suaren gaineko eztabaida: “Batzuen ustez, neandertalak gure espeziekoak baino ahulagoak, atzertuagoak edo ezjakinagoak zirelako desagertu ziren. Eta hipotesi hori indartzeko arrazoiak bilatzen dituzte. Nire iritziz, ordea, [gure espeziearen ugaltzeko eta hedatzeko senaren ondorioz galdu ziren neandertalak](#). Gaur egun ere nabarmena da gure sen hori; hori bera nahikoa da beste era batera bizi eta ugaltzen den espezie bat desagerrarazteko”.●

Neandertalentzat arrunta zen sua; erabiltzen zuten eta menderatzen zuten. ARG.: MAX PLANCK INSTITUTUA.



Gizakien eta roboten gizarte baterantz

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

Robotikan eta adimen artifizialean azken urteetan egiten ari diren aurrerapenekin, gero eta handiagoa da makinaren autonomia eta adimena. Eta, horrekin batera, handitzen ari da makina horien etika bermatzeko beharra ere. Horretarako araudiak lantzen eta proposatzen ari dira hainbat gobernu eta erakunde.

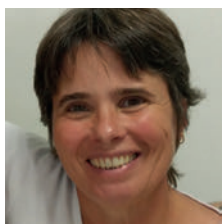
Duela 65 urte, Isaac Asimov idazleak robotikarako hiru lege aurkeztu zituen *Runaround* ipuinan: 1) Robotak ez dio gizakiari kalte egingo, eta saihestuko du gizakia kaltetua izatea; 2) Robotak gizakiak emandako aginduak beteko ditu, lehenengo legearen aurka doanean ezik; eta 3) Robotak bere burua babestuko du, hori ez bada lehenengo eta bigarren legeen aurka.

Pertsonak eta robotak bizikidetzan irudikatu zituen Asimovek bere zientzia-fikziozko kontakizunetan, eta bizikidetzara horretarako beharrezko ikusi zuen robotak lege horien arabera programatzea. Dagoeneko, ordea, ez da hain fikziozkoa mundu hori: hor daude ibilgailu autonomoak, droneak, adinduei eta ezinduei laguntzeko robotak, industrian sartzen ari diren guztiak, eta baita ikasteko gai diren makinak ere.

“Iraultza bat gertatzen ari dela ukaezina da”, dio Elena Lazkano Ortega EHUKo Konputazio Zientzia eta Adimen Artifiziala saileko ikertzaileak. Hala ere, ez du hain argi iraultza horrek zer abiadura hartuko duen: “Batzuetan iruditzen zait bertan dagoela, gainera datorkigula, eta beste batzuetan aurrerapenak ikaragarri motel gertatzen direla”. Bat dator Gorka Azkune Galparsoro, adimen artifizialean ikertzailea Deustotech-Deustuko Unibertsitatean: “Adimen artifizialaren ikuspuntutik salto handi bat gertatu da, urte askoan ikusi ez den moduko saltoa. Oso zaila da aurreikustea zenbateraino aldatuko diren gauzak, baina nik uste dut, hementik ez urte gehiegitara, eragin handia izango duela gure bizimoduan”.

Egoera honen aurrean, Asimoven legeak baino zerbait gehiago beharko da, eta hainbat herrialdetan, AEBn, Txinan, Japonian eta Europar Batasunean, adibidez, hasiak dira gaia jorratzen. Azkuneraren ustez, kasu batzuetan dagoeneko beharrezkoak dira legediak. “Adibidez AEBn hainbat estatu ari dira ibilgailu autonomoen inguruko legediak garatzen. Teknologia hori oso heldua da dagoeneko”. Baina, legedietan gehiegi aurreratzeari arriskua ere ikusten dio: “Beldurra ematen dit legediek egin litezkeen garapenak mugatzeak. Prestatzen joan behar da, hori garbi dago, baina ez dakit zenbateraino aurreratu daitekeen”. Bada, gauzak ondo egiteko, Lazkanok beharrezkoa ikusten du eztabaida sakon bat: “Eztabaida horretan parte hartu behar dugu denok; industriak, unibertsitateak eta baita gizarteak ere. Ezin dugu utzi soilik gobernuen eskuetan legedi bat egitea”.

Joan den otsailean, Europako Parlamentuak [eskaera](#) egin zion Europako Batzordeari robotikarako eta adimen artifizialerako legeak proposatzeko. Eskaera hori Europako Zuzenbide Aferen Batzordeak iaz ateratako [robotikaren lege zibilaren inguruko azterketa](#)ri jarraiki zetorren. Britainia Handian, berriz, BSI Estandar Erakunde Britainiarrak ere iaz atera zituen [roboten diseinu etikorako arauak](#). Asimoven legeen eguneraketa bat bailitzan, hiru puntu orokor azpimarratu dituzte arau horietan ere: 1) Robotak ez dira diseinatu behar bakarrik edo nagusiki gizakiak hiltzeko; 2) Roboten ekintzen arduradunak gizakiak dira, ez robotak; eta 3) Posible izan behar du robot bakoitzaren eta haren ekintzen arduraduna zein den jakitea.



Elena Lazkano Ortega
EHuko Robotika eta Sistema
Autonomoen Ikerketa Taldeko
ikertzailea.



Gorka Azkune Galparsoro
Adimen artifizialaren ikertzailea
Deustotech-Deustuko
Unibertsitatean.

Pertsonen segurtasunaz gain, arduretan jarri dute fokua. Bat dator horretan Lazkano: “Robotak guk diseinatzen ditugu, eta roboten ekintzak ere bai, momentuz. Eta hori horrela den heinean, gu gara arduradunak. Adibidez, ibilgailu autonomoek oraingoz gainbegirale bat behar dute. Kortexea erosten duenak baldintza batzuekin erosiko du, eta istripu bat gertatzen denean, baldintza horiek errespetatu baditu, arduraduna diseinatzailerak izango da; eta ez baditu baldintzak errespetatu, erabiltzailerak. Ezin diogu trasteari leporatu. Gure burua zuritzea litzateke hori”.

IKASTEKO GAITASUNAK DAKARRENA

Azkunek dioenez, ordea, gerta liteke beti hain garbi ez egotea. “Askotan pentsatzen da robotak programatu egiten direla gauza bat egiteko. Baina gaur egun robotak ikasteko gai dira, eta etorkizunean are gehiago, ziur aski. Eta ikasteko gaitasunak erabakitzeke autonomia ekar dezake.



*Robotak ikasteko gai dira,
eta ikasteko gaitasunak
erabakitzeke autonomia
ekar dezake.*

Orduan, robot horiek beren kasa ikasten doazen neurrian, zein da ikasten dutenaren arduraduna? Azken batean, gugandik ikasten badute, gu izango gara arduradunak, baina ardura hori gizartean oso diluituta gera daiteke”.

Pertsonekin gertatzen denarekin konparatzen du: “Haur batek hasieran ez daki ezer. Gero hiltzaile bihurtzen bada, noren ardura da? Seguru gizarteak hutsegite batzuk egin dituela, edo ingurukoek... Kasu horretan pertsona horri botatzeko zaio errua. Orduan, ikusi beharko da... Ikuspegi determinista edo programazio-ikuspegi batetik errazagoa izan daiteke, baina adimen artifiziala doan bidetik, eta ikasketa hartzen ari den indarrarekin, gauza hauek seguruenik ezin go dira hain erraz ebatzi”.

Dena den, adimen artifizialaren ikasteko gaitasuna mugatua da oraindik. “Momentuz datuak irensten dituzte, datu horietan dagoena ikasi, eta orokortzeko gaitasun apur bat baino ez dute” zehaztu du Lazkanok. “Horrela izanda, ematen zaizkien datuak etikoak badira, irteerak ere etikoak izango dira”. Baina, jakina, ematen zaizkien datuak etikoak izatea ere ez da beti erraza izan-



go; adibidez, Interneteko datuak erabiltzean. Horren erakusgarri Microsoften Tay txatbotarekin gertatu zena: Twitterren jarri eta 24 ordutan kendu behar izan zuten komentario arrazistak, sexistak, naziak eta abar egiten hasi zelako. Jakina, twitterreko elkarriketetatik ikasi zuen.

“Mundu irekiaren arazoa esaten zaio horri” dio Azkunek. “Mundua irekitzen badiegu adimen artifizialei eta uzten badiegu datu guztiak hartzen arazoak sortu litezke. Hori kontrola daiteke, baina noiz arte, nahi badugu adimen hauek gero eta ahaltsuagoak izatea?”. Izan ere, ikasteko gaitasuna handitu ahala, gauzak alda litezke. “Googleren Deep Mind ari da dagoeneko adimen orokor artifizialaz hizketan”, dio Azkunek. Adimen orokor artifizial bat gai izango litzateke bere kasa erabakiak hartzeko. “Gaur egun, adimen artifiziala nahiko kontrolatuta dago, da-



ARG.: FRAUNHOFER IPA, JENS KILTAN.

tuen arabera eta erabiltzen duzun ikasketa-teknikaren arabera; baina aurrera goazen neurrian, eta adimen hauek erabakitzeko askatasun gehiago duten neurrian, ez da hain erraza izango ikasi dezaketena kontrolatzea”.

 *Tresnak baino ez dira.*

Hamaika gauza egiteko tresnak, baita hitz egiteko ere, baina tresnak dira.

Baina hori, gertatzekotan ere, urrun dagoela argitu du Azkunek: “Azken urteetan aurrerapen handiak izan dira, eta etorkizunera proiektatzen baditugu nahiko mundu desberdina azaldu liteke, baina oraindik ez gaude hain aurreratuta

zentzu horretan. Oraindik espezializazio-mailan gaude: baditugu adimen txiki batzuk gauza konkretuak egiten oso onak direnak, baina giza-kiak duen orokortasun hori ez da gertu ikusten. Egia da, justu aurten adimen orokorraren inguruan aurrerapen txiki batzuk egin direla. Baina, oraindik ere, oso oinarritzko ikerkuntzan ari gara hor, eta iritsiko da agian, baina ez dakigu”.

GIZAKION ESKU

Lazkanok argi du gizakion esku dagoela robotak etikoak izatea. “Guk ez badizkiegu portaera etikoak erakusten, egiten ditugun robotek ez dute portaera etikoa izango”. Eta ez dugu ahaztu behar zer diren. “Zalantzarik gabe pentsatu behar dugu zer erabilera eman nahi diegun. Baina, tresnak baino ez dira. Hamaika gauza egiteko tresnak, baita hitz egiteko ere, baina tresnak dira”.

Ikuspuntu hori azpimarratu du Azkunek ere. “Kontuan hartu behar dugu, edozein teknologia-ekin bezala, alde txarrak izan ditzakeela, eta saiatu behar dugu horiek aurrez ikusten, baina ez dugu horren beldurrik izan behar. Teknologia hau oraindik garatzeko dago, bada pentsa dezagun nola erabili dauzkagun benetako arazoak konpontzeko. Adibidez, adimen artifiziala da goeneko erabili da azaleko minbizia detektatzeko, eta gizakiak baino hobeto egiten du. Halako beste mila kasu egon litezke. Minbiziaren kontrako terapiak edo medikamentu berriak agian adimen artifizialak sortu ditzake, edo haien eragina aurreikusi. Gauza horietan pentsatu behar genuke. Nola erabili ditzakegun orain ditugun botere berri hauek ditugun arazoei aurre egiteko. Baina, noski, beti ere pentsatu behar da hau bera ez zaigula arazo bihurtu behar”.



Ez dakigu aldaketak zein zentzutan etorriko diren, eta denoi tokatuko zaigu aldaketa horietara egokitzea.

Adibidez, eztabaidagai izaten ari da robotekin lotura emozionalak sortzea arazo bihur ote daitekeen eztabaidagai izaten ari da, adibidez. Lazkanoren ustez, hori saihestezina da: “Fetixismoa berezkoa dugu. Objektuekin lotura emozionalak sortzeko joera dugu, eta robotekin berdin”. Eta askotan onerako izan daitekeela azaldu du Azkunek: “Hainbat ikerketek erakutsi dute ume autistek, pertsona adinduek eta beste batzuek robotekiko dituzten lotura emozionalak onuragarriak direla haientzat. Bakarrik bizi diren adinduek, adibidez, asko estimatzen dute etxean robot bat edukitzea, eta, nahiz eta gaur egun oraindik oso mugatuak diren, ikusi da robot horiekiko lotura emozional bat sortzen dela, eta lotura hori haientzat ona dela. Seguruago sentitzen dira etxean, emozionalki hobeto daude, eta abar. Beste kasu batzuetan arazo izan daiteke, baina onurak ere baditu”.

Eta kezka eragiten duen beste arazo bat, eta gertuen egon daitekeenetakoa, robotek pertsonen lanpostuak kentzearena da. “Lanpostu batzuk galdu egingo dira, baina agian langile horiek beste lan batzuk egin ahal izango dituzte, eta lanbide berriak ere sortuko dituzte robotek”

aurreikusten du Lazkanok. “Hori zenbateraino izango den bortitza, ez dakit. Beldur hori beste iraultza industrialetan ere sartu izan digute”.

Bat dator Azkune: “Hau askotan gertatu da gure historian, eta nik uste dut pixkanaka topatuko dugula gure lekua. Beti egongo da trantsizio-fase bat, eta trantsizio horretan egongo da jendea gaizki pasako duena. Baina ez dezagun pentsa jende hori, beti esaten den moduan, gutxien formatutako jendea izango denik. Nik ez dut inondik inora baztertzen adimen artifiziala teoriak sortzeko gai izatea, eta probak eta esperimentuak eta abar planteatzeko gai izatea, eta kasu horretan, zientzialariei lan asko kentzea. Ez dakigu aldaketak zein zentzutan etorriko diren, eta denoi tokatuko zaigu aldaketa horietara egokitzea”.

“Eta iristen bada gizarte bat non dena automatizatuta dagoen, eta gizakiak lanik egin behar ez duen, ez zait zerbait negatiboa iruditzen” gehitu du Azkunek. “Beste gizarte-mota batera eboluzionatu beharko dugu”.

PERTSONEN ETA ROBOTEN GIZARTE BAT

Balizko gizarte hori pertsonen eta roboten gizarte bat izango litzateke. Lazkanoren ustez, litekeena da hamar bat urte barru robotak etxeetan egotea, baina hortik robotak gizartearen parte izatera koska bat dago. “Etorriko da agian. Gako garrantzitsuenetakoa bat guk elkarrizketarako daukagun gaitasuna lortzea litzateke. Eta badira elkarrizketa koherentea minutu pare batez mantentzeko gai diren makinak, baina berehala konturatzen zara makina batekin ari zarela. Hori lortu arte, makina bat izango duzu etxean, ez lagun bat edo dena delakoa”.

