

elhuyar

342 zk. | 2021eko ekaina

5'90 euro

COVID-19aren
jatorriaz

Elkarrizketa
Itziar Laka

Mundua handitu zuen bidaia



zientzia.eus

elhuyar da



EDUKI
ADIMENDUNAK



ELIA ITZULTZAILE AUTOMATIKOA



AHOTS-SINTESIA



ANALITIKAK



Zientzia-edukiak teknologiarik aurreratuenaz **GOZATZEKO!**



Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute
Elhuyar aldizkariaren zuzendaria



Itsasotik mundu zabalera

Esan liteke Euskal Herriaren iragan teknologikoa, neurri handi batean, itsasoan loratu zela, ontzigintzarekin. Duela 500 urte gizakiek munduari lehenengo aldiz bira eman ziotenean, euskaldunen itsas teknologia izan zuten lagun. Ontzigintzak eta bidaia sonatu hark egindako ekarpen zientifiko eta teknologiko garrantzitsuenak aztertu ditugu, Elkano Fundazioarekin elkarlanean.

Ontzigintzak, mundua zabaltzeaz gain, gure paisaia zizelkatu ere egin zuen: zuhaitz lepatuak zabaldu ziren Euskal Herrian, egun gure paisaia tradizionalaren kuttuntzat jotzen ditugun horiek. Mende luzez basogintza jasangarria izan zen hura aztertu dugu. Eta oraingo basogintzari ere erreparatu diogu, gatazka-iturri gero eta handiagoa bihurtzen ari baita. Hemengo basoen egoeraz eta ustiaketaz hausnartu dute Arturo Elosegi Iurtia eta Aitziber Sarobe Egiguren ikertzaileek.

Basoen eta ekosistemen degradazioaren ondorioetako bat ere aztertu dugu: COVID-19a. Biologoek eta zoologoek argi dute jada basabizitzaren eta gure arteko elkarrekintzaren desorekan dagoela COVID-19 gaitzaren benetako sorrera. Eta kezka bat mahaigaineratu dute: animalia basatiak birusaren gordailu bihurtzeko arriskua.

Bestetik, Itziar Laka Mugarza hizkuntzalariari elkarriketa egin diogu. Giza hizkuntzaren inguruan sortzen diren mito eta aurreiritziak irauli ditu, bere ohiko indarraz eta umoreaz, eta gizakion handiustea agerian utzi.

Amaitzeko, CAF-Elhuyar zientzia-dibulgazioko sarien irabazleak ekarri ditugu zenbaki honetara. Pandemia gogoan, "Txertoa da ezagutza" leloa izan dute aurtan. Nahia Seijas Garzón (irabazleetako batek), saria eskuetan zuelarik, giza eskubidetzat jo zuen zientzia-aurrerakuntzak ulertzeko, haiei jarraitzeko eta haietan parte hartzeko informazioa eskura izatea gaur egun. Hitz horiek aintzat hartu, orria pasatu, eta murgil zaitez zientziaren itsasoan. ●

30

ELKARRIZKETA

Itziar Laka Mugarza

HIZKUNTZALARIA



Esan izan da gure espezieak ez lukeela halako arrakasta ebolutiboa izango hizkuntzagatik ez balitz; gizatasunaren esentzia bera erakusten digula. Itziar Lakak argi du aurreiritziak eta ezjakintasuna daudela egiaztat jo izan diren sinesmen askoren atzean.



COVID-19aren jatorriaz, saguzarrez harago

48

COVID-19ak jomugan jarri ditu saguzarrak. Adituen iritziz, baina, gaitzaren benetako sorrera ez dago saguzarretan, baizik eta basabizitzaren eta gure arteko elkarrekintzaren desorekan.

36



Mundua handitu zuen bidaia

1521eko abenduaren 21a, Moluketan. Elkanok hartua zuen erabakia: espedizioaren hasierako asmoa baztertu, eta alderantzizko bidea hartuko zuen, erregearen aginduen kontra. Sevillara iristea lortzen bazuten, mereziko zuen; itsasontzi bete iltze eramateaz gain, munduari bira emango zioten.

04 IKUSMIRAN
Urpeko munduak

14 ALBISTEAK

22 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Jabier Agirre Lasarte

24 ANALISIAK
Euskal Herriko basoen osasuna

30 ELKARRIZKETA
Itziar Laka Mugarza

36 ERREPORTAJEA
Mundua handitu zuen bidaia

46 ERREPORTAJEA
Zuhaitz lepatuak, ontzigintzatik jasangarritasunera

48 ERREPORTAJEA
COVID-19aren jatorriaz, saguzarrez harago

56 MUNDU DIGITALA
Apache Software Fundazioa, webaren garapenean giltzarri

60 ISTORIOAK
Erloju bat, itsasoan ez galtzeko

64 EKINEAN
Izaro Basurko Pérez de Arenaza

66 BRTAren ESKUTIK
Trantsizio energetikoaren erronka teknologikoak

68 2021 CAF-ELHUYAR SARIAK

70 DIBULGAZIO-ARTIKULU OROKORAREN SARIA
Alferrik saiatzen gara natura giltzapetzen

76 EGILEAREN DOKTORE-TESIAN OINARRITUTAKO DIBULGAZIO-ARTIKULUAREN SARIA
Polimero jasangarriak garatzea elikagaiak ontziratzeko

81 NEIKER SARI BEREZIA
Betizua, Europako azken behi basatia, desagertzeaz?



Eduki gehiago, webgunean
aldizkaria.elhuyar.eus

Urpeko munduak

"Polinesia Frantsesak sendo babesten ditu marrazoak, eta huraxe dut lekuri gogokoena marrazoei argazkiak ateratzeko", dio Renee Capozzola argazkilari kaliforniarak. "Hainbat ilunabarrez aritu nintzen argazkiak ateratzen, eta, azkenean, saria izan nuen: ura bare-bare, ilunabar ederra, marrazoak, eta baita txoriak ere". Eta sari hark beste sari bat ekarri dio: *Underwater Photographer of the Year* lehiaketaren 2021eko edizioa irabazi du Capozzolak. Lehiaketa hori irabazi duen lehen emakumea da.

Epaimahaiak Capozzolaren argazkia aukeratu du, 68 herrialdeetatik bidalitako 4.500 argazkiren artean. "Itxaropenaren argazkia da, erakusten duena ozeanoa nolakoa izan daitekeen aukera ematen diogunean: bizitzaz betea, bai azpitik, bai gainetik", azaldu du epaimahaiak. "Argia zoragarria da, baina bikainena konposizioaren dotorezia da, non marrazoek, ilunabarrak eta itsas hegaztiek une batez bat egiten baitute".

Nabarmendu dituzten beste irudi batzuk ere jaso ditugu hurrengo orrietan.

Marrazoen sabai-leihoak
(*Sharks' skylight*)
Renee Capozzola (AEB)





ARG.: © Renee Capozzola/UPY2021



Esnea hartzen (*Milk feeding*)

Mike Korostelev (Errusia)

“Eguna berekin pasatzen utzi zidan 13 kaxaloteko familia batek”, dio Mike Korostelev. “Egunaren amaieran, ama bat kumea elikatzen hasi zen nigandik metro gutxira. Zirkinik ere egin gabe gelditu nintzen. Zoragarria izan zen halako une goxoa ikusi ahal izatea”.

Hortzadar-zarboa (*Rainbow Goby*)
ManBd (Malaysia)

"Zarbo hau oso lotsati zegoen, eta denbora luzez itxaron behar izan nuen eroso sentitu eta burua atera zezan", dio ManBd argazkilariak.



ARG.: © ManBd/UPY2021



Marlin marradun bat abiada handiko ehizan
(A striped marlin in a high speed hunt)

Karim Iliya (AEB)

Itsasoko arrainik azkarrenetakoak dira marlinak. Arrain txikien ehizan ibiltzen dira, desertu urdinean. Mexikon atera zuen argazki hau Karim Iliyak. Harrituta gelditu zen ehizaren abiadurarekin: "ia azkarregia nire garunak prozesatzeko".



ARG.: © Karim Iliya/UPY2021





Aurrez aurre (*Face to face*)

JingGong Zhang (Txina)

Arrain hauek ia ez dira mugitzen beren gordelekutik, eta ia ez dute elkarrekintzarik izaten beste banakoekin. Baina ugalketa-garaian aldatu egiten da kontua. Bi hauek borroka sutuan ari dira, bikotekidea lortzeko. Hiru urtez aritu zen JinGong Zhang argazki hau lortu nahian.



Ganbera gotikoa (*Gothic Chamber*)

Martin Broen (AEB)

Riviera Mayan dago, Mexikon, munduko lurpeko ibai-sistematik handiena. Hango ur gardenetan, honelako ganberak daude, "munduko katedral gotiko onenen pareko dekorazioa" dutenak, Martin

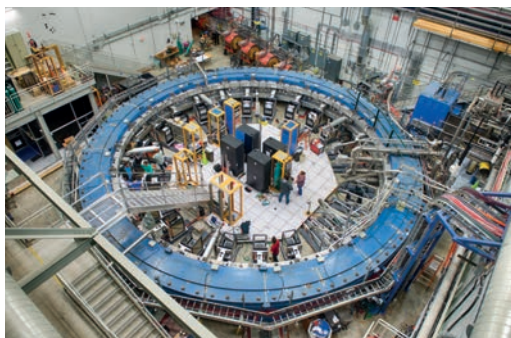
Broen argazkilariak dioenez. "Nire helburua zen harrapatzea eskala, tridimentsionaltasuna, eta formazioen aberastasuna eta testura txundigarriak".



ARG.: © Martin Broen/UPY2021

Muoiak: fisikaren eredu estandarra kolokan?

Fisikarien artean eztabaida sortu dute [Fermilab-eko Muoi g-2 esperimentuaren emaitza berriek](#), zalan-tzan jarri baitute fisikaren eredu estandarra bera; alegia, partikula subatomikoak sailkatzeko eta nola funtzionatzten duten ulertzeko erlatibitatearen teoria kuantikoa.



Fermilab-eko Muoi g-2 esperimentuaren ikuspegia.
ARG.: Wikimedia.