Ikusi beharko da robotak edo adimen artifizialak zein mailalara iristen diren. “Nik argi daukat gizakien mailara iristen badira, edo gainditzen badute, berdintzat hartu beharko direla, ardura legal eta etikoei dagokionez. Robot batek hilketa bat egiten badu, pertsona bat bezala epaitu beharko da, edo antzeko mekanismoekin. Onartzen badugu erabakitze askatasuna dutela eta ikasteko gaitasuna dutela eta abar, berdintzat jo beharko ditugu, zentzu horretan. Gakoa da zer mailatako adimena lortzen den. Horren arabera tratatu beharko dira. Gaur egun ere, animaliek ez dute gizakien trataera bera, ume batek eta heldu batek ere ez. Galdera asko sortuko dira, eta lan asko egin beharko da; gertatzen bada”.



**INDARTU
DEZAGUN
INDARTZEN
GAITUENA**

Egin ARGIAkoa!

Eman eta jaso
nahi duzun neurrian

argia.eus/eginargiakoa

BIZITZA SINTETIKOA

borborka

AITZIBER AGIRRE RUIZ DE ARKAUTE
Elhuyar Zientzia

Gaur egun, erraza da edozein bizidunen genoma osoa deskodetzea. Galdera beste bat da jada: ikasi dugunarekin, lortu al dezakegu bizidun baten genoma hutsetik eraiki, biza eman, eta guk nahi ditugun ezaugarriak izatea? Alegia, bizidunak hutsetik sortzea, guztiz ulertzeko. Biologia sintetikoak helburu handiusteak ditu, batez ere esaten digunean jada desagertuta dauden espezieei biza emateko ere balio lezakeela —mamutak edo neandertalak, esaterako—, baina egia da azken urteotan aurrerapen ikusgarriak egin dituela.

Craig Venter-en taldeak eman zuen lehen ezustekoa, [genoma sintetikoa duen lehenengo zelula](#) eraiki zuenean, 2010ean. *Mycoplasma mycoides* bakterioaren genoma sintetizatu zuten. Orduan plazaratu zuen hurrengo erronka haren lehiakide Jef Boek-ek: goi-mailako bizidun baten genoma sintetikoa eraikitzea. Ez bakterio batena, baizik eta DNA kromosomatan antolatua duen bizidun eukarioto batena. Izena eta data jarri zizkion: *Saccharomyces cerevisiae* legamia eta 2017a.

Iritsi da 2017a, bai eta proiektuaren albisteak ere: [legamiaren sei kromosoma artifizial sortu dituzte](#) jada —genomaren herena gainditu dute—, eta bizirik iraun dute legamiok. Boekek aitortu du dagoeneko amaitu dutela lehenengo genoma eukarioto sintetiko hipotetiko horren diseinu osoa; benetan sintetizatzea bakarrik falta zaie. Jatorrizkoaren aldean, moldaketa asko ditu diseinu berriak: funtziorik gabeko sekuentziak kendu dituzte, eta geneak nahieran piztu eta itzaltzeko sekuentzia erregulatzailerak sartu. Lorpen berri horrek legamia artifizialak sortzeko oso gertu jarri ditu ikertzaileok, eta adierazi dute urte-bukaerarako legamiaren 16 kromosomak sintetizatzeke erronkari eusten diotela.

MINIMOA ZER DEN

Hutsetik diseinatzen ari direnez, argitzen ari dira zein sekuentzia ken daitezkeen bizidunen bizitza kolokan jarri gabe eta zein dituzten bizitzeko behar-beharrezkoak. Horrela ari dira iden-

tifikatzen zein den bizirik irauteko behar-beharrezkoak diren geneen konfigurazio minimoa, hau da, zelula artifizialak modu autonomoan bikoizteko behar duena.

Aurrerapen horiei esker, edozein bizidun nahieran diseinatzeko eta sortzeko helburua hurbilago ikusten da, DNA diseinatzeaz gainera, informazio genetiko hori kromosoma moduan antolatzea baitzen erronka nagusia, material genetikoarekin batzen diren ehunka proteinak barne dituela: histonak, zentromeroa, telomeroak...

GIZA ZELULA SINTETIKOA

2016ko ekainean, *Science* aldizkariak bota zuen erronka galanta: 130 biologo sintetiko eta enpresarik landare eta animalien genomak artifizialki sintetizatzeke proposamena argitaratu zuten, tartean gizakion genoma bera. Haien esanetan, giza genoma deskodetu ondoren (HPG-read proiektua, hau da, Giza Genoma Irakurri), hori litzateke hurrengo urratsa (HPG-write, Giza Genoma Idatzi).

HPG-write proiektuaren buru ikusgarria Boeke bera da, eta giza zelula germinal “ultrasegurua” sortzea du helburu. Zelula hori giza bioteknologiaren garapenerako plataforma unibertsal modura erabiliko litzateke.



ARG.: LIGHTSPRING/SHUTTERSTOCK.COM

Oraindik eztabaidatzeko daude giza zelula germinal sintetiko horren nondik norakoak, baina jada aipatu dituzte izango lituzkeen ezaugarri batzuk: birusekiko, prioiekiko eta minbiziarekiko erresistentzia, errefus immunologiko oso txikia —transplanteetan errefusa ekiditeko—, autohazkuntzarako eta auto-suntsiketarako kontrol-mekanismoak, lerro germinalen transmisioa ekiditeko mekanismoak eta giza populazio gehienekiko bateragarritasuna.

HGP-write proiektuaren sustatzaileek diote 100 milioi dolar inguru beharko dituztela hamar urtean giza genoma artifiziala sintetizatu eta laborategiko plaka batean zelulak hazteko. Industria

farmazeutiko eta bioteknologikoari etekin handiak emango lizkieke, zailantzarik gabe, baina kontrako ahotsak ere altxatu dira. Haiek diotenez, biologia sintetikoaren proiektu hori edizio genetikoa baino askoz harago doa, eta ez dira aurreikusi sor daitezkeen arazo etikoak. Proiektuaren sustatzaileek argudiatu dute zelula bat baino ez dela izango; ez gizaki bat, ez enbrioi bat. Eztabaiden gainetik, *Science* aldizkarian proiektua proposatu zutenetik, zientzialari asko atxiki zaizkio proiektuari. Erronka hor dago, beraz. ●



IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

TRUMP

elefantea teknologiaren ontzi-dendan

lazko azaroan aukeratu zuten AEBko presidente Donald Trump, eta ezin esango dugu ez dionik lanari gogoz ekin, arlo askotan hartu baititu jada erabaki garrantzitsu asko. Arlo teknologiko eta digitalean ere jarri ditu martxan neurri batzuk, edo horretarako asmoa erakutsi du. Elefante bat ontzi-denda batean sartu izan balitz bezala ari da, harrokeriaz eta ezjakintasunez aurrera eginez eta dena hautsiz.

Gauza jakina da AEBko 45. presidente Donald Trumpek munduaren ikuspegi oso tradizionala duela. Ekonomia-sektore tradizionalak (petrolio, automobilgintza, eraikuntza, telekomunikazioak...) bultzatzen ari da, jo eta su. Haien alde hartzen ari den neurriek kalte egiten diete sektore berritzaile eta teknologikoei, baina horrek ez dio Trumpi batere axola: batetik, ez da batere teknologiazalea; bestetik, Trumpek etsaitzat ditu Silicon Valleyko industriak ordezkatzeko dituen sektoreak, hauteskunde-kanpainan bere aurka agertu baitziren.

ISP-EN ALDEKO NEURRIAK, ERABILTZAILEEN ESKUBIDEEN AURKAKOAK

Trumpek, honezkero, teknologiarekin lotutako oso neurri eztabaidagarri bat hartu du, telekomunikazio-industriaren eta, zehazkiago, Interneteko zerbitzu-hornitzaileen alde (ISP edo Internet Service Provider, ingelesez). [Apirilaren hasieran sinatu zuen agindu baten ondorioz](#), ISPei euren bezeroen nabigazio-datuak saldu ahal izango dizkiete hirugarren batzuei. Nabigazio-datuak erabiltzaileei buruz esaten dutenari esker, publizitate pertsonalizatuarekin bonbardatu ahal izango dituzte erabiltzaileak datuok erosten dituztenek. Eta ekintza gogaikarri baina kalterik gabeko hori ez da egin ahal izango luke ten bakarra. Azken finean, nabigazio-datuak esker ia dena jakingo dute erabiltzaileei buruz. Pribatutasunaren aurkako eraso ikaragarria da.

Bestalde, artikulua hau idazten ari naizelarik oraindik egin ez badu ere, badirudi sarearen neutraltasunarekin amaitzeko asmoa ere baduela. Izan ere, Ajit Pai izendatu du sareko ko-

munikazioak arautzen dituen [FCC](#) erakundeko presidente. Obamaren agintaldian, FCCk sarearen neutraltasunaren aldeko neurriak hartu zituen, haien aurka agertu zen Pai. Orain, [haren asmoa da sarearen neutraltasunaren aldeko neurriok lehenbailehen atzera botatzea](#).

Sareko neutraltasunaren printzipioak hau dio: saretik doan informazioak ez du inolako diskriminaziorik jasan behar edukia, jatorria, helmuga, plataforma, aplikazioa edo protokoloa edozein delarik ere, eta erabiltzaileak kontratatutako banda-zabalera duen komunikazio-kanala eskaintzera mugatuko da telekomunikazio-enpresa, bertatik doan informazioan inongo esku-sartzerik egin gabe. Printzipio hori bete beharrik izan gabe, Interneteko enpresei (Google, Facebook edo beste edozeini) xantaia egin diezaiekete ISPei, esanez ordaintzen ez badiete beren trafikoa motelduko dutela, edo erabiltzaileei zerbitzuko paketeak eskaintzera pasatu daitezke (oinarrizko paketea, webgune denak motel; aurreratuago batean, zerbitzuetako batzuk azkarago...). Guztiz aldatuko litzateke gaur egun ezagutzen dugun Internet.

SILICON VALLEYRI ZEHARKA (EDO EZ?) ERAGITEN DIOTEN BESTE NEURRI BATZUK

Printzipioz, Trumpek beste helburu batzuekin hartutako erabaki batzuek ere eragin izugarria izango dute edo izan dezakete Silicon Valleyko enpresetan. [Urtarrilean, terrorismoari sarbidea eragozteko aitzakiaz, AEBra sartzea galarazi zien Siria, Iran, Irak eta beste lau herrialdetako herritarrei](#). [Martxoan, immigranteek bertakoei lana kentzen dietela argudiatuz, bertan behera utzi zituen Silicon Valleyri matematikari eta in-](#)



ARG.: GAGE SKIDMORE/CC-BY-SA

[geniari atzeritarrak azkar kontratatzeko aukera ematen dioten H1-B express motako bisak.](#)

Eta jakina da Silicon Valleyk, daukan teknologia-maila aurreratua lortzeko, mundu guztiko talenturik onenak kontratatatu izan dituela, urte askoan. San Frantziskoko badian langileen % 36,7 atzeritarrak dira. Haiek kontratatzen jarraitzeko mugak ezarrita, zaila izan daiteke hango enpresa teknologikoentzat abantaila lehiakorrei eustea.

Bestalde, AEBko industria astuna babesteko Trumpek hartu nahi dituen neurri protekzionistek nahi ez bezalako efektua izan dezakete enpresa teknologikoetan. Bereziki Txinatik heltzen diren produktuei zergak eta mugak jarri nahi dizkie, AEB bertako produktuak gehiago sal daitezen ([Apple-ren telefonoak adibidez](#)), baina herrialde guztiek gauza bera egingo balute, AEBko enpresek ere kanpoan saltzeko zailtasunak izan litzakete. Halaber, AEBko enpresei Txinan ekoizteko oztupoak jarri nahi dizkie, lanpostuak AEBn sortzeko ([berriz ere, Apple da eragin handiena jasango duena](#)); baina horrek kontrako efektua izan dezake, kostuak igo baitaitezke eta produktuen prezioan eta enpresen errentagarritasunean negatiboki eragin.

“Hartzen ari den erabaki eta neurriak direla eta, Silicon Valley ia osoa gerra bizian dago Trumpen aurka”

Erabaki eta neurri horiek guztiak direla eta, Silicon Valley ia osoa gerra bizian dago Trumpen aurka. [Gutun irekiak](#), [talde-antolaketa](#), [manifestazioak](#)... Ikusiko dugu zerbaiterako balio duten.

Edonola ere, lege eta erabaki horiek AEBren kalterako izango dira, batez ere. Hango teknologia-konpainietan eragina izango duten neurriak onuragarriak izan daitezke beste herrialdeetako konpainientzat; ez soilik Ekialde Urruneko hardware-ekoizleentzat, baita hemengo teknologia-enpresentzat ere. Hangoek lehiakortasuna galtzen badute, aukera izan daiteke azken urteotako AEBren nagusitasun erabatekoari aurre egiteko. Bestalde, herritarrei eragiten dieten neurriak (sarearen neutraltasuna kentzea eta ISpek datuak saldu ahal izatea) hango herritarrei baino ez diete eragiten. Behintzat, Europar Batasunean, [sarearen neutraltasuna babesteko araudia onartu zen 2016ko abuztuan](#), eta indarrean daude pribatutasuna babesteko legeak ere. Eta Europar ez dugu Trump bezalako agintari eskuindar, arrazista, teknofobo edo telekomunikazio-enpresen txotxongilorik, eta ez dirudi etorkiz... Oh, wait! ●

KOLDO GARCÍA ETXEBARRIA

Biodonostia Osasun Ikerketa Institutuko ikertzailea

Geneak nahieran aldatzea: NON DAUDE MARRA GORRIAK?

DNA mozteko eta itsasteko gaitasuna eskuratu genuenetik, gaitasun horiek gaixotasun genetikoak konpontzeko erabiltzea izan da gure nahia. Saiakerak egin ziren, “terapia genetiko” izenez ezagutzen direnak, baina emaitzak ez ziren itxarotakoak izan. Hala ere, azken bizpahiru urteetan, geneak konpontzeko ideia indarrarekin berpiztu da CRISPR teknikari esker (2016ko martxoko zenbakian [Elhuyar aldizkariak erreportaje bat eskaini zion](#)). Teknika horrek aukera emango du gene zehatz batean nahi den aldaketa egiteko, modu oso espezifiko batean eta genomaren gainontzeko osagaiak aldatu gabe. Horrek atea irekitzen dizkio geneak nahieran aldatzeari. Estatu Batuetan belaunaldi berri honetako lehen terapia genetikoaren saiakerak onartu direnetik eta Txinan lehen saiakerekin hasi direnetik, teknika honen erabileraren mugei buruzko eztabaida berpiztu da.