Arazoa muoiekin sortu da. Fermilab energia altuko fisikaren laborategian egindako esperimentuaren arabera, muoiek ez dute eredu estandarren arabera izan beharko luketen jokabide magnetikoa, eta horrek adierazten du, akaso, eredu estandarra ez dela uste zen bezain zehatza. Emaitza ez da berria, baina 1950tik egin diren esperimentuei zehaztasun falta egotzi zaie beti. Orain Fermilab-en ere emaitza bera lortzeak zalantza sortu du ba ote dagoen oraindik detektatu gabeko partikularen bat, edo ezagutzen ez dugun oinarritzko indarren bat.

Gaur egun, oinarritzko lau indar ezagutzen ditugu unibertsoan: grabitatea, elektromagnetismoa, indar nuklear bortitza (alegia, atomoen nukleoaren partikula guztiak elkarrekin mantentzen dituen) eta indar nuklear ahula (desintegrazio erradioaktiboarekin zerikusia duena). Lau horiek, besterik ez. Bosgarren bat balego, sekulako iraultza izango litzateke fisikaren munduan. ●

Dinosauroek garraiatu zituzten 1.600 km-ra aurkitutako harriak?

Wyomingen (AEB), Morrison aztarnategi jurasikoan, kuartzo gorriko harri biribildu leun batzuk aurkitu zituzten, inguruko material sedimentarioaren artean erabat lekuz kanpo ziruditenak. Harri haien zirkoiak aztertu dituzte, eta argi ondorioztatu dute Winsconsingo hegoaldeko formazio batekoak direla; alegia, aurkitu zituzten lekutik 1.600 km ingurura dagoen toki batekoak.

Harriak leku batetik bestera nola mugitu ziren azaltzeko, hipotesi bitxi bat proposatu dute ikertzaileek: dinosauroek (sauropodoek, seguruenik) irentsiko zituzten, gastrolito gisa erabiltzeko, digestioan laguntzeko; eta dinosauroen barruan migratuko zuten gastrolito haiek.

Dinosauroen gaur egungo ondorengoetan, hegaztietan, ohikoa da harriak horrela erabiltzea. Eta dinosauroen fosil batzuen artean aurkitu izan dituzte antzekoak. Kasu honetan, ordea, ustezko gastrolitoen inguruan ez dute dinosauroen arrastorik topatu, eta, beraz, ez dute horren aldeko frogarik. Hala, hipotesi-mailan geldituko da kontua, oraingoz. [Terra Nova aldizkarian argitaratu dute lana](#). ●



Wyomingen, Morrison aztarnategi jurasikoan aurkitutako ustezko gastrolito bat, 6 cm-koa. ARG.: James St. John/Flickr CC-BY.

Gorilen bular-kolpeak informazio-iturri



ARG.: Dian Fossey Gorilla Fund.

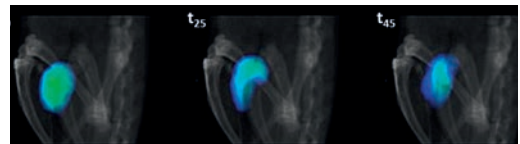
Gorilen bular-kolpeak banakoari buruzko informazio garrantzitsua komunikatzeko balio dutela ondorioztatu dute [Scientifik Reports aldizkarian argitaratu duten ikerketa batean](#). Bular-kolpeen hotsak tamainaren berri ematen du, eta litekeena da banakoak identifikatzeko ere balio izatea.

Lehenago ere iradoki izan da gorilek komunikatzeko kolpatzen zutela bularra, baina ez zegoen argi zehazki zer informazio ematen duten horrela. Hori argitu nahian, Ruandako 25 ar helduri jarraipena egin diete bi urte eta erdiz. Batetik, gorilen tamainak zehaztu dituzte argazkien bidez, eta, bestetik, bular-kolpeen zenbait ezaugarri hartu dituzte kontuan: soinuaren maiztasuna, iraupena, kolpe-kopurua eta kolpeen maiztasuna.

Ikusi dute ezen, gorilen tamaina zenbat eta handiagoa izan, orduan eta baxuagoa dela bular-hotsaren maiztasuna. Tamainari buruzko informazioa garrantzitsua da gorilentzat, bai ugalketarako bikotekidea aukeratzeko, baita arerioak neurtzeko ere. Bestetik, iraupenean eta kolpe-kopuruan ere desberdintasun nabarmenak daude, eta uste dute balio dezaketela oihan itxietan banakoak identifikatzeko. ●

Nanorrobotak arrain-sarden moduan mugitzen dira organismoan

Nanorrobotak medikuntzan oso erabilgarriak izango direla aurreikusten da. Izan ere, nanometro bateko tamainako osagaiak dituzten makinak dira, organismo baten barruan era autonomoan mugitzeko gaitasuna dutenak. Edozein aplikazio mediko izan dezaten, ordea, funtsezkoa da nanorrobotek mugimendu koordinatuak egitea, medikuek kontrola dezaten nola mugitzen diren organismoaren barruan. CIC biomaGUNEko ikertzaileek, lehen aldiz, nanorrobot-multzo batek sagu biziaren barruan duen portaera monitorizatu dute, eta ikusi dute arrain-sarden moduan mugitzen direla. Alegia, modu koordinatuan mugitzen dira.



Nanorrobotak uretan sartu eta 0, 25 eta 45 minuturen buruan hartutako PET-CT irudiak. ARG.: Pedro Ramos, Cristina Simó / CIC biomaGUNE, IBEC, UAB.

Askotariko aplikazioak ikertzen ari dira: tumorezelulak aurkitzea, botikak toki jakin batean askatzea, hantura-erantzunetan zelulei laguntzea... Kasu honetan, saguen maskurian sartu dituzte, eta entzima katalitiko bidez autopropulstatu dira nanorrobotak. Ureasa izeneko entzima bat dute robotek, saguen gernuaren urea erregai gisa erabiltzeko gai dena. Hala, erraz mugi daitezke maskurian. Baina neurritan ere egin litezke nanorrobotak, sendatu behar duten ingurunean eskuragarri dagoen erregaira egokituz. [Science Robotics aldizkarian argitaratu dute ikerketaren emaitza](#). ●

Herrialde aberatsek baso tropikalak soiltzen dituzte

Nazioarteko merkataritzak deforestazioan duen eragina neurtuta, ondorioztatu dute herrialde aberatsetan zenbait produktu kontsumitzeak (hala nola soja, kafea, kakaoa, palma-olioa eta egurra) lotura zuzena duela baso tropikalen soiltzearekin. Herrialde aberats horietan bertako basoen azalerak gora egin badu ere, haien deforestazio-azterna handitu egin da, hain zuzen oihan tropikaletan eragiten dutenagatik. G7ko herrialdeetako biztanle bakoitzeko 3,9 zuhaitz mozten dira urtean, batez beste.

Ikusi dutenez, Europan eta AEBn kontsumitzen den kafea ekoizteko, Vietnameko basoak murrizten ari dira. Alemaniaren kakao-kontsumoa, berriz, mehatxu handia da Boli Kostako eta Ghanako basoentzat; eta nekazaritza-produktuen Japoniako eskariak lotura zuzena du Tanzaniako kostaldearen soiltzearekin. Joera hori gorantz doa, gainera.

Ikertzaileek azpimarratu dute ez dela nahikoa norbere herrialdeko basoak zaintzea; nazioarteko merkataritzaren eta deforestazioaren arteko lotura horiek argitzea ere funtsezkoa da, basoak behar bezala babestu ahal izateko. [Nature Ecology & Evolution aldizkarian argitaratu dute lana.](#) ●



Kafe-sailak, Vietnamera. ARG.: Trung_Le / Pixabay.

Gene baten saltoa landareetatik intsektuetara



Lehenengo aldiz ikusi da intsektuek landareetatik geneak eskuratu izan dituztela. ARG.: Wikimedia.

Eboluzioan arrunta izan da espezie batek beste bati geneak transferitzea. Milioka urtean, bakterio zein onddoek transferitutako geneak erabili dituzte animalia eta landare askok, eta gaitasun metaboliko edo defentsa-estrategia berriak garatu dituzte horri esker, besteak beste. Orain arte, ordea, ez zen inoiz identifikatu landare batek intsektu bati naturalki transferitutako generik. Max Planck Institutuko ikertzaileek euli zurietan ikusi dute lehenengoa, jaten dituzten landareen toxinak neutralizatzeko balio diena.

Ikertzaileek oraindik ez dakite nola lortu zuen euli zuriak landare baten genea eskuratzeko, baina bali-teke birus batek txertatu izana landarearen material genetikoaren euliaren genomaren. Horri esker, pozoitzeko arriskurik gabe jan dezake landare askok babes-neurri modura erabiltzen duten toxina, eta baliteke horregatik izatea euli zuria, behin eta berriz, izurrite ikaragarrien eragilea. [Cell aldizkarian argitaratu dute ikerketa.](#) ●

Zeliakia: glutenak RNA ere aldatzen du

Orain arte, bazekiten glutenak immunitate-sistemaren ezohiko erantzun bat eragiten duela zeliakoetan, eta, ondorioz, kalte egiten diola heste meharren mukosari. Orain, EHUko genetika-riek lehenengo aldiz ikusi dute glutenak RNA molekuletan ere aldaketak eragiten dituela.

Hain zuzen, ikertzaileek ikusi dute RNAREN metilazio-patroia aldatzen duela, eta, haien ustez, litekeena da prozesu horrek eragin zuzena izatea gaixotasunen patogenesisian. Esaterako, XPO1 izeneko genearen RNA aldatzen du glutenak (hesteetako hanturaren garapenean parte hartzen duen genea). Metilazio-aldaketa horien ondorioz, XPO1 proteina gehiago sortzen da, eta ikertzaileek uste dute horrek hestearen hantura areagotzen duela. Gainera, XPO1 genean dagoen aldaera genetiko baten areagotu egiten du RNAREN aldaketa hori, eta pertsona horiengan hesteko hantura garatzeko arriskua handitzen du.

Metilazioak zeliakoen patogenesisian parte hartzen duela erakusten duen lehenengo ebidentzia da Ainara Castellanos Rubio ikertzaileak eta taldekideek frogatutakoa. [Gutaldizkari zientifikoan argitaratu dute](#). Badirudi glutenetik eratorritako gliadina peptidoak RNAREN metilazioa aldatu eta hesteetako hantura eragiten duela.

Joera genetikoaz gain, badirudi infekzio biralek eta mikrobiomaren konposizioak ere laguntzen dutela gaixotasun zeliakoa garatzen. Birusak eta mikrobiomaren konposizioa bera RNAREN metilazio-

aldaketekin erlazionatu izan dute aurreko ikerketa batzuek. Hortaz, badirudi RNAREN metilazio-patroia ulertzea gakoa izango dela zeliakiaren patogenesisia hobeto ulertzeko.



Glutenetik eratorritako gliadina peptidoak, RNAREN metilazioa aldatu eta hesteetako hantura eragiten duten molekulak. ARG.: Wikimedia.

«Lehenengo aldiz deskribatu dugu glutenak aldatetarik eragin ditzakeela RNAn, eta aldaketa horiek nabariagoak direla genetika jakin bat duten pertsonetan», dio Castellanosen. «Ikerketarako ate berriak irekiko ditu horrek, RNAREN aldaketek hanturazko erantzunean duten garrantzia deskribatu dugulako eta aldaketa horiek ingurumen-faktoreen menpe daudela ikusi dugulako. Hemendik aurrera kontuan hartu beharko da, bai gaixotasuna ulertzeko, bai tratamendu berriak garatzeko». •

Tumoreetako mutazio txikienak ere detektagarri



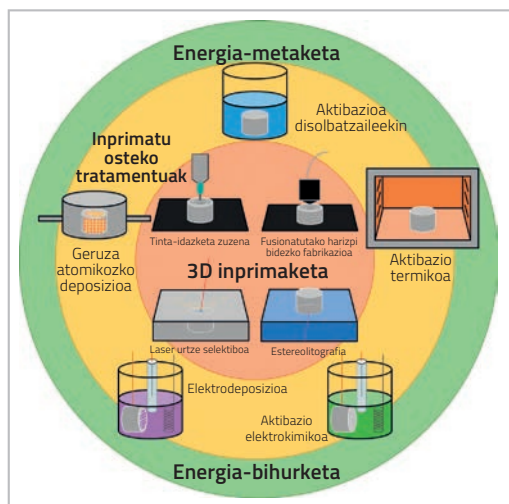
ARG.: Tecnun

Geneetako mutazioak dira minbiziaren eragile nagusiak, baina ez edozein mutazio. Mutazio batzuk lerro germinalean heredatzen dira (jaiotzetik), eta mutazio somatikoak norbanakoaren bizitza osoan zehar gertatzen dira. Urteen poderioz mutazio somatiko horiek pilatu ahala sor daiteke minbizia. Minbiziaren detekzio goiztiarra eta tratamendu pertsonalizatuak gauzatzeko, garrantzitsua da mutazio somatiko horiek guztiak identifikatzea; baita mutaziorik txikienak ere, nukleotido bakarrekoak. Hain zuzen, [horretan lagunduko duen metodo berri bat aurkeztu du](#) Idoia Ochoa Nafarroako Unibertsitateko Ingeniaritza Eskolako ikertzaileak [Nature Communications](#) aldizkarian: Moss metodoa. Logaritmo matematiko horri esker, tumorearen ikuspegi osatuagoa lortzen da.

Izan ere, tumorearen historia ebolutiboa ezagutu eta immunoterapiaren aurrean izango duen erantzuna aurreikusteko, garrantzitsua da mutazioen heterogeneotasun-maila zehaztea. Baina heterogeneotasuna nukleotido bakarreko mutazioek baldintzatzen dute askotan, eta ez da erraza haiek identifikatzea, erraz nahasten baitira sekuentziazio-akats txikiekin. ●

3D inprimaketa, energia metatzeko

Energia elektrikoa metatzeko eta energia-bihurketarako sistemak garatzeko 3D inprimaketak zer aukera eman ditzakeen aztertu dute Edurne Redondo Negretek eta kideek. "Inprimatutako objektuak eroale bihurtzea da 3D inprimaketa aplikazio elektrokimikoetarako erabiltzearen erronka handienetako bat", azaldu du Redondok. Izan ere, inprimatzeko erabiltzen diren hariak polimero termoplastikozkoak izan ohi dira. Gainazalean bes-telako materialak edo molekulak erantsi ditzakete gero. Horretarako, tratamendu termikoak eta erreduzitaileak erabiltzen dituzte; adibidez, superkondentsadoreak egin ahal izateko. "Entzima kiralak ere lotu dizkiegu 3D inprimaketaren bidez egindako elektrodoei, biosentsoreetan erabiltzeko".



Irudia: Edurne Redondo Negrete.

CEITEC zentroan ikertzen du Redondok (Txekiar Errepublikan): "Oraingoz, ez dugu lortu gaur egungo merkatuan dauden sistemak gainditzerik, baina gure lana kontzeptu-froga bat da. 3D inprimaketaren alorra oso itxaropentsua da, edozein gailu elektroniko tailer txikietan egiteko aukera emango lu-keelako, imajina ditzakegun formarik bitxienekin". [Chemical Reviews](#) aldizkarian argitaratu zuten lana, eta irakurleen lan gogokoenaren saria irabazi du. ●

Izarrarteko espazioan azukreak bilatzen

Zientzialariek urte asko daramatzate izarrarteko espazioan molekula prebiotikoak bilatzen, bizia nola sortu zen jakin nahian. Esaterako, aminoazidoak, base nitrogenatuak, gantz-azidoak eta bestelako biomolekulak bilatzen dituzte. Baina azukreak detektatzea zaila suertatu da orain arte, azukreak lurruntzeko ezintasunak detektziorako metodo bat sortzea galarazten zuelako. EHUko Espektroskopia Taldeak, ordea, azukreak lurrundu eta espazioan bilatzeko modua garatu du.

Espazioko molekulak karakterizatzeko, espektroskopia errotazionala erabili ohi da, eta gas faseko

laginak behar dira horretarako. Azukreak solidoak dira, eta arazoa da karamelua sortzen dela berotu eta gas fasera pasatzean. Alegia, ez dira lurruntzen; deskonposatu eta eraldatu egiten dira. EHUko iker-tzaileek lurruntze-teknika bat garatzea lortu dute, azukrea gas egoerara pasa dadin, deskonposizio-prozesua saihestuta.

Edozein azukre lurruntzeko metodologia da, baina, oraingoz, eritrulosa azukrea lurruntzea lortu dute. Hori bai, ez dute izarrarteko espazioan detektatu. [*The Journal of Physical Chemistry Letters* aldizkarian argitaratu dute lana.](#) ●



uztaro

giza eta gizarte-zientzien aldizkaria

2021

HARPIDETU ZAITEZ!

www.uztaro.eus

Jada ez da fosilik behar neandertalen DNA lortzeko



Atapuercan, lau neandertalen DNA sekuentziatu dute lur-sedimentuak aztertuta. ARG.: Javier Trueba. Madrid Scientific Films.

Science aldizkariak ikerketa esanguratsu baten berri eman du: Atapuercako [Estatuen Galerian neandertalen DNA eskuratzea lortu dute, fosilen batere beharrik gabe](#). Aztarnategiko lur-sedimentuak hartuta, han azaltzen diren giza DNAREN arrastoak sekuentziatu dituzte. Neandertalen gorotzen, pixaren eta beste gorputz-fluido batzuen bidez kanporatutako DNA izan daitekeelakoan daude. Ikertzaileen arabera, ikerketa horrek frogatzen du jada ez dela behar hezur fosilik antzinako giza espezieak identifikatzeko.

Estatuen Galeria ez da oso ezaguna, baina hango estalagmita erraldoiei esker hartu zuen izena. Neandertalek erabili zuten, garai hartan kobazuloak sarrera zuzena baitzuen kanpotik. Gero, sarrera estaltzen joan zen, eta kobazuloa guztiz isolatuta geratu zen; *Homo sapiens* espeziea Atapuercara iritsi zenerako, ezin zen kobazuloan sartu. Orduz geroztik, guztiz isolatuta egon da. Hori ezinbestekoa izan da sedimentuetako DNA kontserba zedin.

Hainbat neandertalen DNA aurkitu dute: duela 110.000 urteko gizonezko batena, eta 80.000 eta 105.000 urte inguruko lau emakumezkorena. Lehe-

nengoa azken bi glaziazioen arteko aro epelean neandertalen lerro nagusitik adarkatutako leinu batekoa izan zitekeen; eta emakumezkoak neandertal klasikoen leinukoak zirela uste dute, berriz klima aldatu eta azken glaziazioan adarkatutako beste neandertal leinu batekoa. Klima-aldaketek izotzik gabeko eremuak sortzea eta taldeak elkarrengandik gertuago edo barreiatuago egotea eragiten zutenenez, mikroeboluzio lokalak gertatzeko aukera ere klimaren arabera izaten zen.

Ikerketa historikoa

Fosilen beharrik gabe, sedimentu hutsetik, giza DNA lortzeko metodologia berri hau Juan Luis Arsuagaren taldeak Antropologia Ebolutiboko Max Planck Institututuko ikertzaileekin egindako elkarlanaren ondorioa da. Asier Gómez Olivencia ikertzaileak historikotzat jo du. Aurreikusten du erreminta oso ahaltsua izango dela paleontologiarako, nahikoa fosil ez aurkitzeak baldintzatu baitu orain arte neandertalen eta beste giza espezieen historia filogenetikoa osatu ahal izatea. "Datuak eskuan, argitu dugu bazeudela bi momentu non neandertalen leinuak dibertsifikatu ziren, eta aukera eman digu Europa mailako panoramika bat eraikitzeko". ●

Jabier Agirre Lasarte

Medikua eta ekintzailea



ARG.: Iñigo Ibañez

“Euskarak eduki dezala behar eta merezi duen lekua; horren lekuko izan nahiko nuke”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Jabier Agirre Lasartek (Donostia, 1952) jaso du aurten Elhuyar Fundazioaren patronatuak ematen duen Merezimendu Saria. Hain zuzen, euskaren normalizazioan eta zientzia eta teknologiaren dibulgazioan nabarmendu diren pertsonak omentzeko helburua du sari horrek; beraz, ondo merezita eman diote Agirre-ri. Pozik eta esker onez jaso du, eta bere ibilbidean bi arlo horietan, hizkuntzaren normalizazioan eta dibulgazioan, egingdako lana gogora ekartzeko aukera eman dio. Bide batez, oraindik bete ez duen ametsa aitortu du: euskarak eduki dezala Espainian gaztelaniak duen maila, eta Frantzia frantsesak duena.