GAIXOTASUNETAN

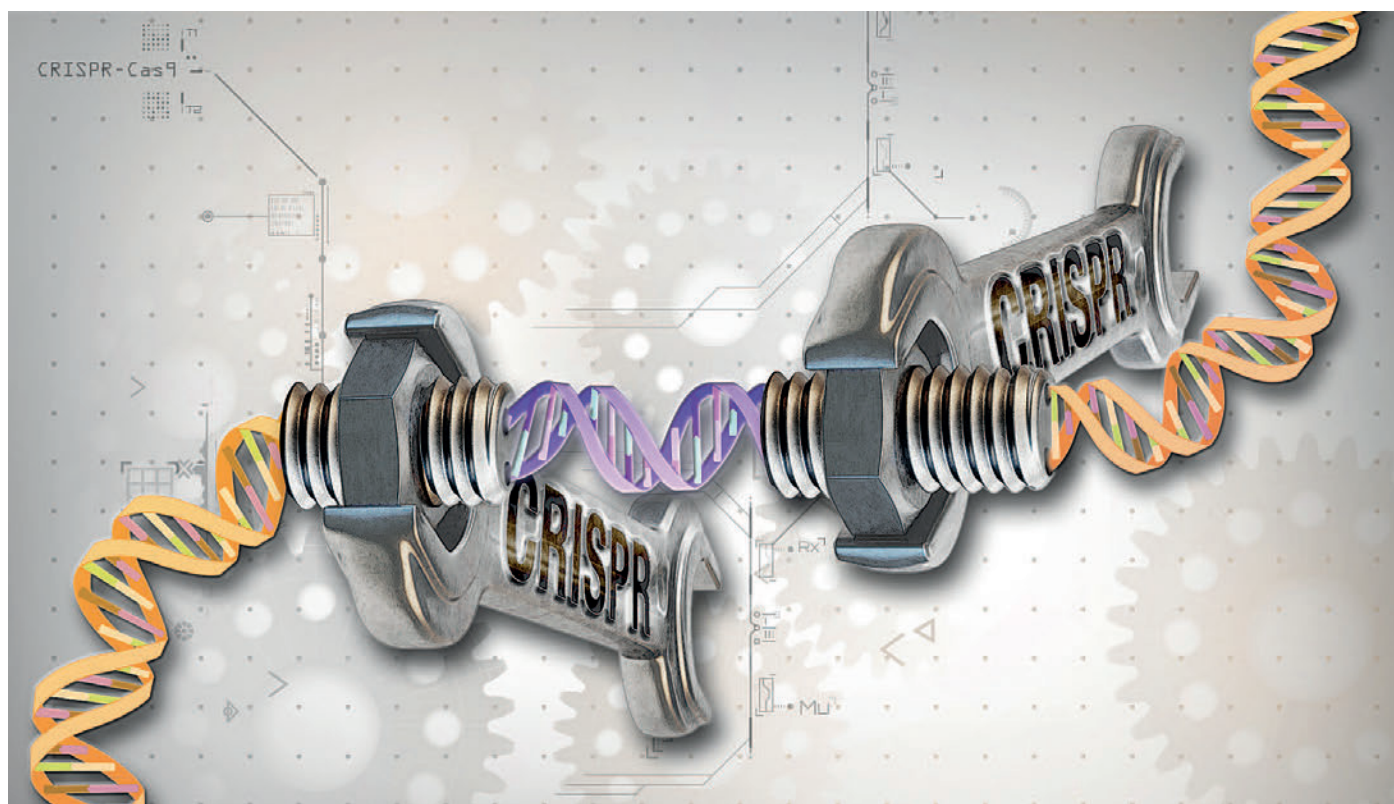
Demagun gaixotasun genetiko hilgarri baten genea konpontzeko gai garela eta, hortaz, gaixo hori sendatzeko gai garela. Gehienok ados geundeke aukera izanez gero konponbidea erabiltzeko, izan CRISPR, izan antzeko beste teknika bat. Gehienontzat, ankerkeria izango litzateke sendagai edo konponbide bat erabiltzeko aukera izanik ez erabiltzea. Baina geneak nahieran aldatzeko orduan, badira erresistentziak.

Geneak aldatzeko zuhurtzia hori ulertzeko, iragan gordin eta beltza gogoratu behar dugu: eugenesia. Mugimendu horrek aldarrikatzen zuen gizakion ondare genetikotik ezaugarri kaltegarriak kentzea, gizaki osasuntsuago eta sendagoak izateko. Beren usteak praktikan jarri zituztenean, antzutze behartuak eta genozidioak eragin zituzten. Hortaz, ez da harritzekoa ezaugarri genetikoak nahieran aldatzeko gaitasunak kezka sortzea.

Bestalde, auzia hemen ere kokatzen da: zer da gaixotasun bat? Zer ezaugarri kaltegarri bat? Beren material genetikoak sortutako sindrome bat duten pertsona askok ez dute beren burua gaixotzat jotzen. Horrela jaio dira, horrelakoak dira, eta, hortaz, beren ustean ez dago zer konpondu edo osatu. Hil ala biziko gaixotasunetatik urrunduta, geneak aldatzearen auzia ez da hain argia. Zuhurtziak iradokitzen digu kasu bakoitza aztertzea eta, betiere, azken erabakia norberak hartzea, ez arau orokor bat ezartzea, beste edozein sendagairekin egiten den bezala.

HUTSALKERIETAN

Inozoak izango ginateke pentsatuko bagenu genomak editatzeko gaitasuna hil ala biziko kasuetan bakarrik erabiliko dugula. Kirurgia bizitzak salbatzeko erabiltzen den bezala, aldaketa estetikoak egiteko erabiltzen da. Begi-kolorea aldatzeko, ukipen-leiarrak erabiltzen dira; izpi ultramoreak hartzen dira, beltzago egoteko,



ARG.: NATIONAL HUMAN GENOME RESEARCH INSTITUTE (NHGRI)

edota ebakuntza egiten da zimurrak kentzeko. Hori geneen edizioaren bidez (begi-kolorea zehazten duten geneak aldatuz edota azaleko melanina-produkzioa areagotuz) lortzeko aukera badago, batek baino gehiagok erabiliko luke, eta aukera hori nork eskaini ere izango litzateke. Hori denak modu batera ala bestera mugatu beharko lirateke, ala kirurgia estetikoarekin egiten den bezala bakoitzaren ahalmenaren esku utzi? Hor, mugak lau-soak direla iruditzen zait, eta ez dagoela erantzun errazik.

MARRA GORRIAK

Orain arte, marra gorri bat onartzen zen: egindako aldaketa genetikoak hurrengo belaunaldira ez transmititzea. Hau da, norbanako bati aldaketa genetiko bat egiten bazaio, berari bakarrik eragitea eta beraren oinordekoei ez transmititzea. Horrela, pertsona batean egindako aldaketek ez lukete eraginik izango espezie osoaren ondare genetikoan. Egia esan, hori *de facto* horrela da, konpontzen diren geneak zelu-

la edo ehun jakinetan bakarrik aldatzen baitira eta, hortaz, ezin dira hurrengo belaunaldietara transmititu. Hori horrela izateko, obulu edo espermatozoideen material genetiko aldatu beharko litzateke eta, oraingoz, ez da modu horretara egiten.

“Nork erabakitzen du zer den ezaugarri kaltegarri bat?”

Hala ere, gai honetan ere, eztabaida zabaldu da berriro: pertsona baten gene bat konpondu ostean, haren seme-alabetan berriro ere konpondu behar da edo zuzenean akatsik gabeko geneak transmititzen joan? Alegia, gaur egun enbrioak hautatzen diren bezala, enbrioia sortzeko obulu eta espermatozoideetan edo enbrioian bertan aldaketak egin, akatsa

duen genea konpontzeko? Hori arestian aipatutako eugenesia *biguntzat* jo genezake, ezaugarri kaltegarriak espezieetik desgertuko lirateke eta. Baina nork erabakitzen du zer den ezaugarri kaltegarri bat?

Azken finean, eztabaida hori guztia puntu horretan laburtu daiteke: nola erregulatu behar ditugu genomen ediziorako tekniken erabilerak? Hori zientziatik harago doan eztabaida bat da, eta gizartean, denon artean, adostu eta hitzartu behar dugu. Batetik, nahitaezkoa izango da gai hau erregulatuko duten balizko legeak argiak izatea. Bestetik, baimenak emango dituzten etika batzordeetan konfiantza izatea eta profesionaltasunez arituko direla ziurtatzea, orain arte ikerkuntzan gertatu den bezala. ●

ZIHARA ENBEITA GARDOKI
UEU



2017ko IkerGazte

EUSKAL ZIENTZIALARIEN KOMUNITATEA SORTZEN

la 200 ikertzaile bildu ziren, maiatzaren 10etik 12ra bitartean, Nazioarteko Ikerketa Euskaraz IkerGazte kongresuan. Bigarren edizio honetan, Iruñean bildu ziren, Nafarroako Unibertsitate Publikoaren egoitzan. Helburuak: Euskal Herriko ikertzaile gazteek egiten duten nazioarteko ikerketa ikusgarri egitea, jakintza-arlo desberdinetako ikertzaileen artean sareak eraikitzea eta euskarazko ekoizpen zientifikoa areagotzea.

Hegoaldeko unibertsitate guztien lankidetzatza izan zuen UEUK, baina Iñaki Alegria UEUKo zuzendariaren esanetan, “zoritxarrez, Iparraldeko unibertsitate-sisteman dagoen fragmentazioak eragotzi egin digu bertako unibertsitateen parte-hartze instituzionala”. Hala ere, izan ziren handik bidalitako komunikazioak ere. ikerketa-zentroetatik ere lan ugari jaso ziren kongresurako. Guztira, jakintza-alor desberdinetako 123 aurkezpen izan ziren.

Panorama baikor horretan, itzalak ere badaude, eta horretaz gogoeta egiteko ere baliatu nahi izan zuten IkerGazte. Antolatzailleen esanetan, “alde batetik, euskarazko ekoizpen zientifikoaren joera negatiboa dago, eta, bestetik, ikertzaile gazteen prekarietatea. Lehenari dagokionez, esan behar da komunitate zientifiko euskalduna asko handitu bada ere ekoizpena ez dela neurri berean hazi azken urteetan”.

Ikertzaile gazteek elkar ezagutzeko bakanrik ez, ikertzaile helduagoen esperientzia ezagutzeko aukera ere izan zuten: Laurence Tresse Lyongo Astrofisika Ikerketa Zentroko zuzendariarena, Jose Ramon Etxebarria ingeniari eta Fisikan doktorearena, Arkaitz Carracedo CIC bioGUNEko ikerbasque ikertzailearena eta Elin Haf Gruffyd Jones Aberystwyth Unibertsitateko irakasle eta ikertzailearena, hain zuzen.

Jose Ramon Etxebarriak “katedralaren eraikuntzaz” jardun zuen. Jada duela urte mordo bat, UEUren 25. urteurrenean, adierazia zuen euskal unibertsitatea ez zela egun batetik bestera eraikitzen. Katedral baten eraikuntzaren aurrean geundela zioen Etxebarriak; helburu finkoak izanik, patxadaz aritu behar zela. Horren haritik dator IkerGazteko bere hitzaldia- ren izenburua. Geure nortasun propiotik eraikia irudikatu zuen Etxebarriak euskal

hezkuntza propioaren katedrala, eta horren alde egin du lan urte luzez, baina, Gaudiren obrarekin legez, hark ere belau- naldi berriei pasatu nahi izan zien errele- boa. Hori baino lehen, hala ere, katedrala- ren prozesua ekarri zuen gogora, berea, amaitu ez dena. Erantzukizun hori ba- duela uste baitu, kontatu beharra duela. Uste baitu sentimenduak inportanteak direla, esperientziak inportanteak direla.

Etxebarriak argi du zientzia eta jakintza unibertsalak ez badira ez direla ez zien- tzia, ez jakintza. Hala ere, horrek ez du esan nahi ingelesez bakarrik argitaratu behar direnik. Alderantziz, hizkuntza guztietan adieraz daitezkeen jakintza eta zientzia dira, harentzat, unibertsalak.

Ikertzaileek kezkatzen dutela ere azpima- rratu nahi izan zuen. Esan zuen bildutako ikertzaileek euskaraz eta pasioz egiten dutela, eta prestakuntza handia dutela, baina, hala ere, diasporara kondenatuak daudela, miseria asko dagoela. Argi du es- kubideak eta duintasuna ez direla opari- tzen, lortu egin behar direla.

Carracedok ere esperientzia pertsonalak kontatzea beharrezkoa dela esan zuen bere hitzaldian, egun gradu bat edota mas- ter bat egiten ari direnek ez dutelako infor- mazio nahikorik ikertzaileen lanari buruz.

Zein da, ikerkuntzan, eguneroko lana? Laborategi bat izatea jarri behar dugu helburutzat, edo badaude bestelako aukerak? Zer garatu behar dugu pertsonalki horretara sendo ailegatzeko?” adierazi zuen. “Nire ustez, oso garrantzitsua da hasten ari diren ikertzaile gazte hauek ikustea zein diren aukerak, zein diren galderak; ikustea guk ere prozesu hori pasatu dugula, eta antzekotasun asko daudela”. Eta zer behar duen ikergazte batek? “Behar dugu motibazioa, gure helburuak argi izatea, gure garapen-prozesua ulertzea; alor ezberdinetatik ikas dezakegu zer edo zer.”

IkerGazten, denek izan zuten iritzia emateko aukera: Olatz Goñi ikergaztea, “euskaraz lan egiten duten beste gazteen lanak ezagutzeko eta, aldi berean, bere lana haiei ezagutarazteko nahiak” ekarri zuen kongresura. “Aukera ezin hobea iruditzen zait arlo berdin zein desberdinetako ikertzaileak ezagutu eta etorkizunean gure

“Geure nortasun propioetik eraikia irudikatu zuen Etxebarriak euskal hezkuntza propioaren katedrala”

ezagutzak elkarrekin trukatzu elkarlanean aritzeko”. Garazi Arrularentzat, garrantzitsua da “euskal ikertzaileen komunitatea elkartzen duelako, euskara nazioarteko hizkuntza izan daitekeela erakutsiz, eta ikerketari balioa ematen diolako, baita dibulgazioari ere. Neuretzat, egiten gabiltzan horrek balioa baduela gure buruari berresteko tresna bat da”. Idoia Astigarragaren esanetan, euskaraz ikertzea erabakitzen dutenek oso modu kontzientean egiten dute hautua, eta “foro

aproposa iruditzen zait euskaraz ikertzen dugunok elkar ezagutzeko eta ikerketa euskaraz ere egiten dela esateko”.

Arlo akademikoarekin batera, aisialdiko ekitaldiak ere izan ziren arratsaldeetan, ikertzaileen sarea ehuntzen lagunduko dutelakoan. Lehenengo egunean, Labritours-ekin, Iruñea ezagutu zuten; Txinparta elkartearen eskutik, Ezkabako San Kristobal gotorlekura bisita gidatua egin zuten; Landare elkartean hitzaldia eta dastaketa izan zituzten, eta Gure Sorlekuaren bila dokumentalaren emanaldia izan zuten Zaldiko Maldiko elkartean. Bigarren egunean, berriz, denek elkarrekin afaldu zuten bertso-afari ilustratuan.