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

Txiki-txikitatik argi izan dut medikua izan nahi nuela. Gure etxean, osaba Jabier medikua zen, eta nik miretsi egiten nuen nola bizi zuen bere lana. Pediatra zen, ospitalean ere aritzen zen, baina niri gus-tatzen zitzaidana zen etxean egiten zuen lana. Oso gertuko tratua zuen gaixoe-kin, oso hurbilekoa, eta huraxe izan zen niretzat eredu.

Hala, medikuntza ikasten hasi nintzen, eta txundituta geratu nintzen genetikarekin. Karreran oso gutxi ikasi genuen arlo hori; artean ez zegoen oso garatuta. Baina osabak ere, aurreko belaunaldikoa zen arren, interes handia zuen genetikan. Garai hartan hasi ginen jaio aurretiko diagnostikorako proba genetikoak egiten, Down sindromea zutenekin zer gertatzen ote zen aztertzen... Geroztik, 40 urte hauetan, gezurra dirudi zer jauzi ikaragarria egin duen genetikak. Nik ez dut sekula praktikatu puntako medikuntza hori, genoma editatzeko dauden teknika horiek eta abar. Baina izugarrizkoa iruditzen zait ekarri duen aurrerapena. Oraingo txerto hauekin ere, sinestezina da zer lortu duten!

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke?

Esan bezala, osabarengandik jaso nuen gaixoei hurbileko tratua emateko gogoa, eta, horrekin batera, beti saiatu izan naiz gauzak ahalik eta ondoen azaltzen; ez bakarrik gaixoei, baita ingurukoei ere. Egin kontu: nik ezagutu dut medikuei berorika hitz egitea. Medikuei haiek aginduak ematen zituzten, baina nik, eta nik bezala nire inguruko beste batzuek, beste era bateko harremana izan nahi genuen. Gaixoa- ren ondoan egon nahi izan dugu, ez haren gainetik. Eta hor beti sartzen da euskara tartean.

Hasieran, agian ez zegoen hainbeste jende euskaraz ondo hitz egiteko medikuntza-gaiez, baina irratian hasi nintzenean —sekulako ausardiarekin, beste bi lagunekin batera—, ikusi nuen bazegoela horretarako prest zegoen jendea. Orduan, nik erakunde- en aldetik laguntza handiagoa espero nuen, eta izan da oso deseinganu handia ikustea nola ez duten aldeko ezer egin. Alderantziz, oztopoak baino ez dituzte jarri. Ikusi besterik ez dago nola aurreratu duen hizkuntzak beste arlo batzuetan, eta zer gutxi medikuntzan. Pentsa, oraindik ezin dira unibertsi- tateko ikasketak osorik euskaraz egin.

Osasun-administrazioan euskara aurrera eramateko ahaleginean, Iñigo Jaka Arrizabalaga Gurutzetako ospitaleko zuzendariaren bultzada aipatu behar dut. Osasungoa Euskalduntzeko Erakunde- a sortu genuen, guztiz boluntarioa, eta ordutik lanean ibili gara beste talde batzuekin batera, tartean Elhuyar, eta ez dugu lortu nahi genuenaren erdia ere. Bakarrik eskatzen dugu euskarak eduki dezala behar eta me- rezi duen lekua: Hegoaldean gaztelaniaren maila eta Iparraldean frantsesarena. Horren lekuko izan nahi- ko nuke, baina ez naiz oso baikorra. ●



ARG.: Arturo Elozegi Irurtia

Euskal Herriko

Azkenaldian kostaldean egiten ari diren eukalipto-landaketek kezka sortu diete aditu askori. Haien ustez, inpaktu bortitza eragiten dute Euskal Herriko baso-ekosistemetan, eta aldaketa kezagarriak ekarriko dituzte tokian tokiko biodibertsitatean, ibai eta erreken hidrodinamikan zein fauna eta landaretzan. Eztabaida lehendik dator, ordea. Intsinis pinuen gaixotasunak abiatu zuen jada, eta eukalipto-landaketek leherrarazi dute oraingoan.

Basogintza-eredua dago mahai gainean, eta, horri heltzeko, aurretik erantzun beharreko galdera asko daude: Zeri esaten diogu baso eta zeri ez? Zerk egiten du osasuntsu eta zerk zaurgarri? Zein funtzio ekosistemiko bete behar ditu basoak? Abiapuntu modura, galdera hau egin diegu ibilbide luzeko bi adituri: zein da Euskal Herriko basoen egoera?



basoen osasuna

Arturo Elozegi Irurtia Ekologiako katedraduna da EHUUn. Ibai-ekosistemen funtzionamendua ikertzen du, eta Euskal Herriko zein nazioarteko ibaien ekologian aditua da. Basogintza intentsiboaren kalteak ikertu ditu luze; besteak beste, eukaliptadienak.



Arturo Elozegi Irurtia

“Bakean uztea da balio natural handiko basoen sekretua”

Aitziber Sarobe Eiguren Biologian doktorea da, eta naturaren kontserbazioaren aldeko ekintzailea. Zarauzko Arkamurka Natura Taldeko kidea da, eta Mondragon Unibertsitateko ikertzailea, zientzia esperimentalen didaktikan.



Aitziber Sarobe Eiguren

“Basogintza gatazka-iturri bihurtu da dagoeneko”

Arturo Elozegi Irurtia

EHUko ekologiako katedraduna



Euskal Herriko basoen egoera zein den galdetu didate. Galdera erraza, erantzun zaila. Zaila, basoa zer den ere ez baita hain sinplea. Batzuentzat, zuhaitzez estalitako eremu guztiak dira baso; beste batzuentzat, espezie arrotzen landaketak ez. Berdin, batzuek basoen kontserbazio-egoera dute buruan; beste batzuek, berriz, ekoizten duten zura. Ez da erraza guztientzako erantzuna ematea.

Hasteko, zuhaizti asko ditugu. EAEren erditik gora zuhaitzez estalita dago, Nafarroa ez doakio atzetik, eta Iparraldean, gutxiago badira ere, badira baso zabalak. Oso zuhaizti desberdinak ditugu, ordea: Araban % 80 bertako espeziez osatuta daude, Bizkaian % 24. Bide batez, azken horretan lur publiko zein pribatuetan oso antzeko proportzioa dute bertako basoek (% 25 eta % 24, hurrenez hurren), jabe partikular eta administrazioek antzeko kudeaketa egiten duten seinale.



Baso-landaketak egoera oso kezkagarrian

Espezie arrotzen landaketei dagokienez, batzuek azpimarratu izan dute gehienek jasangarritasun-ziurtagiria dutela, kudeaketa-plan zorrotzak. Hamarkadak daramatzatela hobekuntza genetikoan. Eredugarri direla, europarren inbidia, batez ere intsinis pinuari esker. Baina, hara non, espezie horrek gaitza gaitzaren gainetik izan duen: pinubeldarra aspalditik, fusariuma 2000ko hamarkadatik, xingola marroia ondoren... espezieak porrot egin duen arte. Gure jarduerak ez omen dute gainbehera horretan eraginik izan. Ez monolaborantzak, ez ustiapen intentsiboak. Guztia klima gaitzaren eragina omen. Europarren inbidia zirenak, batean, Galiziako eukalipto inbidiatan. Landaketak, beraz, egoera kezkagarrian.

Bertako basoak ere ustiatzen dira. Horien egoera orokortzea zaila da. Ez da berdin Arbaila edo Urbasa, Izki edo Aralar. Badira ustiaketa zorrotz baina jasangarria duten tantaideak, aspaldian apenas ustiatu diren baso lepatu zaharrak, baita ustiaketa gogorregitik errekuaperatzen ari diren txarakadiak ere. Horietan guztietan, egurraren ustiaketaz gain, ekosistemen zerbitzuek garrantzia handia izan deza-

“Bakean uztea da balio natural handiko basoen sekretua”

kete: urak, aisialdiak, ehizak, onddoek zein karbono-metaketak. Galdetu bestela Añarben, Bertizen, Erronkarin edo Ultzaman.

Eta zein da egoera kontserbazioaren aldetik? Horixe galdetu zuten Bruselatik Natura 2000 sarea eratu zenean. Izan ere, sare horrek babesten dituen habitatetako batzuk baso dira. Kontserbazio-egoera habitat horien hedapenak, egitura eta funtzionamendu naturalek eta espezie tipikoen kontserbazio-egoerak ematen dute. Aldagai horiei begiratuta, ikusi zen EAEn intereseko baso-mota guztiek kontserbazio-egoera txarra zutela. Guztiek. Batzuetan, pagadietan esaterako, baso zabalak izan arren, egitura eta funtzionamendu eskasa dutelako. Beste batzuetan, hariztietan, adibidez, gutxi geratzen direlako.

Zuhaitz zaharrekiko errespetua

Bada, beraz, zer hobetua gure basoetan. Ustiaketari begira, nago intentsifikazioa ez dela jarraitu

beharreko bidea, lehendik handiegia dugun giza lorratza handitu besterik ez duela eginen. Pinutik eukaliptora ez, ziklo luzeagoko espezieetara jo beharko genukeela. Zerbitzu ekosistemikoei eta kontserbazioari begira, babes-basoak izenda daitezke, urrien diren baso-motak berreskuratu, basoen balio naturala handitu, zuhaitz zaharrak errespetatuz, basoan egur hila utziz, baso barruko dibertsitatea handituz. Izan ere, baditugu balio natural handiko basoak, Aztaparreta, Bertiz edo Artikutza. Zein da horien sekretua? Azken hamarkadetan bakean utzi ditugula. Horixe du basoak gure eskualdean: uzte hutsarekin gero eta ondare natural handiagoa metatzen duela. Basoen kudeaketan erabakiak hartzeko garaia dugu. Ez guretzat, datozen belaunaldientzat. ●

“Basogintza gatazka-iturri bihurtu da dagoeneko”

Euskal Herriko ingurune naturala guztiz eraldatuta dago, gizakiaren mendeetako jarduera gure herriko bazter guztietara iritsi baita. Antropozenoan sartu aurretik ere, gizakiaren aztarnak nonahi ikus zitezkeen Euskal Herri osoan.

la gure lurralde osoan, berezko ekosistema lehortarrak basoak dira; alegia, landa-eremuan giza jarduerak abandonatzen direnean basoak sortzen dira, poliki-poliki, ehunka urtean. EAEn baina, ez dugu apenas horrelako prozesuen aztarnarik jaso. Gipuzkoan eta Bizkaian orban txiki batzuk baino ez ditugu, gehienak pagadiak, elkarrengandik bereizita eta egoera ekologiko txarrean (tamaina eta uharte-efektua izanik bertako bioaniztasunarentzat mehatxurik handiena). Arabako iparraldean eta Nafarroan, mugaz bi aldeetara, egoera hobean daude;

bereziki hariztiak, azalera handiagoak hartzen dituztelako. Horkoak ere ez dira naturalak, ustiatzen dira, baina modu jasangarriagoan, berezko garapenari bide eginez. Hegoaldean, lautadan, erreka ertzetan eta soro artean irauten dute baso-orban txikiek.