Ikertzaileak gustura, eta antolatzaileak zer esanik ez. Ikertzaileen lana oso maila altukoa izan da, eta, batez ere, ikusi da IKERGAZTE erreferentzia bilakatu dela ikertzaile euskaldunen artean. ●



ARGAZKIAK: UEU

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

DALTONEN

Geranioari begira gelditu zen, zur eta lur, ikusten ari zena ulertu nahian. Gaua zen, eta, kandelaren argitan, gorriak ikusten ari zen egunez urdinak ziren loreak. Fenomeno harrigarri hura ingurukoei erakusten hasi zenean, ordea, are harrituago gelditu zen: inork ez zuen kolore-aldaketa ikusten, anaiak izan ezik!



DALTONISMOA

“Behaketa horrek frogatzen zuen nire ikusmena ez zela gainerako pertsonena bezalakoa”, idatzi zuen John Daltonek, 1794ean argitaratu zuen [Extraordinary facts relating to the vision of colours](#) lanean. Izan ere, bere teoria atomikoagatik, gasekin egindako lanagatik eta abar ospetsu egin zen arren, John Daltonen lehen lan zientifikoa gaur egun daltonismo izenez ezagutzen dugun asaldurari buruzkoa izan zen.

Lan horretan bere burua izan zuen ikergai nagusi. “Beti pentsatu izan nuen, nahiz eta ez nuen askotan esaten, zenbait kolore ez zeudela ongi izendatuta”, dio lanaren hasieran. “Nire zientziarako dedikazioan optikak arreta piztu zidan, eta oso ongi ikasi nituen argiaren eta koloreen teoriak, nire ikusmenak berezitasunik zuenik ohartu gabe. Baina, koloreen diskriminazio praktikoari ez nion arreta handirik jarri, pentsatzen bainuen haien nomenklatura nahasgarrian zegoea arazoa”.

1790ean botanika ikasten hasi zenean hasi zen konturatzen arazoak zituela zenbait kolore bereizteko: “Askotan galdetzen nion jendeari, serioski, lore bat arrosa edo urdina zen, baina adarra jotzen ari nintzela pentsatzen zuten”, idatzi zuen. “Baina ez nintzen ziur egon nire ikusmenaren berezitasunaz, 1792ko udazkenean, hala-beharrez, *Geranium zonalearen* loreak kandelaren argitan ikusi nituen arte. Loreak arrosak ziren, izatez, baina egun-argitan zerua bezain urdin ikusten nituen nik, eta kandelaren argitan, berriz, harrigarriro aldatzen zen; ez zuen urdinetik ezer, oster, nik gorri deitzen niona zen haren kolorea, urdinarekin kontraste handia egiten duen kolorea”.

Hori anaiaari eta berari bakarrik gertatzen zitzaiera ikusita, pentsatu zuen herentziazko asalduraren bat izango zela, eta gaia ikertzeari ekin zion. Hasteko, hainbat koloretako zetazko zinta eskatu zizkion lagun tindatzaile bati, eta zinta haiekin konparatu ahal izan zuen bere koloreen pertzepzioa besteenarekin.

“Beti pentsatu izan nuen zenbait kolore ez zeudela ongi izendatuta”

“Niretzat odola ez da botila-berde deitzen zaionetik desberdina. Eta nekez bereiz dezaket galtzerdiak odolez edo lokatzez zikinduta dauden”, deskribatu zuen. “Belarretik eginga dut nire berdearen eredua. Niretzat ez da gorritik oso desberdina. Erramuaren hostoa eta lakre gorria bat datoz niretzat. Hala, berehala ondoriozta daiteke gainerakoekiko desberdin ikusten ditudala berdea edo gorria, edo biak”.

Xehetasun handiz deskribatu zuen koloreen espektroa nola ikusten zuen. “Soilik bi edo, gehienez ere, hiru kolore ikusten ditut nik, horia eta urdina deituko niekeenak, edo horia, urdina eta morea. Nire horian sartzen dira besteen gorria, laranja, horia eta berdea; eta nire urdina eta morea bat datoz besteenekin. Besteek gorria deitzen dioten hori itzal baten edo argi-falta baten modukoa da niretzat. Laranja, horia eta berdea, berriz, hori bizitik hori apalera modu jarraian doazen koloreen gisara ikusten ditut, edo horiaren ñabar-dura desberdin gisa, esango nuke nik”.

Anaiatz gain, koloreak desberdin ikusten zituen jende gehiago ere aurkitu zuen. “Behin, nire 25 ikasleri gaia azaldu nien, bi konturatu ziren niri bezala gertatzen zitzaiera. Eta beste aldi batean berdin gertatu zen beste batekin [...] Ez dut aurkitu gurasoetan eta umeetan aldi berean gertatzen den kasurik [...] Azpimarragarria da ez dudala berezitasun hau duten emakumezkoen kasurik aurkitu”.

Azkenean, Daltonek ondorioztatu zuen bere begietako humore beirakara urdinez tindatua egongo zela. Eta hori baieztatze-ko, bere ikasle eta lagun izan zen Joseph Ransome doktoreari eskatu zion, hiltzen zenean begiak atera eta aztertze-ko. Hala-xe egin zuen Ransomek 1844ean. Daltonen begietako bat ireki, eta barruko edukia isuri zuen lupa batean. Humore beirakara normal-normal, zen, ordea, gardena eta kolorerik gabea. Bigarren begiarekin beste proba bat egin zuen: atzean zulotxo bat egin, eta handik begiratu zuen, berdea eta gorria Daltonek bezala ikusten ote zituen behatzeko. Baina, berdea berde eta gorria gorri ikusi zituen.

Gaur egun badakigu erretinako kono ize-neko zelula fotosentikorrei eragiten dieten hainbat akats genetikoren ondorioa dela daltonismoa. Daltonek asaldura deskribatu zuenetik 200 urtera, 1995ean, Londresko Unibertsitateko ikertzaileek haren begiak aztertu zituzten berriz. Kasu hartan, DNA-azterketa bat egin zuten. Eta [ikusi zuten deuteranopia zuela](#); alegia, Daltonen konoei kolore berdearekiko (uhin-luzera ertainekiko) sentikorrak diren fotopigmentuak falta zitzaizkiela. ●



ARG.: MANUEL DIAZ DE RADA

MARIAN IRIARTE ORMAZABAL

Kimikan doktorea

Marian Iriarte Ormazabal (Donostia, 1962). 1985ean, Kimikan lizentziatu zen, EHU, eta, geroztik, beti egon da EHUren Kimika Fakultatera lotuta. Han lortu zuen doktoretza, gero irakasle egin zen, eta, iaztik, EHUko Donostiako Kimika Fakultateko dekanoa da. POLYMAT ikerketa-taldeko kide ere bada, eta dibulgazioan ere aritzen da.

“Kimika saiatu da eragin dituen arazoei konponbidea aurkitzen”

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

Antza denez, Marian Iriarte Ormazabal ezetz esaten ez dakiten horietakoa da; ez, behintzat, Elhuyarri. Izan ere, deitu diogun bakoitzean eman digu baiezkhoa, eta beti azaldu da laguntzeko prest. Oraingo honetan ere ez dio uko egin elkarriketari, baina, aitortu digunez, denbora behar izan du erantzunak pentsatzeko. Ondo hausnarturako erantzunak dira, beraz.

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

Nire bizitza akademikoan, berrikuntza eta aurkikuntza asko egon dira nire alorrean: kimikan eta zehazki polimeroen kimikan. Baina zerbait nabarmentzekotan, behar bada aipatuko nuke kimikak zer eragin izan duen gure egunoroko bizitzaren kalitatea hobetzen. Oinarrizko jakinduriak, laborategietan eta bestelakoetan garatutakoak, material berriak sortzea ekarri du. Hortxe ditugu mendira doazenek erabiltzen dituzten material arin, iragaztezin eta isolatzailerak; edo gure hezurak apurtzen direnean ordeztuko gisa erabiltzen diren protesi polimerikoak, edo apurtzen ez diren autoetako kristalak, autoak gero eta arinago egiten dituzten material polimerikoak...

Honekin batera, beste gauza bat ere aipatuko nuke: teknologiak zenbat lagundu duen gertatzen diren erreakzio asko hobeto ulertzen. Hau da, erreakzioetan lortzen diren materialak zer diren zehazteko karakterizazio-teknikak hainbeste hobetu direnez (espektroskopia, erresonantzia magnetikoa, kromatografia, mikroskopia elektronikoa...), erreakzioen mekanismoak eta produktuen egiturak errazago ulertzeko aukera eman digute.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Kimikaren kasuan, aurreko urteetan gauzak behar bezala ez egiteagatik, industria kimikoak arazo asko eragin ditu. Baina egia da, aldi berean, Kimika saiatu dela eragin dituen arazoei konponbidea aurkitzen. Hortaz, etorkizunean ikusi nahi nuke ea kimikariok gai ote garen hondakinek eragiten dituzten arazoak konpontzeko. ●

CAF ELHUYAR SARIAK 2017

Zientzia eta teknologia gizarteratzeko ahalegina egiten dutenen lana aitortu nahian, zientzialarien, kazetarien eta artisten topaleku bihurtu dira CAF-Elhuyar sariak. Agerian geratu da dirudien baino gertuago daudela elkarrengandik. Aurten, zientzia eta intuizioa izan dira protagonista.

Hurrengo orrialdeetan dituzue irabazleen lanak.



Aurrean, ezkerretik eskuinera, Xabier Monasterio Torre (Kazetaritza-lanen arloko saria), Armintxe Animazio Taldeko ordezkaria (Zientzia gizartean sorkuntza-beka), Mikel Etxeberria Okariz (Lehen sektoreko NEIKER-Tecnalia saria), Maria Jesus Esteban Galarza (Elhuyarren Merezimendu Saria), Gorka Azkune Galparsoro (Dibulgazio-artikulu orokor onenaren saria) eta Josu Doncel Vicente (Egilearen tesian oinarritutako artikuluen saria). Atzean, Armintxe Animazio Taldeko beste kideak eta Bilbo Hiria Irratiko lagunak. INIGO IBAÑEZ



IÑIGO IBÁÑEZ

GORKA AZKUNE GALPARSORO

(Azpeitia, 1982). EHUn ikasi zuen Informatika Ingeniaritza. Karrera-amaierako proiektua Optika Kuantikoko Max Planck Institutuan egin zuen, Ignacio Ciracen zuzendaritzapean. Tecnalia aritu zen lanean robotika eta adimen artifizialaren arloetan. Deustuko Unibertsitatean doktore-tesia egin zuen, sistema adimentsuen esparruko ikerketetan sakontzeko. Gaur egun, Deustuko Unibertsitateko Ingeniaritza Fakultatean dihardu ikerlari eta irakasle.

Intuizioaren bide ilunak argitzen

Albert Einstein fisikari handiak esan zuen intuizioa dela benetan balio duen gauza bakarra. Einsteinek ez ezik, badirudi beste guztiok ere intuizio-gaitasun itzelak ikusten ditugula zientzialari, politikari eta era guztietako estrategia nabarmenenen atzean. Esan genezake arazo konplexuak askatzeko behar-beharrezkoa dela intuizioa, arrazonomenduarekin eta ezagutzarekin batera. Baina zer da intuizioa? Gizakiok soilik dugun ahalmen berezi bat al da?

EZAGUTZA EZ-ARRAZIONALA

Intuizioaren inguruan, pentsalari askok egin dute lan historian zehar, hala nola Descartesek, Kantek edo Husserlek. Gaur egun, ordea, psikologoek eta neurologoek aztertzen duten kontzeptu bat da intuizioa, eta, horretarako, zientzia modernoaren tresnak eta bideak erabiltzen dituzte. Ez ditugu haien lan sakonak ekarriko hona. Nahikoa zaigu jakitea azken teorioren arabera bide ez-arrazionaletatik sortzen den ezagutza dela intuizioa. Ondorioz, ezagutza-mota hori ezin dugu ez azaldu, ezta hitzetan jarri ere [1]. Eman garrantzia kontzeptu horri, berriro ere azalduko zaigu eta.

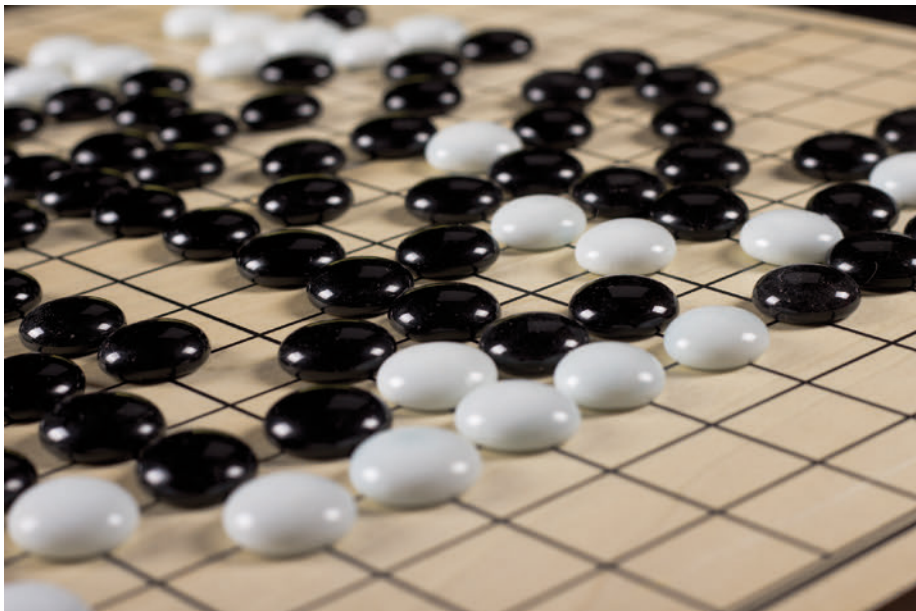
Artikulu honetan zehar ikusiko dugu ea intuizioa gizakiok soilik dugun ezaugarri bat denetz. Horretarako, lehenbizi, xakean jokatzen duten ma-

kinak aztertu eta ulertuko ditugu. Ondoren, *Science* aldizkariarentzat 2016. urteko lorpen zientifiko handienetako bat dena ikusiko dugu [2]: *AlphaGo*, Go txinatar jokoaren menderatu duen adimen artifiziala.

XAKEA ETA DEEP BLUE MAKINA

Mendebaldeko kulturaren xakea izan dugu mahai-joko estrategia-jokoaren gailurra. Saia gaitzeen joko hori zenbakien bidez aztertzen. Xakean, jokalaria bakoitzak 6 motatako 16 pieza ditu hasieran. Mota bakoitzeko piezak era ezberdinetan mugi daitezke. Beraz, jokoaren edozein egoeratan, jokalaria batek 35 mugimendu ezberdin egin ditzake.

Zuhaitz-erako egiturak erabiliz azaldu daitezke xakea eta halako jokoak. Zuhaitzaren erroan, partidaren hasierako egoera adierazten da, pie-



© DOLLARPHOTOCLUB/LENZENDORFMARCUS

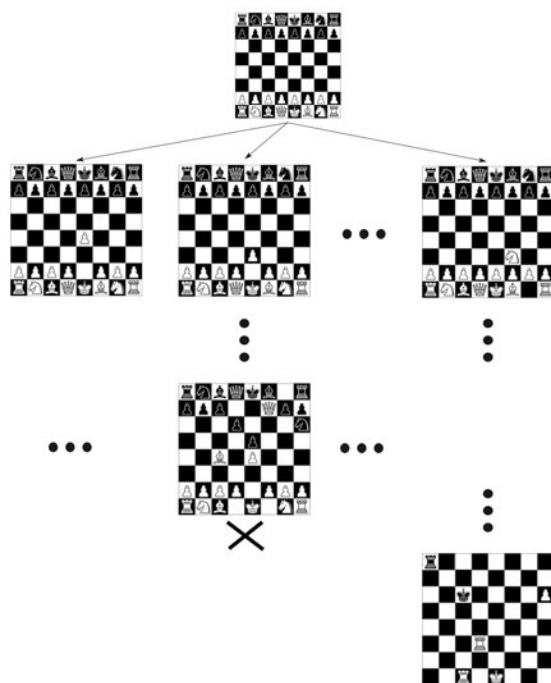
1. irudia. Xake-partida batean egin daitezkeen mugimenduen errepresentazioa zuhaitz moduan. GORKA AZKUNE

Hasiera egoera

1. lerroa

N. lerroa

M. lerroa



za bakoitza hasierako posizioan egonik (1. irudia). Demagun hasierako egoeratik peoi bat mugitzen dugula. Egoera berri hori gure zuhaitzaren lehen lerroan egongo litzateke, beste pieza guztien mugimendu posible guztiekin batera. Egoera berri bakoitzetik, mugimendu posible adina adar berri irtengo dira, eta, horrela, bukaerara iritsi arte.

Jotzen da xakean sor daitezkeen jokoen kopurua, hau da, zuhaitzaren nodo-kopurua, 10^{120} inguru dela. Zenbaki horren handitasuna argiagoko ikusteko, pentsa, kalkulu onenen arabera, gure unibertsoan 10^{80} atomo daudela!

Lehenbizikoz xake-maisu handi bat garaitu ahal izan zuen makina *Deep Blue* izan zen, 1997an [3]. IBMk programatutako superkonputagailu hark xakearen zuhaitza erabiltzen zuen erabakiak hartzeko. Zuhaitz osoa gordetzea ezinezkoa denez, joko-egoera bat adierazten zuen nodotik abiatuta, hurrengo sei sakonera-lerroak aztertzen zituen makinak. Sakonera haietan zeuden nodoak ebaluatzen zituen, ikusiz zein nodo zen txarrena beretzat eta zein onena. Ebaluazio horren ondoren, nodorik txarrena ekiditeko egin beharreko mugimendua hartzen zuen.

Joko-estrategia horren gakoa nodoak ebaluatze gaitasuna da. Horretarako, IBMk xake-jokalari handiekin egin zuen lan, haien ezagutzaekin irizpide programagarriak lortzeko. Irizpide horiek *heuristiko* deitzen zaie. IBMk sekulako lana egin zuen heuristiko haiek definitu eta programatzeko, eta, azkenean, Gary Kasparov bera garaitu zuen.

GO TXINATAR JOKOA

Xakearekin alderatuz, go jokoa arauak sinpleagoak dira, baina joko askoz ere konplexuagoa da. Kalkuluen arabera, 10^{171} joko posible daude goan! Baina hori ez da txarrena: xakean heuristikoak programatzeko posible da, baina goan ia ezinezkoa da behar bezala funtzionatzen duten irizpideak ongi definitu eta programa bihurtzea. Adituak, oro har, ados jartzen dira mugimendu bat ona ala txarra izan den erabakitzeko, baina ezin izaten dute azaldu zergatik pentsatzen duten hori. Badirudi intuizioa dela goan jokatzeko gakoa. Eta, noski, oraindik ez dakigu intuizioa hitzetan jartzen, formula matematiko bilakatzen edo programa gisa idazten.

Hori dela eta, aditu gehienek esaten zuten, orain dela ez urte asko, go-jokalari onenei irabaziko zien makinarik ez genuela ikusiko hogeitaz bueltan. Bada, ikusi dugu. 2016ko martxoan, Deep Mind enpresak [4] *AlphaGo* makinarekin irabazi zion munduko txapeldun handienetako bati, Lee Sedol korearrari.

ALPHAGO ETA IKASTEKO BOTEREA

Deep Mindeko zientzialariek argi ikusi zuten goa oso joko egokia izan zitekeela ikasteko gaitasuna duten makinentzat. Beraz, neurona-sareak erabiltzen hasi ziren goan jokatzeko [5]. Ikasketa-algoritmo arrakastatsuenak dira, gaur egun, neurona-sareak [6]. Garuneko neuronen antzera, neurona artifizialek seinale batzuk jasotzen dituzte (datuak) eta, ikasitakoaren arabera, aktibatu egiten dira ala ez. Ikasketa-prozesuan zehar definitzen du neurona-sareak zer daturen aurrean aktibatu eta aktibazio ho-

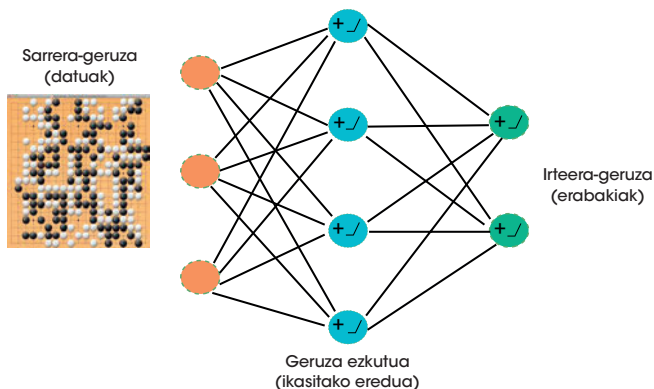
rien intentsitateak nolakoak izan behar duten. Neurona artifizialak elkarrekin lotuz, geruzak eratuz, portaera oso konplexuak ikas ditzakete sare hauek (2. irudia).

AlphaGok bi neurona-sare garrantzitsu ditu: alde batetik, politika-sarea dugu, eta, bestetik, balio-sarea. Politika-sarearen helburua da joko-egoera bat emanda hurrengo mugimendu onena zein izango den asmatzea. Horretarako, bi ikasketa-estrategia konbinatzen dira. Hasieran, gizakiek jokatzeko 30 milioi jokaldi erakutsi zitzaizkion sareari, ikasketa gainbegiratu erabiliz. Hots, sareak ikusten zuen joko-egoera baten zat, hurrengo mugimendua zein zen erakusten zitzaion. Adibide haietatik orokortzen ikasi zuen. Mugimendu guztiak prozesatu eta ikasketa amaituta, gizaki baten mugimenduak aurreikusten zituen politika-sareak, % 57ko asmatetasarekin.

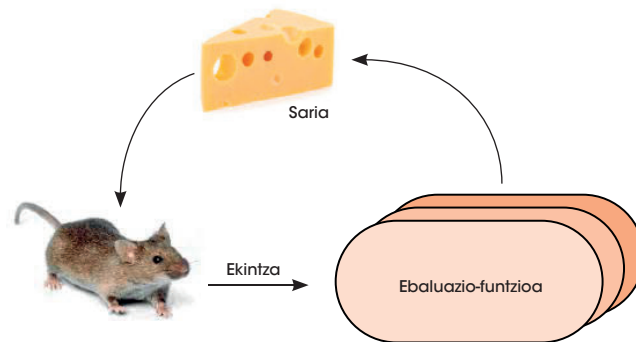
Bigarren fase batean, politika-sarea bere buruaren aurka jokatzeko jarri zuten. Horrela, errefortzu bidezko ikasketa erabiliz, hurrengo mugimendu onena zein zen erabakitzeko gaitasuna hobetu zuen sareak. Ikasketa-mota honetan, sareari erabakiak hartzeko askatasuna ematen zaio. Erabaki horien ondorioz irabaztea lortzen badu, saria ematen zaio. Baina galtzen badu, zigorra ematen zaio. Sari-kopurua ahalik eta handiena izan dadin, geroz eta erabaki hobeak hartzen ikasten du sareak (3. irudia).

Balio-sareak beste helburu bat du. Haren egitekoa da, joko-egoera bat emanda, irabazteko probabilitatea balioztatzea. Sare hori entrenatzeko, *AlphaGok* bere buruaren aurka jokatzeko milaka partida erabili ziren. Hainbeste partida ikusi ondoren, balio-sareak ikasi zuen behar bezala kalkulatzeko zer aukera duen jokalar batek joko-egoera baten aurrean irabazteko.

Nola konbinatzen dira bi neurona-sare horiek goan jokatzeko? Horretarako, berriro ere, joko-zuhaitza erabili behar dugu. *AlphaGok*, joko-egoera bat emanda, politika-sarea erabiltzen du hurrengo mugimendu onenak zein diren aurreikusteko. Mugimendu horientzako partidak simulatzen ditu sakonera jakin bateraino. Partida horien azken joko-egoerak balio-sareari pasatzen zaizkio, irabazteko probabilitatea kalkulatzeko. Horrela, politika-sarearen ustez onenak diren mugimenduen artean, balio-sareak irabazteko probabilitate handiena ematen dion joko-adarrari eusten dio *AlphaGok* (4. irudia). Kontu egin, gainera, partida gehiago jokatzekoak derioz, bai politika-sarea bai balio-sarea hobeak bilakatzen direla beren lanean.

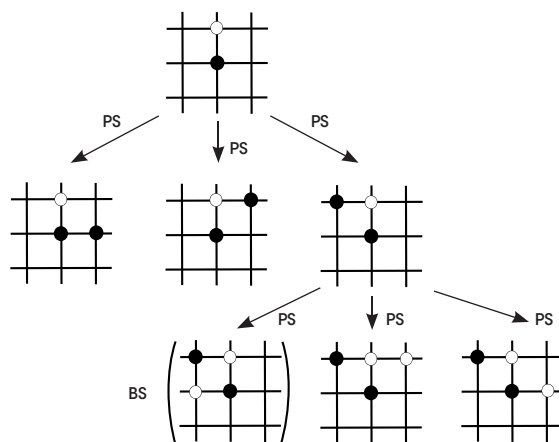


2. irudia. Go jokoarentzat balio dezakeen neurona-sare baten irudikapena. Sarrera-geruzan, joko-egoera ematen zaio. Geruza ezkutuan, neurona bakoitzak batuketak egiten ditu (+), jasotako datuen gainean, eta, ondoren, aktibazio-funtzioa aplikatzen du (-). Irteera-geruzan, estrategia berari jarraituz, erabakiak hartzen ditu (adibidez, partida hau irabaz dezaket ala ez). GORKA AZKUNE



3. irudia. Errefortzu bidezko ikasketaren irudikapena. Saguak ekintza bat burutzen du, eta, ondorioz, ebaluazio-funtzioaren arabera sari bat emango zaio (gazta) ala ez. Horrela, saria irabazten laguntzen dioten ekintzak ikasiko ditu saguak. GORKA AZKUNE

4. irudia. Joko-egoera jakin batetik abiatuta, mugimendu onenak aukeratzeko politika-sareak (PS) (irudi honetan, hiru bakarrik jarri ditugu); sakonera jakin batera iritsitakoan, balio-sareak (BS) joko-egoera guztiak baloratzen ditu; "onena" aukeratzeko (bere ustez onena), eta, beraz, egoera horretara eramango lukeen mugimendua aukeratzeko du makinak. GORKA AZKUNE



DEEP BLUE VS ALPHAGO

Egia da bi makinek joko-zuhaitzean bilaketak eginez hartzen dituztela erabakiak. Baina alde ikaragarria dago zuhaitz horiek aztertzeke garaian. Deep Bluearen kasuan, adituek eskuz programatu zituzten joko-egoerak ebaluatzeke irizpideak. Beraz, Deep Blue ez ingo luke xakea ez den beste joko batean jokatu. Eta, noski, haren jokatzeko gaitasuna beti bera izango da, adituen batek heuristikoak hobetzen ez dituen bitartean.

AlphaGok bi neurona-sare darabiltza mugimendu onenak eta joko-egoerak baloratzeko. Sare horiek ez ditu inork eskuz programatu. Ikasiz lortzen dute, beren gaitasuna eta, beraz, bi abantaila nagusi dituzte:

1. Beste edozein mahai-jokotarako balio dezakete.
2. Partida gehiago jokatzen den heinean, jokalaria hobe bilakatzen da AlphaGo.

Bi makinaren funtzionatzeko moduak adimen artifizialaren munduan historikoki izan diren bi paradigma nagusien adierazgarri bikainak dira:

Deep Bluearen ezagutzara bideratutako adimen zurruna eta AlphaGoren ikasteko gaitasuna. Makinak eskuz programatuz, beren kasa ikas dezaten uzteraino. Gaur egun, nahiko argi ikusi dugu bigarren ideia, ikastearena, askoz botere-tsua dela, AlphaGo eta halako beste adibide batzuekin.

ONDORIOAK

Intuizioa ezagutza ez-arrazionala omen da. Goan jokatzen duten adituek intuiziora jotzen dute beren erabakiak eta analisiak azaltzeko garaian. Badakite nola jokatu, baina ez dira gai behar bezala azaltzeko. Ezin esan dezakete zergatik den mugimendu bat beste bat baino hobea.

AlphaGok intuizioaren funtzioa imitatu ahal izan du, ikasteko gaitasunaz baliatuz. Joko-egoera baten aurrean, intuizioz erabakitzen du zein den hurrengo mugimendurik onena, gizaki batek egiten duen antzera. Intuizioz erabakitzen du, halaber, joko-egoera batek irabaztera eramango duenetz. Eta badirudi haren intuizioa gizakienaren gaitetik dagoela.

Lee Sedol txapeldun handiak hainbat estrategia erabili zituen AlphaGo menderatzeko asmoz. Partida batean, nahita, gaizki jokatu omen zuen, gaizki jokatzen zuen gizaki baten aurrean AlphaGok zer egin jakingo ez zuelakoan. Huts egin zuen. Sedolek partida bakarrean irabazi ahal izan zuen, inork gutxik espero zuen mugimendu bati esker. Ingeniariaren arabera, AlphaGok mugimendu hura aurrekusi omen zuen, baina oso probabilitate baxua eman zion. Beraz, Lee Sedolek makina harrituta utzi zuen mugimendu harekin. Behin bakarrik, ordea.