Errealitate horrek guztiz baldintzatzen du Euskal Herrian basoekiko dugun ikuspegia (oro har, ezjakintasuna). Nola ulertzen ditugu basoak? Zeri esaten diogu basoa? Ez baitira gauza bera basoak eta zuhaitz-landaketak, batzuk eta besteak zuhaitziak izanagatik.

Matarrasaz soildutako milaka hektarea agerian

Klima-aldaketa-aren mehatxupear, deskarbonizazioa helburu, basoek atmosferako CO₂-a xurgatzeko duten gaitasuna orduak eta orriak betetzen ari da hedabideetan. Basoak berreskuratzearen beharra, edota enpresen irabaziak basoetan inbertitzeko aldarria, inoiz baino maizago entzuten dugun leloa bihurtu da. Horrekin batera, COVID-19ak eragindako pandemiak herritarrak saldoka bidali ditu landa-eremura eta bertako paisaiak hausnartzeko aukera paregabea izan dute. Eta, hara non, EAEko herrita-





Aitziber Sarobe Egiguren

Biologian doktorea

rrrek intsinis pinuak eragindako krisiarekin egin duten topo: matarrasaz soildutako milaka hektarea baso-lur, asko eukalipto-landaketez ordezkatuak izateko bidean. Horrek, urtetan kasurik egin ez zaion basogintza-ereduari buruzko eztabaida gizarteratzea eragin du.

Bada garaia baso-politiken helburuak birplanteatzeko

Eztabaidak, baina, oinarri zientifikoak baino gehiago, ekonomikoak eta politikoak ditu. Aipatu bezala, EAEn, basorik apenas izan gabe, zuhaitziak nonahi daude, ia erabat soildutako landa-eremua egurraren ekoizpenera bideratutako espezie arrotzen monolaborantzak estali baitu. Pinu eta eukalipto-landaketei, *baso* deitzera ohitu gara. Hainbestera-nokoa izaten ari da (propio eragindako) nahasmena, ezen egun, hainbat izurriteek eragindako diru-galerak direla medio, egurgintzari uko eginez, bere horretan utzitako landaketak “abandonatutako baso” gisa aurkezten baitizkigu administrazioak. Alegia, berezkoak diren prozesu naturalei “abandonoa” deitzeraino iritsi gara.

Gatazkahori, terminologikoa ez ezik, kontzeptuala ere bada. Monolaborantzan oinarritutako basogintza-eredu intentsiboak lurzoruan eragiten dituen kalteak begi bistan izanda ere, apenas erakusten dira ikerketak, esaterako, lur-galerak neurtzeko. Bestalde, modu intentsiboan ustiatutako zuhaitz-landaketek, mozteko txanda iritsi bitartean, bioaniztasuna emendatzeko edota atmosferako CO₂-a egurrean metatzeko aukera eskaini badezakete ere, urte gutxiren buruan berriro itzuliko zaio atmosferari metatutakoa, eta akabo bioaniztasuna.

Horregatik, garaia da basoak eta zuhaitz-landaketak bereizteko; zer esanik ez, landaketen ustiapen-moduak ingurumenean duten eraginaren baitan kontsideratzeko. Garaia da bertako baso garatuen onurei balioa emateko, bioaniztasuna erdigunera ekartzeko. Bada garaia lur eta diru publikoaren kudeaketaz hitz egiteko, baso-politiken helburuak birplanteatzeko. ●

Itziar Laka Mugarza

Hizkuntzalaria

“Euskaldunontzat guztiz estrategikoa da elebitasuna zientifikoki ulertzea”

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia

Argazkiak: Marisol Ramirez/©ArgazkiPress



Hizkuntzak izaki sozial bihurtzen gaitu, eta batzuek diote hizkuntzarako gaitasuna ezinbestekoa izan dela gure espezieak arrakasta izateko. Gizatasunaren esentzia bera erakusten digula hizkuntzak. Baina zientziak erakutsi du aurreiritziak eta ezjakintasuna daudela egiazat jo izan diren sinesmen askoren atzean. Horren lekuko, Itziar Laka Mugarza EHuko hizkuntzalari eta ikertzailearen hausnarketak. Hizkuntzaz, kognizioaz eta elebitasunaz hitz egin du, luze eta zabal.

Zientzian oso ohikoa izan da gizakiok beste animalietatik bereizten gaituzten ezaugarrien bila aritzea. Irudimena eta hizkuntza bera aipatu dira askotan. Zein da zure iritzia?

Ni pertsonalki ez naiz aritzen bereizten gaituzten ezaugarrien bila, inondik inora. Esango nuke gainditu egin beharko genukeela pentsatzeko modu hori: zerk egiten gaituen berezi. Gu bezain bereziak dira bizidun guztiak. Tardigradoek ere badituzte hainbat berezitasun oso harrigarri.

Egozentrikoa da pentsatzea irudimena eta hizkuntza guk bakarrik ditugula. Erratua da, ikerketarik egin gabe egiazat hartzea horietarako beharrezko diren gaitasunak gizakionak bakarrik direla. Kognizio konparatuaren alorra argi uzten ari da uste genuena baino askoz ere bizitza kognitibo aberatsagoa dutela primateek, txoriek, olagarroek, baleek... Badakigu hizkuntza oso zaharra dela, eta hizkuntzaren parte batzuk oso-oso zaharrak dira, beste animaliekin partekatzen ditugunak.

Adibide erradikal bat ematearren: gizakion historian ere oso arrunta izan da pentsatzea giza talde berri bat ikusi izan denean "horiek ez zuten hitz egiten, horiek ez zuten pentsatzen, horiek ez zuten sufritzen, ez zuten arimarik, ez ziren pertsonak". Eta ikusi dugu baietz, bestelako janzkera zutela, baina gu bezalakoxeak zirela.

Hain zuzen ere, duela gutxi argitaratu da neandertalen entzumena gurea bezalakoa zela. Hitz egiten zutela iradokitzen duen beste datu bat...

Litekeena da neandertalek hitz egitea, zalantzarik gabe. Etorri den azken albiste horrek ebidentzia bat gehiago ekarri du. Lehendik bagenekien bazituztela hitz egiteko beharrezkoak diren baldintza batzuk: gaitasun sinbolikoa zutela, hioide hezuraren antzekoa bazutela eztarrian, guk bezalaxe FOXP2 genea ere mutaturik zutela...

Kantuarena ere interesgarria da. Steven Mithen antropologoak proposatzen zuen kantua eta musika hizkuntzaren aurretik azaldu zirela gure espeziean; litekeena da hizkuntzaren aurrekariak izatea. Eta gure espeziearen ezaugarri badira horiek ere: elkartzen gaituzte, funtzio soziala dute, beste espezie askotan bezala. Beraz, oso posible da neandertalek eta gure arbaso komun guztiek ere abestea.

Zer dakizue orain hizkuntzaren sorreraz eta ebolutzioaz?

Oraindik oso ebidentzia zientifiko gutxi ditugu ulertzeko nola joan diren garatzen ebolutzioan hizkuntzarako behar diren gaitasunak. Gure hizkuntzak zer ezaugarri dauzka? Adibidez, forma. Zu eta biok elkarrekin partekatzen ari garen hau, oso konplexua dena. Formaren bitartez, esanahiak partekatzen ditugu, egiazki, zu eta ni pentsamenduak konpartitzen ari gara hitz egiten dugunean.

“Kantua eta musika izan zitezkeen giza hizkuntzaren aurrekariak”

Giza hizkuntzaren beste ezaugarri garrantzitsu bat errekurtsibitatea da. Gure hizkuntzak Errusiako matrioxka panpinen egitura du. Sintagmak bata bestearen barruan ager daitezke, mugarik gabe. Hala, teorikoki hasi zaitezke perpaus bat egiten eta sekula amaitu ez. Adibidez: Mariak esan du Patxik uste duela Pakitok sinesten duela... Horrek infinitutasuna ematen dio gure hizkuntzari. Pentsalari batzuen iritziz, hori da giza hizkuntzaren ezaugarri berezietako bat, beste animalien hizkuntzek ez dutena. Ezaugarri horrek gizakioi pentsatzeko modu berezi bat ematen digula uste dute, beste espezieek ez dutena. Horregatik, hizkuntzaren eboluzioa planteatzen dutenean, pentsalari horiek esango dizute hizkuntza sortu zela, hain zuzen, errekurtsibitatea sortu zenean.

Hizkuntzaren ikuspegi murriztegia iruditzen zait. Eta uste dut ez dugula nahikoa ikertu oraindik. Gaur egun, giza eboluzioan lan egiten duen jende gehienak esango dizuna da hizkuntzaren sorrera uste zena baino askoz ere zaharragoa dela; hizkuntzaren pieza gako horietako asko beste animaliekin partekatzen ditugula. Hasten garenean esaten “hori gizakiok bakarrik dakigu”, askotan ezjakintasunetik hitz egiten dugula.

Hizkuntzaren sorrera azaltzeko ipuinak sortu izan dira intuitiboki gertagarriak iruditzen zitzaizkigun kontuekin: suarekin, gizakien burmuina geroz eta handiagoa egin zen —matrailak txikiagoak egin ziren heinean—, ehiztari bihurtu ginen eta elkarrekin komunikatu behar genuen. Beraz, hasieran, txilio batzuk sortuko genituen komunikatzeko, eta hortik sortuko ziren hitzak. Hasieran izango genituen hitz gutxi batzuk, eta horiek solte erabiliko genituen: zu,

ni, bai, ez... eta, poliki-poliki, hortik sortuko ziren gramatikak. Alegia, badago ideia bat non protohizkuntza fase bat dagoen, non baziren hitz handiak (mendia, emakumea, begia...) eta ez ziren existituko gramatika eraikitzeko erabiltzen diren hitz txikiak (kasu-markak, aditz-komunztadurak...). Eta neandertalek izango zutela protohizkuntza moduko bat, baina ez gurea bezalako hizkuntza gramatikal, errekurtsibo, konbinatorial hau. Baina frogak non daude? Ez daude. Beraz, momentuz, ez dakigu.