Etorkizunerako erronka da AlphaGok darabiltzan neurona-sareak eta ikasketa-teknikak gure eguneroko arazoak konpontzeko erabiltzea. Ikasteko gaitasuna duten makinak laguntza ikaragarria eman diezagukete industrian, zerbitzuetan, medikuntzan eta baita zientziaren garapenean bertan ere. Intuizioa gakoetako bat izaten da domeinu horietan guztietan, eta badirudi jada badakigula zer egin makinek intuizio hori lor dezaten.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Intuizioaren teoriak: <https://es.wikipedia.org/wiki/Intuici%C3%B3n> (azken bisita: 2016/12/28)
- [2] Science's top 10 breakthroughs of 2016: http://www.sciencemag.org/news/2016/12/ai-protein-folding-our-breakthrough-runners?utm_source=sciencemagazine&utm_medium=twitter&utm_campaign=6319issue10031 (azken bisita: 2016/12/28).
- [3] Deep Blue (chess computer): [https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_Blue_\(chess_computer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_Blue_(chess_computer)) (azken bisita: 2017/01/21)
- [4] Deep Mind: <https://deepmind.com/> (azken bisita: 2017/01/29)
- [5] SILVER, D. ET AL.: "Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search". *Nature*, 529.7587 (2016), 484-489.
- [6] LECUN, Y., BENGIO, Y., HINTON, G.: "Deep learning". *Nature*, 521.7553 (2015), 436-444.



Uztailaren 3, 4 eta 5ean DONOSTIA Uztailaren 6an eta 7an LEIOA



Pikler-Loczy: harreman-egoera zailen aurrean, zer? - Montessori pedagogia (2-6 urte) -
Ikasleak erakarri, euskaraz egin nahi izan dezaten - Askatasunerako pedagogia -
Pedagogia Sistemikoa - Adimen Anitzak eta Autoestimua - Mindfulness (Arreta osoa) -
Jendaurrean hitz egiteko teknikak - Eskola emozionala - Aho bete amets: (0-6 urte) -
Pentsamendu autonomia eta sortzailea - Garapen pertsonala irakasleentzat -
Nola saihestu eta kudeatu eguneroko gatazkak - Gorputzaren bidez arreta teknikak -
Alexander teknika - Antzerki teknikak - Entrenamendu Mentalaz eta Ametsak -
Haurrei ipuinak kontatzeko trebatzen - Espresio tailerra - Motibatu nahi? -
Letra azkarrak testuen giltzarri - Kontzeptu Mapak hezkuntza xedeetarako -
Gure eskolak mila kolore dituelako - Yoga eta kontzentrazio teknikak -
Txotxongilo eta ipuinen mundu magikoa - Gorputzetik sinbolizatzen -
Mindfultyoga. Burua eta gorputza bat eginik - Haurraren autoestimua -
Musikaren baliabide tekniko eta espresiboak - Portaera Arazoei hurbilketa bat -
Donamartiriko Arberoa ikastola. Komunikazio Ez Bortitza - Plastika tailerra -
Gorputza irakaskuntza prozesuan txertaten - Psikoterapia eta gorputza hezkuntzan -
Gorputz Adierazpena - Lau elementuak euskal mitologian.

Informazioa eta izena ematea www.hikhasi.eus helbidean



INIGO IBÁÑEZ

JOSU DONCEL VICENTE

(Getxo, 1985). Matematika eta Elektronikako Ingeniaritza Teknikoa ikasi zuen EHU, baita Matematika Aplikatua eta Estatistika masterra ere. Okzitaniako Tolosako Unibertsitateko doktoretza-titulua atera zuen 2015ean. Azken urteotan, LAAS-CNRS (Frantzia), Inria (Frantzia) eta BCAM-Basque Center for Applied Mathematics (Bilbo) ikerketa-zentroetako ikertzailea izan da, eta irakasle aritu da ENSIMAG (Frantzia), INSA-Toulouse (Frantzia) eta IUT-Blagnac (Frantzia) unibertsitateetan. Gaur egun, EHUko Matematika Aplikatua eta Estatistika saileko irakaslea da.

Sareen arteko komunikazioak bizkortzea: bide optimoa aurkitzen duten algoritmoak

Telekomunikazio-sare modernoetan, hainbat motatako gailuek (ordenagailuak, telefonoak eta tabletak, esate baterako) datu-paketeak bidaltzen dizkiote elkarri; hori egiten dutenean, komunikatu egiten direla esaten dugu. Sare horien erabiltzaileek kalitatezko zerbitzua eskatzen dute (Youtube-ko bideo bat etenik gabe ikustea edo mezu elektronikoak ahalik eta lasterren ja-

sotzea, adibidez), eta kalitatezko zerbitzu hori beteko bada, garrantzitsua da paketeak sareko bide arinenetik, hau da, optimotik, bidaltzea. Bide optimoa aurkitzeko, hala ere, sare osoaren unean uneko egoera ezagutu behar da, eta hori, zoritxarrez, ezinezkoa da, ezin baitugu aurreikusi zenbat erabiltzaile izango diren sarean, ez eta zer zerbitzu eskatuko duten ere.



1. irudia. Esperimenturako aukeratutako 19 ordenagailuen kokalekua. Esperimentuaren emaitzaren arabera, ordenagailuen arteko komunikazioak ongi asko hobetu daitezke. JOSU DONCEL

Artikulu honetan, Bide Optimoaren Aurkikuntza (BOA) deritzon eredu matematikoaren gainean hitz egingo dugu; izan ere, haren bidez, ordenagailu-multzoen arteko komunikazioak bizkortu daitezke. Funtsean, algoritmo optimoa aurkitzean datza, BOA problema modu optimoan ebazten duen algoritmoa aurkitzean, alegia. Algoritmo batek BOA problema modu optimoan ebazten du, baldin eta, sareari buruzko informazio minimoa eskatuz, bi ordenagailuen arteko bide optimoa aurkitzen badu.

BOA problema modu optimoan ebazten duten algoritmoak aztertuko ditugu. Ikusiko dugu bade-la optimotik gertu dagoen algoritmo bat, eta, halaber, algoritmo hori Google, Facebook edo Amazonen gisako enpresetako ordenagailu-multzoetan erabil daitekeela.

PAKETE-BIDALKETAK BIZKORTZEA ORDENAGAILU-MULTZOETAN

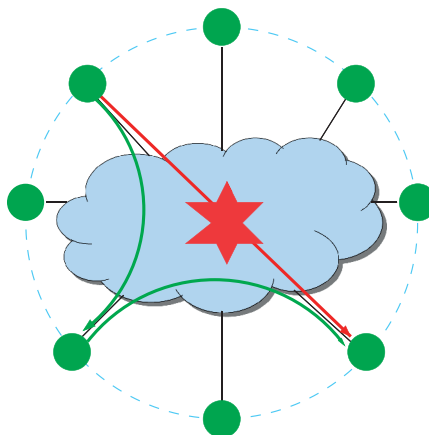
BOA problemaren garrantzia erakusten duen esperimentu bat azalduko dugu jarraian. Munduan zehar banatuta dauden 19 ordenagailu aukeratu ditugu (ikus 1. irudia). Ordenagailu bakoitzetik gainerako ordenagailuetara pakete bat bidali dugu, eta pakete-bidalketa bakoitzaren latentzia neurtu dugu, hau da, zenbat denbora behar izan duen paketeak sorrera-ordenagailutik xede-ordenagailura heltzeko. Paketea bi minututik bi minutura bidali dugu astebetez.

Esperimentuak agerian utzi du askotan kongestio-arazoak izaten direla bi ordenagailuen artean, eta, bidalketak bizkortze aldera, komeni dela paketeak bitarteko ordenagailu batetik igarotzea. Adibidez, esperimentuko neurketen arabera, pakete batek 100 ms behar ditu Irlandatik Kaliforniara joateko, 60 ms Irlandatik São Paulora joateko, eta 20 ms São Paulotik Kaliforniara joateko. Denbora horiei erreparatzen badiegu, erraz ikus dezakegu Irlandatik Kaliforniara doazen paketeak arinago heltzen direla São Paulotik igaroz (80 ms) Kaliforniara zuzenean bidaliz baino (100 ms). Kasu honetan, beraz, komeni da paketeak beste ordenagailu batzuetatik pasatzea, helmugara bizkorrago heltzeko.

BOA PROBLEMAREN DESKRIKAPENA

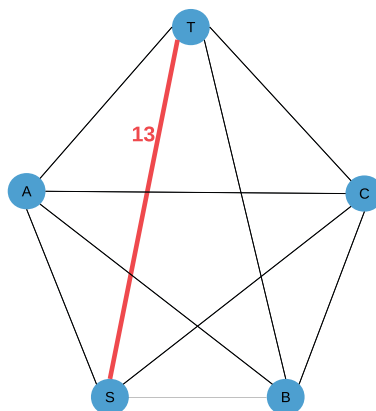
Aurreko ataleko esperimentuaren emaitza aintzat hartuz, argi dago ordenagailu-sistemetak komunikazioak hobetu egin daitezkeela, bide zuzenean kongestiorik izanez gero paketeak bitarteko ordenagailuetatik pasaraziz. Sistema horretan paketeak bide arinetik, hau da, bide optimotik pasatzeko, ordea, ordenagailu guztien

arteko latentzia kalkulatu behar da, eta, aintzat hartuta n ordenagailuko sistema batean egin beharreko neurketa-kopurua n^2 ordenakoa dela, n handia bada, ezinezkoa izan liteke hainbeste latentzia kalkulatzeko. Beraz, bide optimoa zein den jakitea lortu behar dugu, baina sare osoaren latentziak kalkulatu beharrik gabe.



2. irudia. Artikulu honen ideia nagusiaren azalpena. Bi nodoren artean kongestiorik badago, paketeak bitarteko nodo batetik pasatuz, komunikazioa asko bizkortzen da. JOSU DONCEL

Jo dezagun sistemako ordenagailu-multzoa n erpinetako grafo bat dela, zeinaren erpinak ordenagailuak baitira, eta ertzak ordenagailuen arteko bideak (Internet protokoloak ezarritakoak, hain zuzen). Grafo hori osoa da (alegia, edozein erpinetatik edozein erpinetara, beti ertz bat dago), eta ez-orientatua (A eta B erpinen arteko latentzia eta B eta A erpinen artekoa berdina dira). Sarean, ertzen balioak (ordenagailuen arteko latentziak) ezezagunak dira, eta haien balioak



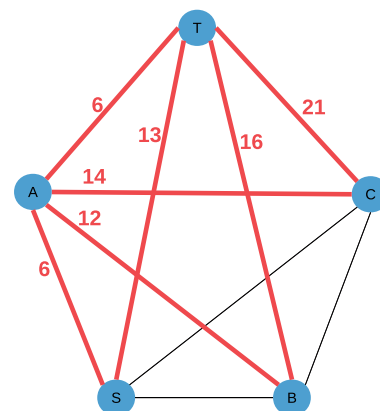
3. irudia. (S, T) ertza besterik kontsultatzen ez duen algoritmoa. JOSU DONCEL

jakitea ezinbestekoa da bide optimoa zein den jakiteko. Ertz baten balioa jakiteko, kontsulta bat egiten da, eta horrek kostua du. Horiek horrela, BOA problema era optimoan ebazten duten algoritmoek batetik bi erpinen arteko bide optimoa aurkitu behar dute, eta, bestetik, ahalik eta kontsulta gutxien egin behar dituzte hori lortzeko, kostua txikia izan dadin.

BOA PROBLEMA EBAZTEN DUTEN ALGORITMOAK

BOA problema ebazten duen algoritmoak bide optimoa aurkitu arte kontsultatzen ditu grafoaren ertzen balioak. Demagun, esaterako, bost erpinetako grafo oso batean S eta T erpinen arteko bide arinena aurkitu nahi dugula, ahalik eta kontsulta gutxien eginez (adibide honetan, beraz, bide optimoa bide arinena da). Algoritmoak, lehenik, S eta T erpinen arteko ertzen balioa, hau da, (S, T) ertzen balioa kontsultatzen du. Ertz hori besterik kontsultatu ezean, algoritmoak ez daki benetan hori denentz bide arinena: (S, A) ertzen eta (A, T) ertzen balioak, adibidez, ez ditu kontsultatu, eta baliteke bide arinena A erpinetik igarotzea. Ez du, beraz, BOA problema ebatzi, eta, horregatik, kontsultak egiten jarraitu behar du bide optimoa aurkitzeko.

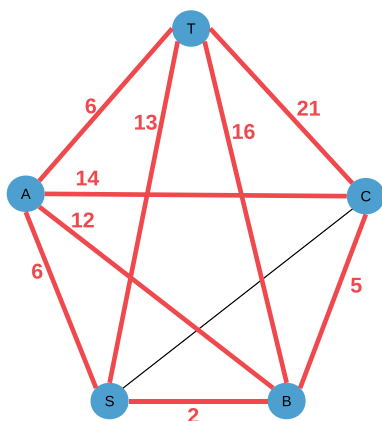
BOA problema ebazten duen algoritmo bat 4. irudian irudikaturik dago. Algoritmo horrek, (S, T) ertza ez ezik, beste 8 ertz ere kontsultatzen ditu, eta, behin bide arinena aurkitzen duenean, ez du kontsulta gehiago egiten. Kontsultatutako ertzen balioak aintzat hartuta, bide arinena (S, A, T) bidea da, hau da, S, A eta T erpinetatik pasatzen dena; izan ere, (S, A) eta (A, T) ertzen balioa 6 denez, bide arinenaren balioa 12 da, eta S erpinetik T erpinera doazen gaine-



4. irudia. Bide optimoa aurkitzeko bederatzi kontsulta egiten dituen algoritmoa. JOSU DONCEL

rako bide guztiek balio handiagoa duen ertzen bat dute; beraz, bide laburrenak baino balio handiagoak dituzte.

Algoritmo hori, hala ere, BOA problema ebazteko baliagarria den arren, ez da, agian, algoritmo optimoa; izan ere, beste algoritmo batek zazpi ertzen balioak soilik kontsultatuz lor dezake bide arinena aurkitzea (5. irudian). Hala bada, BOA problema era optimoan ebazteko, zazpi kontsultako algoritmoa baliatu behar da.



5. irudia. BOA problema era optimoan ebazten duen algoritmoa. Bide laburrena aurkitzeko, zazpi kontsulta egin behar ditu. JOSU DONCEL

BOA problema ebazten duen algoritmo bat optimotik gertu dagoen jakiteko, kontsulta-arrazoa erabiltzen da. Algoritmo baten kontsulta-arrazoa zatiketa bat da: algoritmo horrek egin dako kontsulta-kopurua zati algoritmo optimoaren kontsulta-kopurua. Adibidez, 4. irudian agertzen den algoritmoaren kontsulta-arrazoa $9/7$ da, algoritmoak bederatzi ertzen balioak kontsultatzen dituelako BOA problema ebazteko, eta algoritmo optimoak, ordea, zazpi; algoritmo bat ez da optimoa haren kontsulta-arrazoa bat baino handiagoa bada.