Ebidentzian oinarritu behar dugu hizkuntzari buruzko ezagutza guztia. Azken urteotan lortu den ezagutza oso interesgarria da. Zenbat eta gehiago ikertu beste espezieen kognizioa, are konplexuagoa da haien bizitza mentala. Niretzat, behintzat, dagoeneko ez du lekurik pentsatzen ibiltzea ea non dagoen koroaren altxorra, gizatasunaren harribitxi hori.

Eztabaida luzea dago hizkuntza eta pentsamenduaren inguruan ere: hizkuntza pentsamendua adierazteko baliabidea ote den bakarrik, edo pentsamenduaren eta kognizioaren motorra bera ote den. Zer iritzi duzu?

Ez dakit, hizkuntza eta pentsamenduaren arteko harremana oso konplexua da. Hipotesiak daude, baina ez dago argi. Hizkuntzalari batzuek esango dizute hizkuntza dela guk dugun pentsatzeko makina. Pentsatzeko, nahitaezkoa dela hizkuntza. Baina oraindik ez dago argi zer esan nahi duen “pentsatu” horrek. Ebidentzia oso gutxi ditugu esateko beste animaliek ez dutela pentsatzen.

Kognizioa hizkuntza baino askoz zaharragoa da; animaliek kognizioa daukate, hizkuntzarik izan gabe



ere. Kilker batek ez du *kilker* hitza buruan, baina badaki kilker bat zer den, bizirik egotea zer den.

Gertatzen dena da hizkuntzatik pentsamendurako bidea egin dugula; hizkuntzatik ulertu nahi izan dugu pentsamendua. Baina ez da egia hitzek kontzeptuak ematen dizkigutenik. Hizkuntza eta pentsamenduaren arteko harremana ulertzeko falta zaiguna da, hain zuzen, pentsamendua zer den ulertzea. Hizkuntzari buruz asko dakigu, baina oso gutxi kognizioari buruz. Hori argitzen erronka handia dugu.

*“Hizkuntzari buruz asko
dakigu, baina oso gutxi
kognizioari buruz.
Hor dugu erronka”*

Zure ustez, zein dira neurolinguistikaren hementik aurrerako erronka nagusiak?

Niri ez zait gustatzen neurolinguistika deitzea, hizkuntzaren ikerketa deitzen diot. Eta erronka asko daude: batetik, pentsamendua eta kognizioa zer den ondo ulertzea. Baina, agian, hori ez da etorriko hizkuntzaren ikerketatik, baizik eta beste alor batetik. Eta, bestetik, asko ikasi behar dugu elebitasunari buruz. Hamaika mila galdera ditugu oraindik erantzuteko.

Hain zuzen hori da zure ikerketa-esparrua, elebitasuna. Zertan lagunduko digu elebitasunak garunean zer oinarri duen ulertzeak?

Euskaldunontzat guztiz estrategikoa den ezagutza bat da. Argi hitz egin behar dugu: herri honetan elebitasunaz ari garenean jokoan duguna da euskarak aurrera egingo duen edo ez. Guk izan beharko genuke elebitasunari buruz munduan gehien dakigunak. Guztiz estrategikoa da argitzea nola ikasten den ondo gure lehenengo hizkuntza ez den beste

hizkuntza bat. Zientifikoki, esan nahi dut. Egiazki, zer gertatzen da gure burmuinean? Zer harreman dauka lehendik daukagun ezagutzak ikasi behar dugun ezagutza berriarekin? Hori pil-pilean dagoen alor bat da, eta gauza asko argitzen ari gara.

Adibide bat, ikusteko zer inportantea den ikertzea eta ebidentziak dituzunean bakarrik hitz egitea. Urte asko eta asko eman ditugu entzuten euskarak duen zailtasun nagusia aditz laguntzaileak direla. Eta hizkuntza-ingeniaritzan sinesten dutenek, zorakeriaren mugetan, proposatu izan dute aditz laguntzaileak sinplifikatu beharko genituzkeela euskarari, erdaldunek errazago ikas dezaten.

Gure ikerketan, ordea, ikusi dugu gaztelaniadunek euskara ikasten dutenean —baita oso gazterik egiten dutenean ere—, ergatiboarekin dutela zailtasun handiena. Izan ere, euskara hizkuntza ergatiboa da, gaztelania ez bezela: “ni joan naiz”, baina “nik ikusi dut”. Horiek bereiztea kostatu egiten zaie, akats gehiago egiten dituzte eta burmuinean egiten duten haren itxurapena berezia da. Bereizitasunak aurkitzen ditugu euskara lehen edo bigarren hizkuntza dutenek ergatiboaren aurrean ematen dituzten erantzun elektrofisikoen artean.

Beraz, zailtasuna ergatiboan baldin badago, eta jakinda burmuina frekuentzia-makina bat dela eta behin eta berriz entzunez gainditzen duela zaila egiten zaion hori, eman diezaiozun jaten ergatiboa euskara ikasten ari direnen burmuinari. Behintzat, gaztelaniadunei eta frantsesdunei. Hindi hizkuntza dakien batek euskara ikasten duenean beharbada ez du zailtasun hori edukiko, india ere hizkuntza ergatiboa baita. Beste zerbaitetan izango du zailtasuna, gure lehenengo hizkuntzaren antolamenduaren arabera baita bigarren hizkuntzaren ikasketa. Hizkuntzak ebidentzia zientifikoetan oinarrituta irakatsi behar ditugu. Estrategikoa da, jendeak gure hizkuntza ikastea nahi badugu.



Zer gehiago erakutsi du elebitasunaren ikerketak, euskaldunontzat gokoa dena?

Euskararen irakaskuntzan ez ezik, hizkuntza-politikan ere oso inportantea da emaitza enpirikoak kontuan hartzea. Inportantea da ulertzea gure burmuinean hizkuntza bakoitzak ez duela eremu berezi bat, eta, beraz, hizketan hasten garenean, ez dela hizkuntza bakarra pizten. “Hizkuntzak” pizten dira, denak batera. Zu eta biok hitz egiten ari garenean, euskaraz gain, dakizkigun beste hizkuntzak ere baditugu piztuta, eta burmuinak ahalegina egin behar du erabiliko ez ditugunak isilik mantentzeko.

Beraz, adibide bat: kaleetako kartelak. Kaletik goazela kartel elebidun bat ikusten dugunean, gure burmuinean hizkuntzak pizten dira —denak—, baina gure begiek lehenengo gaztelania jotzen badute, gure burmuinak, konturatu gabe eta milisegundo batzuetako abiadan, beste hizkuntzak amatzeko ahalegina egingo du. Hau da, nahiz eta

beherago zure begiek euskara ikusi berehala, ordu-rako, milisegundo horretan, jada euskara isilduta dago, eta asko kostatuko zaizu euskara berraktibatzea. Beraz, ez da gauza sinboliko bat karteletan, bertikalki antolatuta badaude, lehenengo euskara eta azpian gaztelania jartzea, edo horizontalki antolatuta badaude, ezkerrean euskara eta eskuinean gaztelania jartzea. Badu arrazoi zientifiko bat.

Gure buruetako diglosia gaudituko badugu, euskaldunok ziurtatu behar dugu gure gizartean egiazki beteko dela euskara izatea begiak lehenengo jotzen duen hizkuntza, gure burmuinak egunaren zati esanguratsu bat igaro ahal izan dezan euskara aktibatua duela. Horregatik da hain garrantzitsua gure paisaiak egiazki euskaldunak izatea. Baina gure paisaia geroz eta digitalagoa da, eta errealtatean gertatzen zaiguna da gure makinek eta testuek gaztelaniaz hitz egiten digutela... ●

Mundua handitu zuen bidaia

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

1521eko abenduaren 21a, Tidoren (Molukak). Bi itsasontzietako marinelek negarrez agurtu zuten elkar. Ontzietako batek konponketak behar zituen, eta ezin zuen itsasora atera. Bestea, berriz, bazihoan. Elkanok hartua zuen erabakia: espedizioaren hasierako asmoa baztertu, eta alderantzizko bidea hartuko zuen. Haizea kontra zuen, baita portugaldarrak ere, eta erregearen agindua hautsiko zuen. Baina, Sevillara iristea lortzen bazuten, meriziko zuen; erregeak ere barkatuko zion, seguru, itsasontzi bete iltze eramateaz gain, munduari bira emango baitzioten.

1519an Sevillatik abiatu zirenean, ez zitzairen burutik pasa ere egingo munduari bira ematerik. Helburuak bestelakoak ziren: pasabide bat aurkitzea Nuñez de Balboak sei urte lehenago Amerikaren mendebaldean ikusitako itsasora, eta, itsaso ezezagun hartan nabigatuz, Moluketara iristea. Hantxe sortzen ziren garai hartako altxor preziatuenetakoak: espeziak.



Daniel Zulaika Aristi
Medikua eta Historian graduatua



Nagore Davila Cabanillas
Geografiako irakaslea EHUn,
kartografian aditua



“Elikagaiak kontserbatzeko eta egoera onenean ez zeuden zaporea estaltzeko erabiltzen ziren espeziak; ez zegoen hozkailurik”, dio Daniel Zulaika Aristi mediku eta historialariak. Iltzea zen garestiena, eta garraiatzeko leku gutxien behar zuena. “Esaten zen ikusmena hobetzen zuela, sukarrari eta hotzeriari aurre egiteko balio zuela, maskuria suspertzen zuela eta kolona garbitu; eta, esnearekin hartuta, sexu-harremanak ere hobetzen omen zituen. Alegia, gai miragarri eta miraritsua zen; oso garestia, nobleen arteko oparia”.