ALGORITMO OPTIMOAREN BILA

Ikusi dugu aurreko ataleko adibiderako bada goela algoritmo optimo bat, hots, kontsulta-kopuru minimoa eginez bide optimoa aurkitzen

duen algoritmo bat, eta horrek bidea eman diezaguke ondorioztatzeko algoritmo hori optimoa dela edozein grafo osorentzat. Gure analisien arabera, ordea, ondorio hori ustela da. Izan ere, guk frogatu dugu ez dagoela ezein algoritmorik n erpineko grafo oso guztientzat optimoa denik. Alegia, algoritmo baten kontsulta-arrazoa, grafo batean, 1 izan daiteke (hau da, era optimoan ebazten du algoritmoak BOA problema) eta beste batean, berriz, haren kontsulta-arrazoa $1 + 0.25 \cdot n - 0.125 \cdot n^2$ da; alegia, bat baino hertsiki handiagoa da.

Gure helburua da n erpineko grafo oso orotan BOA problema modurik onenean ebazten duen algoritmo bat aurkitzea. Gure ikerketan, BOA problema ebazten duen algoritmo bat asmatu dugu. Guk frogatu dugu algoritmo horrek gehien jota $2n - 1$ kontsulta behar duela BOA problema ebazteko, eta algoritmo optimoak, aldiz, n baino ez. Horrek esan nahi du haren kontsulta-arrazoa $2 - 1/n$ dela grafo guztietan, hau da, 2tik behekoa, grafo teoriarik ezagunak diren beste algoritmo batzuen baino txikiagoa.

Algoritmoaren deskribapena:

Biz $D = \{s, t\}$, $u_1 = s$ eta $u_2 = t$

Bide optimoa aurkitu ezean,

Kontsultatu (u_1, v) eta (v, u_2) , non v ez dagoen D multzoan.

Eguneratu u_1 : D-ko erpin guztietatik s erpinera bide arinena duena.

Eguneratu u_2 : D-ko erpin guztietatik t erpinera bide arinena duena.

Gehitu u_1 eta u_2 erpinak D multzora.

Saiatu bide optimoa aurkitzen.

Alegia, grafo-teoriako algoritmo batzuk ere aztertutitu n erpineko edozein grafo osotan, eta, algoritmo horien kontsulta-arrazoa, gure analisien arabera, n ordenakoa izatera hel daiteke: muturreko kasu batzuetan, grafo-teoriako algoritmoak ertz guztien balioa kontsultatu behar dute, hau da, n^2 ertz. Algoritmo optimoak, aldiz, n ertz kontsultatzen du bide optimoa aurkitzeko. Beraz, haien kontsulta-arrazoa n ordenakoa da, alegia, gure optimotik gertu dagoen gure algoritmoarena baino askoz handiagoa, zeina, esan bezala, 2tik beherakoa baita.

EMAITZAK INPLEMENTATZEN:

GOOGLE, FACEBOOK ETA AMAZON

Gure ikerketaren emaitzak, gure ustez, telekomunikazio-sare modernoek komunikazioak hobe betzeko erabil daitezke. Google, Facebook, Amazon eta haien gisako enpresek ordenagailu-multzo handiak erabiltzen dituzte bezeroei zerbitzua emateko (adibidez, Googlek, ustez, milioi bat zerbitzari baino gehiago ditu, hainbat herrialdetan banatuak).

Enpresa horien bezeroek kalitatezko zerbitzua eskatzen dute; horregatik, enpresa horientzat oso garrantzitsua da komunikazio bizkorak gauzatzea. Hori lortzeko, ezinbestekoa dute sarearen bide optimoa zein den jakitea. Gure ustez, aurkeztu dugun algoritmoa erabiliz, aukera izango dute sarearen egoera modu arrazoizko batean ezagutzeko. Izan ere, algoritmo hori tar-teko dela, kasurik txarrean ere, optimotik gertu dago, sarearen egoera jakiteko egin behar den ahalegina.

BIBLIOGRAFIA

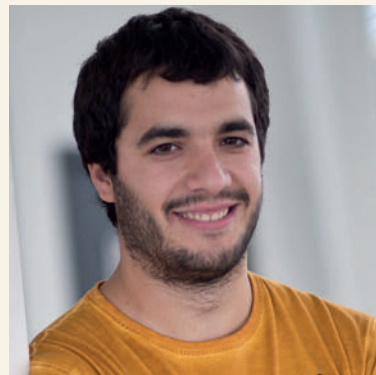
- [1] ABRAHAM, I.; DELLING, D.; FIAT, A.; GOLDBERG, A.V.; WERNECK, R. E. "Highway dimension and provably efficient shortest path algorithms". *Journal of the ACM*, 63(5) Dec. 2016, 41:1–41:26.
- [2] GIBBONS, A.: *Algorithmic graph theory*. Cambridge University Press, 1985.
- [3] HARCHOL-BALTER, M.: *Performance Modeling and Design of Computer Systems*. Cambridge University Press, 2013.
- [4] HARRISON, P. G., PATEL, N. M.: *Performance Modelling of Communication Networks and Computer Architectures*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1st edition, 1992.
- [5] SCHAEFFER, S. E. et al: *Algorithms for nonuniform networks*. Helsinki University of Technology, 2006.
- [6] SZEPESVÁRI, C.: "Shortest path discovery problems: A framework, algorithms and experimental results". In *AAAI*, (2004), pages 550–555.
- [7] VAN STEEN, M.: *Graph theory and complex networks: An introduction*. Amsterdam, 2010.

Udara bat ardiekin, senari jarraika

Lehen artzainek ardiak Euskal Herrira ekarri zituztenetik, milaka urte pasatu dituzte ingurura moldatzen. Hobekien moldatutako ardien ondorengo gehiago utzi dituzte, eta, beraz, gaur egun ditugun ardien ezin hobeki ezagutzen dute bizi diren ingurua. Beste era batera esateko, sena moldatu dute Euskal Herrian ahalik eta ondoena bizirauteko. Senari esker, euria egiten duenean zelaian jarraitzen badute ere, txingorra datorrenean, berehala jartzen dira babesean,

dela ukuiluan, dela harkaitz baten azpian. Udarako bero handienekin ere ez dira eguzki-galdatan egotekoak, eta trumoi handiak iragartzeko gai dira.

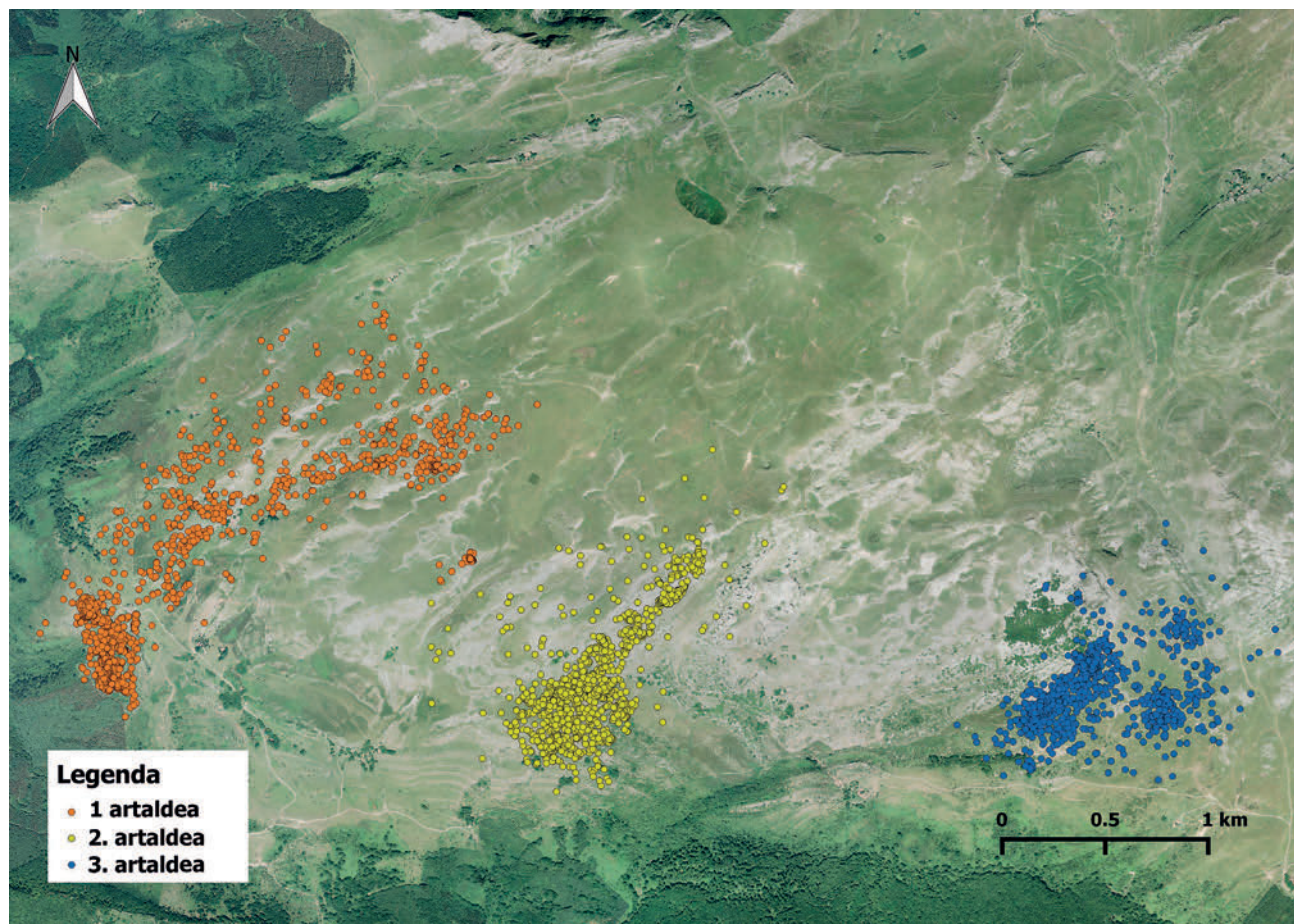
Ardien senari jarraitzen diote ekaitz handietatik eta kazkarretik ihes egiteko, baina jateko ere senari jarraitzen al diote? Zein habitat aukeratzten dute? Edo aukeratu beharrean parean egokitutakoa jaten al dute?



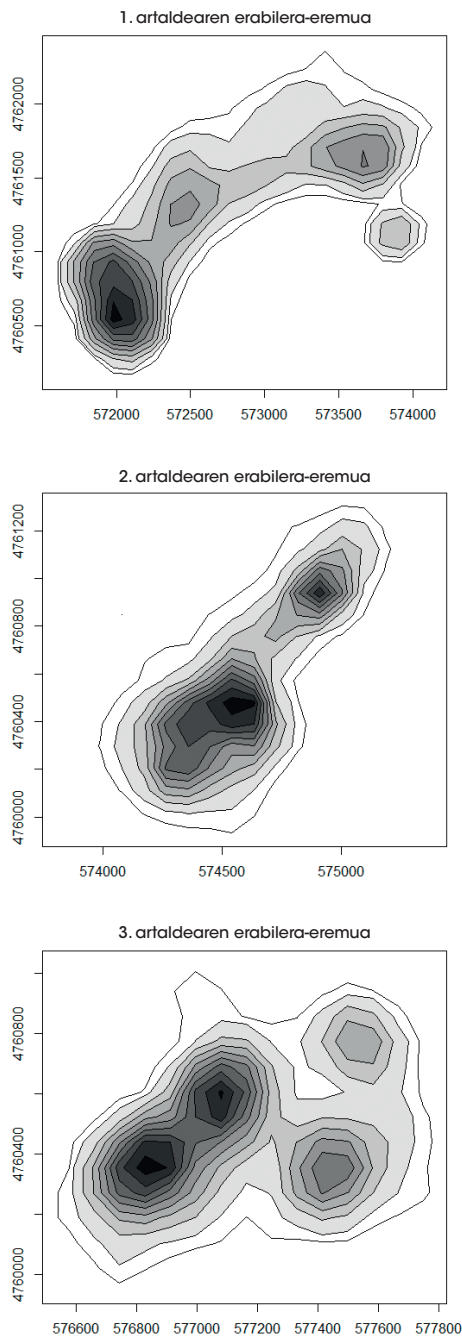
IÑIGO IBÁÑEZ

MIKEL ETXEBERRIA OKARIZ

(Beasain, 1994). Biologia Gradua ikasi zuen EHUUn, eta Gradu Amaierako Lana Arantza Aldezabalekin egin zuen. Gaur egun, Madrilen ari da Ekologiako Masterra ikasten. Dibulgazioari dagokionez, EuskalNatura blogean idazten du, 2016az geroztik.



1. irudia. Ikerketa-eremua eta artalde esperimentalen banaketa espaziala ardien kokapenen bidez adierazita Aralar Parke Naturalean. MIKEL ETXEBERRIA



2. irudia. 1, 2 eta 3 artaldearen erabilera-eremuak hurrenez hurren. Zenbat eta ilunago, orduan eta dentsitate handiagoa adierazten du. MIKEL ETXEBERRIA

Galdera horiei erantzun ahal izateko, ardiek eguneroko egiten dituzten joan-etorrien berri izan behar da, baita leku guztiak intentsitate berarekin ustiatzen dituzten ere. Horri erabilera-eremu deritzen, eta ardiak larratzen diren eremuan larratze-intentsitatea zein den kalkulatu behar da. Baina kalkulua egin ahal izateko, ardiak kokapenak behar dira, eta, horretarako, hiru artaldeetako ardiak aukeratu genituen, 40 guztira, eta GPS-idunekoa bana jarri genien, bi hilabetez, euren kokapenak erregistratzeko (1. irudia).

Kokapen-puntu horiei erabilita, ardiak erabilera-eremuak zehaztu genituen (2. irudia), eta, hala, ondorioztatu genuen ardiek lurraldea modu heterogeneoan ustiatzen dutela; hau da, denbora gehiago igarotzen dute leku batzuetan beste batzuetan baino. Oro har, artzainen txaboletatik gertuko lekuak erabiltzen dituzte gehien, baina irudiko eremu ilunenak txabolei badagozkie ere, badaude dezente erabiltzen dituzten beste leku batzuk ere. Informazio horrekin, lehenengo galderari erantzun ahal izan genion: ardiek non ibili aukeratzeko dute, nahiago dituzte leku batzuk besteak baino.

Behin lehenengo galderari erantzunda, bigarrenari ekin genion: zein habitat dute gustukoak? Horretarako, beharrezkoa da animalien bizi-eremua ezagutzea (3. irudia), hots, kontuan hartzea animaliek bere jardura guztiak bete ditzaten zer lur-eremu behar duten. Izan ere, nahiz eta leku batzuetan denbora gutxi igaro, baliteke behar-beharrezkoa izatea bizitzako garai jakinetan. Umatze-garaian, adibidez, dieta berezi bat hartzen dute, esnea behar bezala ekoizteko, eta, horrenbestez, urtean zehar erabiliko ez lituzketen eskualdeak erabiltzen dituzte.