Portugaldarrak jaun eta jabe ziren espezien merkataritzan. Afrika inguratuz, kostaz kosta, iristen ziren espezien lurraldeetara. Magallaesek ere parte hartu nahi zuen espezien negozioan, eta, Portugalgo erregearekin haserretuta egonik, Espainia-koa limurtzeko plan bat ondu zuen, Rui Faleiro kosmografoaren laguntzarekin. Mendebalderantz

joanda Moluketara irits zitezkeela proposatu zion. Hala, Espainiak espezia preziatuak lortu ahal izango zituen. Eta, are gehiago, Magallaesen kalkuluen arabera, Molukak Espainiari zegozkiela frogatu ahal izango zuten.

Tordesillasko Itunarekin, mundua banatuta zeukaten Portugalek eta Espainiak. Cabo Verdetik 370 legoa mendebaldera, lerro bertikal bat ezarri zuten; lerro hartatik ekialdera aurkitzen ziren lur berriak Portugalenak izango ziren, eta mendebaldera zeudenak Espainiarenak. Baina noraino ez zegoen zehaztuta.

“Magallaesek Tordesillasko antimeridianoaren kopena kalkulatu zuen, eta Molukak Espainiaren demarkazioaren barruan zeudela erakutsi zion erregeari”, azaldu du Nagore Davila Cabanillas EHuko irakasle eta kartografian adituak.



Xabier Alberdi Lonbide
Historian doktorea, Albaolako
ikerketar-arduraduna eta Euskal
Itsas Museoko zuzendaria



Virginia Garcia Pena
Aranzadi Zientzia Elkarteko
astronomoa



“Mundua esfera bat zela bazekiten, Ptolomeoren teoria oso barneratuta zeukaten: Jainkoak forma perfektuak soilik sortzen zituenenez, munduak biribila izan behar zuen”, dio Davilak. Baina txikiagoa zela uste zuten. Eratostenesek K.a. 230. urtean neurri ia zuzena eman bazuen ere, Ptolomeok, II. mendean, txikiagoa egin zuen mundua. “Gutxi gorabehera 1300. urtean berraurkitu zuten Ptolomeoren lana, eta hurrengo kartografoak horretan oinarritu ziren”.

“Lurralde berriak konkistatzera besteak baino lehenago iristeko giltza ziren mapak”

Mapak giltza

Oso baliabide garrantzitsuak ziren mapak. “Tresna politiko eta estrategiko bihurtu ziren. Batetik, egiteko oso zailak ziren, eta, bestetik, lurralde berriak konkistatzera besteak baino lehenago iristeko giltza ziren”. Gutxi batzuen eskura zeuden, eta, askotan, sekretuak ziren; nahiz eta denek ez zuten berdin jokatzeko: “Portugalen mapa ofizialak oso sekretuak ziren, eta heriotza-zigorra zegoen zabaltzen zituenarentzat. Espainian, berriz, kopiak egiten ziren, bisitari atzerritarrei oparitzeko, beren aurkikuntzak erakusteko”.

Juan de la Cosak 1500. urtean egin zuen mapa nabarmendu Davilak. Lehenengoz agertzen da Amerika kontinentea. Eta portugaldarrek Indiara bidean egindako aurkikuntzak ere jasotzen ditu. “Marra bertikalak, seguruenik, Tordesillasko meridianoa markatzen du, nahiz eta teoria desberdinak

dauden”. Aipatzekoa da Cantinoren planisferioa ere, 1502koa. “Astroen bidez kalkulaturako latitudeak agertzen dira lehenengoz. Esan liteke hor hasten dela kartografia modernoa”.

Waldseemüller-en planisferioa izan zen Amerika izena jarri ziona. Proiektzioan desberdintasunak agertzen hasi ziren: meridianoak lerro kurbatuak dira, eta paraleloak lerro kontzentrikoak. “Amerikako kosta atlantiarra bakarrik dago zehaztuta, eta Pazifikoaren alde *Terra Ultra Incognita* bezala jasotzen da. Bitxia da Amerika eta Asia banaturik agertzen direla, Nuñez de Balboak artean ez baitzuen Pazifikoa aurkitu”.

Fernando II.a erregeak, 1508an, jarraibide batzuk ezarri zituen mapa berriak egiteko: espedizioetatik bueltatzen ziren ontzi guztiek aurkitutako guztia berri eman beharko zuten, eta informazio horrekin eguneratuko ziren mapak. Soilik ezagututakoa kartografiatuko zen, alde batera utzita fantasia, subjektibotasuna eta mitoak. Eta “pilotu nagusi” izendapena sortu zuen horretaz arduratzeko. “Diego Ribeiro pilotu nagusiak prestatutako espediziorako kartografia. Dokumentuetan jasota dagoenez, 23 karta edo mapa erabili zituzten”.



Puntako itsasontziak

Mapa haiekin abiatuko ziren Sevillatik bost itsasontzi. “Garai hartako modernoena eta aurreratuenak ziren”, dio Xabier Alberdi Lonbidek, Euskal Itsas Museoko zuzendari zientifikoak. Izan ere, itsasontzi-modelo hori sortu berria zen, hamar-kada gutxi batzuk lehenago. “Aldaketa oso garrantzitsua izan zen, ontzigintza-sistema bera errotik aldatu zuena”.

XV. mendeko 60-70.eko hamarkadara arte, garraio-ontziak eraikitzeko, kroskoaren azala egiten zuten lehenengo, eta egitura gehitzen zioten gero. Hori baztertu, eta sistema zeharo kontrajarria erabiltzen hasiko ziren: lehenengo egitura, eta gero azala.

Ontzi sendagoak lortzen ziren horrela, eta, gainera, zura askoz hobeto aprobetxatzen zen. “Aldaketaren arrazoietakoa bat izan liteke basoaren ustiaketaren aldaketa. Erdi Aroaren amaieran ehunka burdinola ari ziren lanean, eta ehunka itsasontzi eraikitzen. Egur-gabezia izaten hasi ziren. Hor sortu ziren lehendabiziko lege-neurriak, basoa babesteko eta biziberritzeko”.

Aldaketa hori Iberiar penintsulan hasi zen, bereziki euskal kostaldean. “XVI. mendean ez dago beste potentziarik euskal ontzigintzarekin lehiatu dezakeenik. Eta, hori goi-goi mailakoa izan zen XVIII. mendearen bukaera arte, gutxienez”, azaldu du Alberdik. “Euskaldunek lanbide hori beste inork baino merkeago eta eraginkorrago egiten zuten. Eta eraginkortasun horren atzean teknologia dago”.

“Euskal garraio-flota Europako mendebaldeko flota nagusia bilakatu zen. Italiarren, ingelesen eta andaluziarren zerbitzura ariko ziren. Eta XVI.



Juan de la Cosaren mapa, 1500ekoa. Amerika kontinentea, Mundu Berria, lehenengoz agertzen da. Lerro horizontalek ekuatorea eta Kantzer tropikoa adierazten dute, eta lerro bertikala litekeena da Tordesillasko ituneko meridianoa izatea.

eta XVII. mendeetan Sevillatik Amerikara bidaiatu zuten itsasontzien % 80 euskal kostaldean eraikitakoak ziren”.

“Gaztelako erregeak euskal ontziterian eskuratzeko gerrarako eta espedizioetarako behar dituen itsasontziak”. Eta hala egin zuten Magallanes-Elkano espediziorako ere; zeuden ontzirik aurreratuenak aukeratu, eta haien jabe egin ziren. Espedizioa bost ontzietatik hiru, *Victoria*, *Trinidad* eta *San Antonio*, euskal ontziak ziren. “Ez zeuden nabigazio ozeanikoetarako diseinaturik; Europan zeharreko garraio-lanetarako eraiki zituzten. Baina frogatu zuten nabigazio ozeanikoko benetan eraginkorrak direla”.



Ez ziren ontzi handiak. "Hain zuzen ere, espedizio hura izan zen ontzi handiagoak egiten hasteko eragileetako bat; izan zituzten arazoen iturburu nagusietako bat ontzien neurri txikia izan baitzen", dio Alberdik. "Zituzten kalkuluen arabera, uste zuten itsasontzi horiek nahikoa izango zirela Amerikatik Ekialde Urrunera iristeko. Baina itsasontzi horiek eraman zezaketen hornikuntza eskasa zen bide hori egiteko".

Bizirik irautea erronka

Hori ez zekiten Sevillatik abiatu zirenean. Baina oso argi zuten mutil osasuntsuak behar zituztela. Horregatik, abiatzeko unean, Pedro de Basozabali ez zioten ontziratzen utzi, gaixo zegoelako. "Fun-

tsezkoa zen hasieratik gaitzik ez sartzea ontzietan", azaltzen du Zulaikak.

Izan ere, bidaiatuko zuten kondizioetan, bizirik irautea bera benetako erronka zen. "Irudika ezazu 90 m²-ko pisu batean 60 pertsona bizitzen; lanean, lotan, jaten eta beren beharrak egiten". Eta urik gabe, higienarik gabe. Arratoiak, labezomorroak, zorriak, zimitzak... Ekuatorean, eguzki goritan; ekaitz tropikalekin, egun osoa bustita; edo, ia Antartikan, arroparik gabe, izoztuta. "Ez pentsa eguraldi txarra zegoenean satora sartzeko aukerarik zutenik ere. Sotoak giltzaz itxita zeuden, ontzi gainean bizi ziren".

“Zerua zen garai hartako GPSa. Pilotuek astronomia jakin behar zuten”

Osasun-arretarako zirujau bat eta hiru barberu zihoazen. “Ez ziren fakultateetan ikasitako medikuak, hain justu”, dio Zulaikak. Ilea eta bizarra mozten zuten, dentistak ziren, odol-ateratzeak egiten zituzten, abzesuak ebaki, zauriak kauterizatu, anputazioak; eta, hori guztia, mina kentzeko modurik gabe. “Gauza asko egiten zituzten, eta oso emaitza txarrekin. Gaixotasunen aurrean egiten zuten ia gauza bakarra odol-ateratzeak ziren. Eta gaixo dagoen bati gainera odola ateratzen badiozu... Askotan, heriotza aurreratu besterik ez zuten egiten. Jende oso gaztea joaten zen; itsasmutilek eta pajeek 11-16 urte izaten zituzten. Gaixotasunei aurre egiteko aukera gehiago zituzten”.

1519ko irailaren 20an abiatu ziren bost ontziak, 240 bat gizon eta mutil gazte eta osasuntsurekin. Kanarietan geldialdi bat egin, eta, 75 egunean, Brasilgo kostaldera iritsi ziren.