Kalkulatutako bizi-eremuak 59 eta 170 ha tarteko sailak ziren. Artzainek egunean bi aldiz itzularazten zituzten ardiak txabolara jeztera, eta, beraz, ardiek ezin zuten nahi adinako lurraldea erabili. Gehienez, 3 km urruntzen ziren txabolatik, eta muga nabarmen hori izanik, habitat egokia bilatu behar zuten hektarea horietan.

Behin ardiak non ibiltzen ziren jakinda, eremu horretan zer habitat-motak zeuden jakitea falta zen. Horretarako, landaredi-mapetan oinarritu ginen, eta ikusi genuen artabereek ibilitako eremua bost habitatek osatzen zutela:

- Larre harritsua (< % 15 larrea)
- Trantsizio-larrea (% 15 - % 85 larrea. Estaldura oso aldakorra: larre dentsitatearen antzekoa,

baina arroka azaleratzen denean, lurzoru finagoa duena)

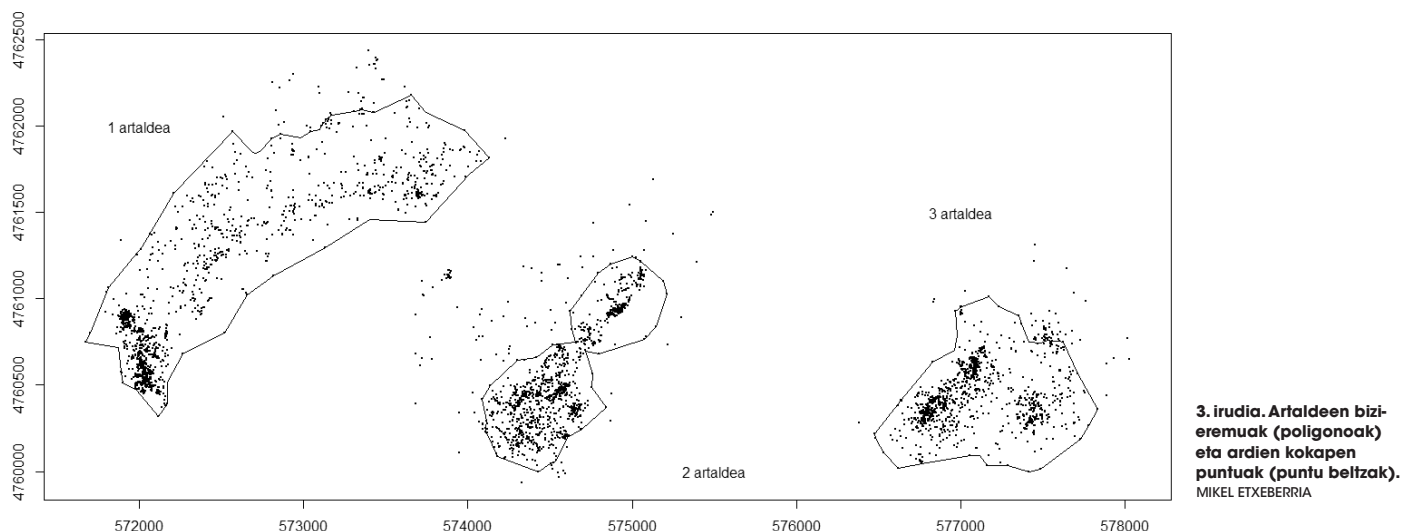
- Larre dentsua (> % 85 larrea, lurzoru sakonakoa)
- Sastrakadia
- Bestelakoak (zuhaiztiak, ingurune nitrofiloak)

Ardien kokapenei eta landaretza-mapei esker, kokapen-puntu bakoitza zein landare-komunitatetan dagoen jakin genuen, eta, hala, ikusi genuen gehien erabiltzen dituzten habitata zein ziren. Hala ere, horrekin ez da nahikoa; izan ere, habitat ugarietan kokapen-puntu gehiago zeuden gainontzekoetan baino. Horregatik, alderatu egin genituen ardiek erabilitako habitata eta habitat horren eskuragarritasuna. Hau da, ardiak zoriz mugituko balira, inongo lehentasunik gabe, lurraldean gehien dagoen habitata erabiliko lukete, eta gutxien dagoena, gutxien. Habitat bakoitzean zenbat kokapen-puntu daukaden ikusita jakin daiteke zoriz espero zitekeen adina erabiltzen duten, gutxiago erabiltzen duten ala gehiago. Eta, beraz, garbi ikus daiteke ardiek habitat bat aukeratzeko joera daukaten edo propio ekin egiten duten (4. irudia).

4. irudian ikus daiteke ardiek habitat guztiak erabiltzen zituztela, hau da, beren bizi-eremuko landare-komunitate guztiak behar zituzten ongi bizitzeko. Hala ere, habitat guztiak garrantzitsuak izanda ere, argi dago sastrakadien garrantzi txikiagoa zutela. Hain txikia ezen eskura zutenetik (irudiko barra zuria) oso gutxi erabili baitzuten (barra grisa).

Larre dentsua, erabat landare belarkaraz osatua, eskuragarri zeukatena baino gutxiago erabiltzen bazuten ere, ardiek denbora asko igarotzen zuten bertan. Izan ere, ardiek jan asko behar dute, belarra energia gutxiko elikagaia baita. Ardiek erabiltzen duten eremuan gehien agertzen den habitata larre dentsua da, eta ardiek habitat hori baliatzen dute energia-iturri handi gisa, trantsizio-larrearen ondoren (4. irudia).

Bestalde, trantsizio-larreak, ingurune nitrofiloak eta zuhaiztiak bereziki aukeratzeko dituzte; aukeratu zuten habitata gutxiago zuten, hainbeste ezen zoriz esperoko litzakeena baino maizago aurkitu baitziren ardiak kokapen-puntuak trantsizio-larrean, ingurune nitrofiloetan eta zuhaiztietan (4. irudia). Trantsizio-larreak larre dentsitatearen eta larre harritsuaren arteko ingurunea dira; hau da, larre zabalak badira ere, harriak agertzen dira noizean behin, eta egitura berezi horren ondorioz, dibertsitate handiagoa



du, larre harritsuko espezieak zein larre dentsoko espezieak agertzen baitira. Ardiak dibertsitate handiko lekuak aukeratzen dituzte, horrela, belar-mota asko jan ditzaketelako leku murritzean; hau da, dieta optimizatzen dute, kalitatea maximizatuz eta esfortzua minimizatuz.

Ingurune nitrofiloak eta zuhaitziak ere asko erabiltzen dituzte, baina ez elikatzeko, hausnarrean aritzeko baizik. Ardiak animalia hausnarkariak izanik, denbora asko behar dute zelulosa digeritzeko, eta une horietan, etzanda egoteko joera dute. Etzanda daudenean, nitrogenoa askatzen dute lurzorura, bertan egiten baitute kaka, eta, hala, habitat nitrofiloak eratzen dituzte. Egun beroenetan, aldiz, zuhaitz azpietan babesten

dira, eta horregatik erabiltzen dituzte horrenbeste zuhaitziak. Larre harritsuari dagokionez, ez dute ez aukeratzen ez baztertzen, hau da, zoriz espero zitekeen adina erabiltzen dute.

Azken finean, esan daiteke ardiak lehentasun garbia dutela eskuragarrien dituzten habitatekiko. Hala ere, habitat horien artean aukera nahiko garbia da, eta, gainera, erabilera desberdina ematen diote habitat-mota bakoitzari. Animaliek ez dute ingurunea zoriz ustiatzen, trantsizio-larreak dituzte gogoko elikatzeko, eta larre dentsoak behar beharrezkoak dira, ardiak behar adina jan izan dezaten. Hausnarrean aritzeko, berriz, ingurune itzaltsuak eta nitrogenatuak erabiltzen dituzte.

Horrenbestez, lan honen bidez argi ikusi da ardiak senari jarraitzen diotela bazkatzeko orduan, eta gogoko dituztela dibertsitate handiko larreak jateko, eta gune itzaltsuak hausnarrean egoteko. Badakite zer jan komeni zaien garai bakoitzean eta zerk ematen dien behar dituzten elikagaiak eta energia. Ezinbestekoa da informazio hori guztia jakitea, Aralar eta halako inguruneak mantendu nahi baditugu. Izan ere, larre-mota desberdinak behar ditugu ardiak osasuna mantentzeko eta ardiak behar ditugu larre horiek bere horretan mantentzeko. Zer izango ote litzake Aralar ganadurik gabe?

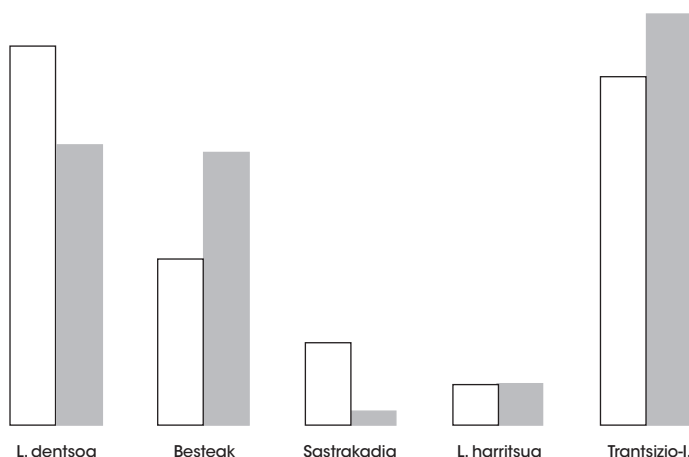
BIBLIOGRAFIA

BURT, W. H.: "Territoriality and home range as applied to mammals". *Journal of Mammology*, 24 (1943), 346–352.

FENG, C.; DING, S.; ZHANG, T.; LI, Z.; WANG, D.; WANG, L.; LIU, C.; SUN, J.; PENG, F.: "High plant diversity stimulates foraging motivation in grazing herbivores". *Basic and Applied Ecology*, 17(1) (2016), 43–51.

WANG, L.; WANG, D.; HE, Z.; LIU, G.; HODGKINSON, K. C.: "Mechanisms linking plant species richness to foraging of a large herbivore". *Journal of Applied Ecology*, 47 (4) (2010), 868–875.

4. irudia. Artaldean habitat-hautespena; zuriz, eskuragarri dauden habitat-eremua, eta grisez, aukeratzen duten proportzioa.
MIKEL ETXEBERRIA



GAI LIBREAN



Buru-zorrien aurka

ANA MENDIA GONZALEZ

Egungo haur ugariaren parasito gogaikarri eta guraso askoren kezka-iturri dira buru-zorriak, pediculosis capitis deritzon infestazioa eragiten duten izaki nimoioak garaitzeke baititugu eta gure arerio baitira. Ahaleginak ahalegin, herrialde gehienetan ez da infestazioaren kontrol arrakastatsurik lortu, eta, ondorioz, bai herrialde garatueta, baita garapen bidean dauden herrialdeetan ere, pedikulosiaren prebalentzia deigarria da. Estigma sozialak eraginda, gainera, zorri-infestazioarekiko erantzuna fobikoa da Mendebaldean, zorriak garbitasun eskasaren (...)

EKINEAN



IRATI MARKUERKIAGA OLABE

Erresonantzia magnetiko bidezko irudigintzan ikertzaile

“Lanean, ikasitakoa erabiltzeko aukera izatea gustatuko litzaidake”

Herbehereetara deitu behar izan dugu Irati Markuerkiaga Olaberekin hitz egiteko. Izan ere, hango unibertsitate batean dabil tesia egiten, Radboud Unibertsitatean. Ikerketan buru-belarri murgilduta badago ere, gaztetan (...)

ALBISTEAK



Aroeirako gizakia, berdina eta berezia

400.000 urte inguruko garezur bat aurkitu dute Aroeirako haiztuloan (Portugal). Lisboako Unibertsitateko arkeologoek zuzendutako nazioarteko talde batek berreskuratu eta aztertu du garezurra, eta, adierazi dutenez, European mendebaldearen aurkitutako atxeliar kulturako fosil zaharrena da. Izan ere, garezurraren inguruan aztarna asko daude; tartean, atxeliar kulturako harritzko tresnak eta animalia-hezurak. Arkeologoak 1987tik ari dira lanean Aroeirako aztarnategian. Garai askotako fosilak aurkitu (...)

Irailera arte



aldizkaria.elhuyar.eus



www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria



@elhuyaraldizk

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

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

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

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

Hizkuntza-arduradunak: Maddi Aranguren, Alaitz Imaz, Saroi Jauregi.

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

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Gorka Azkune, Josu Doncel, Mikel Etxeberria, Koldo García, Igor Leturia, Manu Ortega.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: William Bradberry/Shutterstock.com

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: Leitzaran Grafikak

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

Harpidetza: Izaro Lanberri, harpidetza@elhuyar.eus.

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

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

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa
Lege-gordailua: SS-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**

KULTURA ETA HIZKUNTZA
POLITIKA SAILA

DEPARTAMENTO DE CULTURA
Y POLÍTICA LINGÜÍSTICA

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



Gipuzkoako Foru Aldundia

DANOBAT GROUP Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.;
ULMA Koop. Elk.; EKA Koop. Elk.; LAGUN ARO Koop. Elk.

COLLINS ELHUYAR ENGLISH BASQUE DICTIONARY

Collins

*ingeles-hiztegi
elebidunik salduenak*

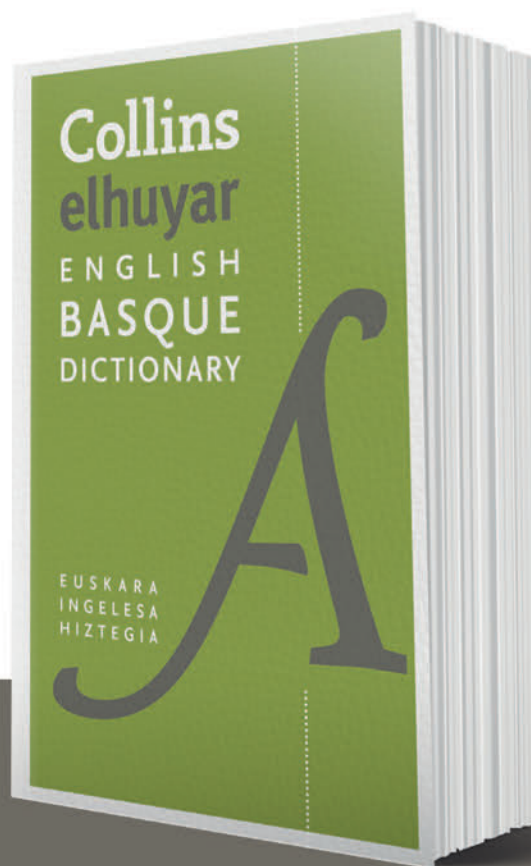
elhuyar

*euskara-hiztegiarik
salduenak*

Euskaldunok ingelesa
zubi-hizkuntzarik gabe ikasteko,
hiztegi gintzan 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



ZIENTZIAAPP
ZURE MUGIKORREAN

Zientzia-albisteak
egunero zure mugikorrean.
Deskargatu doan!



elhuyar