Nabigaziorako zeukaten teknologia oso oinarritzkoa zen: iparrorratza, norabidea jakiteko; koadrantea eta astrolabioa, latitudea kalkulatzeko; eta hareazko erloju bat eta soka bat korapiloekin, zenbat bide egin zuten kalkulatu, eta, horrekin, gutxi gorabehera zer longitudetan zeuden kalkulatzeko. “Gaur egun ezinezkoa dirudi, baina ez zuten besterik”, dio Alberdik. “Francisco Albo pilotuak jaso zituen oharretan ikusten da etengabe aritzen zirela kalkuluak egiten; ‘kalkulatzen dut’ (*estimo*) dio, behin eta berri, zenbat legoa ibili diren edo non ote dabilzan zehazterakoan”.

Itsaso zabalean, zerua lagun

Kalkulu horietarako, ezinbestekoa zuten astronomia. “Beste erreferentziarik ez zegoenean, zerua erabiltzen zuten”, dio Virginia Garcia Pena Aranzadi

Zientzia Elkarteko astronomoak. “Zerua zen garai hartako GPSa. Pilotuek astronomia jakin behar zuten. Ongi ezagutu behar zituzten zeruaren mugimenduak”.

Egunez, eguzkia erabiltzen zuten. “Horretarako, egutegi astronomiko bat behar zuten, urteko egun guztietan eguzkiaren posizioa zein zen esaten zuena”. Eta gauez, Iparrizarra zuten. “Lurraren errotazio-ardatzaren gainean dagoenez, zeruan mugitzen ez den izar bakarra da. Iparraldea non dagoen adierazten du, eta latitudea kalkulatzeko ere balio du. Hemen, 43 gradura ikusten dugu, eta, iparralderantz bazoaz, gero eta gorago ikusiko duzu. Badakizu ekuatorean zaudela zeruertzean ikusten duzunean, eta Hego hemisferiora pasa zarelara zeruertzean desagertzen denean”.

Hego hemisferioko zerua ere ezagutzen zuten. “Beti esan da Magallaesek aurkitu zuela Hego hemisferioko zerua, baina, batetik, jendea bizi zen hemisferio horretan, eta ondo ezagutzen zuten. Bestetik, Lurraren errotazio-ardatzaren inklinazioa aldatzen joan da, eta Grezia klasikoaren garaian ezagutzen zuten Hegoaldeko Gurutzea, hegoaldea markatzen duen konstelazioa. Eta, azkenik, Esperantza Oneko lurmuturretik pasatzen ziren portugaldarrak, eta handik ere ikusten da Hego hemisferioa. Magallaesen hodeiak izeneko galaxiak ere ez zituen Magallaesek aurkitu, Afrikaren inguruan mugitzen ziren nabigatzaile guztiek ikusten zituzten”.

Aurkikuntza astronomikorik ez zuten egin, beraz, baina Hegoaldeko Gurutzea zeruan goien ikusi zutenak izan ziren. Hego Amerikako kostaldea esploratuz, eta, hainbat geldialdiren ondoren, 1520ko urrian hasi ziren barneratzen, artean jakin



Albaola Itsas Kultur Faktorian, *San Juan* baleontziaren erreplika eraikitzen. XVI. mendekoa zen, Magallaes-Elkano espedizioko ontzien garai bertsukoa. Euskal ontzigintzak ez zuen parekorik garai hartan. ARG.: Nekane Aramendia Rebolledo eta Kepa Sarasola Gabiola / CC-BY-SA 4.0.

ez arren, desiratutako pasabidean: Magallaes itsasartean. *Santiago* ontzia lehenago hondoratua zen, eta *San Antonio*, itsasartean bertan espedizio utzi, eta Espainiara bueltatu zen. Gelditzen ziren hiru ontziek 38 egun behar izan zituzten itsasarte zeharkatzeko.

Pazifikoa, mortu amaigabea

1520ko azaroaren 28an atera ziren Pazifikoko deitu zioten itsasora. Ez ziren hornikuntzarako ere gelditu. Ez zekiten hain itsaso zabala zutenik aurrean, inoiz nabigatu zen zabalena. Hiru hilabetez ez zuten lurrik ukituko. Hainbati hortzoiak handitzen hasi zitzaizkien, odoletan hasi ziren gero, azkenean hiltzeraino. "Eskorbutoak jota hil zen espedizioaren herena", dio Zulaikak. Pazifikoa, 19 hil ziren; Moluketatik Espainiarako bidean, 15; eta, *Trinidad* Moluketatik Amerikara bueltatzen saiatu zenean, 31.

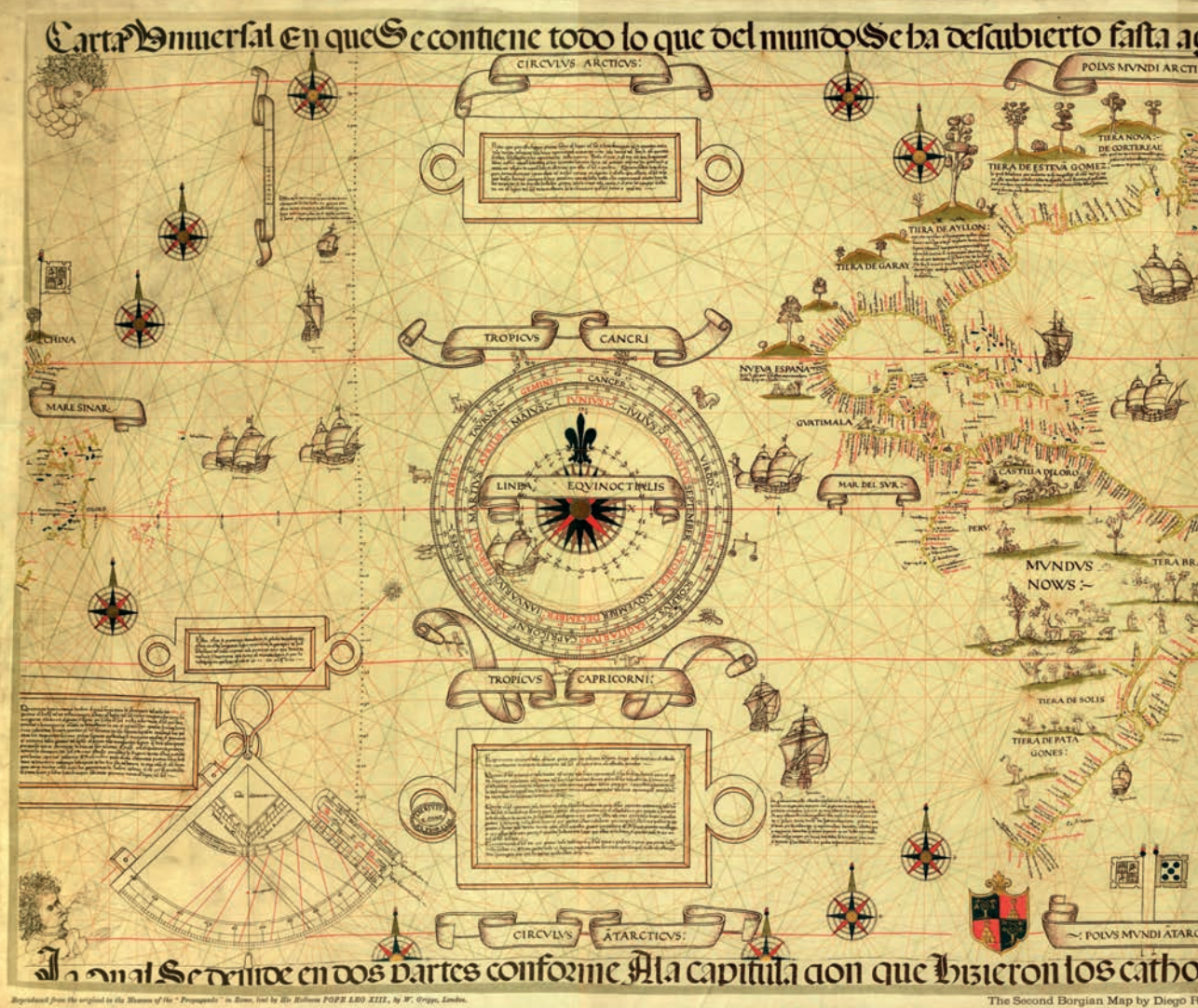
"Gaixotasun berria zen. Portugaldarrak Indiara bidaiatzen hasi zirenean agertu zen. Lurra utzi eta bi hilabetera agertzen zen, elikagai freskorik jan ez eta gorputzeko C bitaminaren erreserbak amaitzean. Hiru hilabetera hil egiten ziren". Lehorrera iritsiz

gero, berriz, azkar sendatzen ziren: "24 orduan, odol-jarioa eteten zen; eta 48-72 orduan, hortzoiak sendatzen hasten ziren".

1521eko martxoaren 6an entzun zen "lurra, lurra!" oihua. Guam uhartea zen. Handik, Filipinetara joan ziren, eta azkenik iritsi ziren Moluketara, azaroaren 8an. Filipinetan hil zuten Magallaes, eta *Concepcion* bidean erre zuten, hiru ontzitarako tripulazio nahikorik ez zutelako. *Victoria* eta *Trinidad* iritsi ziren. Elkano zen, orduan, *Victoriako* kapitaina.

Munduari bira

Ontziak espeziez bete, eta Sevillara bueltatzea gelditzen zen. Abiatu zirenean, ordea, *Trinidad* ura hartzen hasi zen; gehiegi zamatuta zuten. Orduan, portugaldarrak gertu zebiltzala jakinda, *Victoria* lehenbailehen ateratzea erabaki zuten. Berez, Amerikarantz joan behar zuten. Erregearen agin-duak argiak ziren: "ez egin aurkikuntzarik ez beste ezer Portugalgo errege txit sakratuaren demarkazioan eta mugetan, ezta haren kaltetan ere". Baina Elkanok kontrako bidea hartzea erabaki zuen, eta, beraz, munduari bira ematea.



Diego Ribeiro kosmografoak jaso zituen Magallanes-Elkano espedizioan egindako aurkikuntzak. Lehen mapa zientifikotzat hartzen da 1527an egin zuena, latitude zehatzak dituelako. Irudikoa 1529an egin zuen beste mapa bat da.

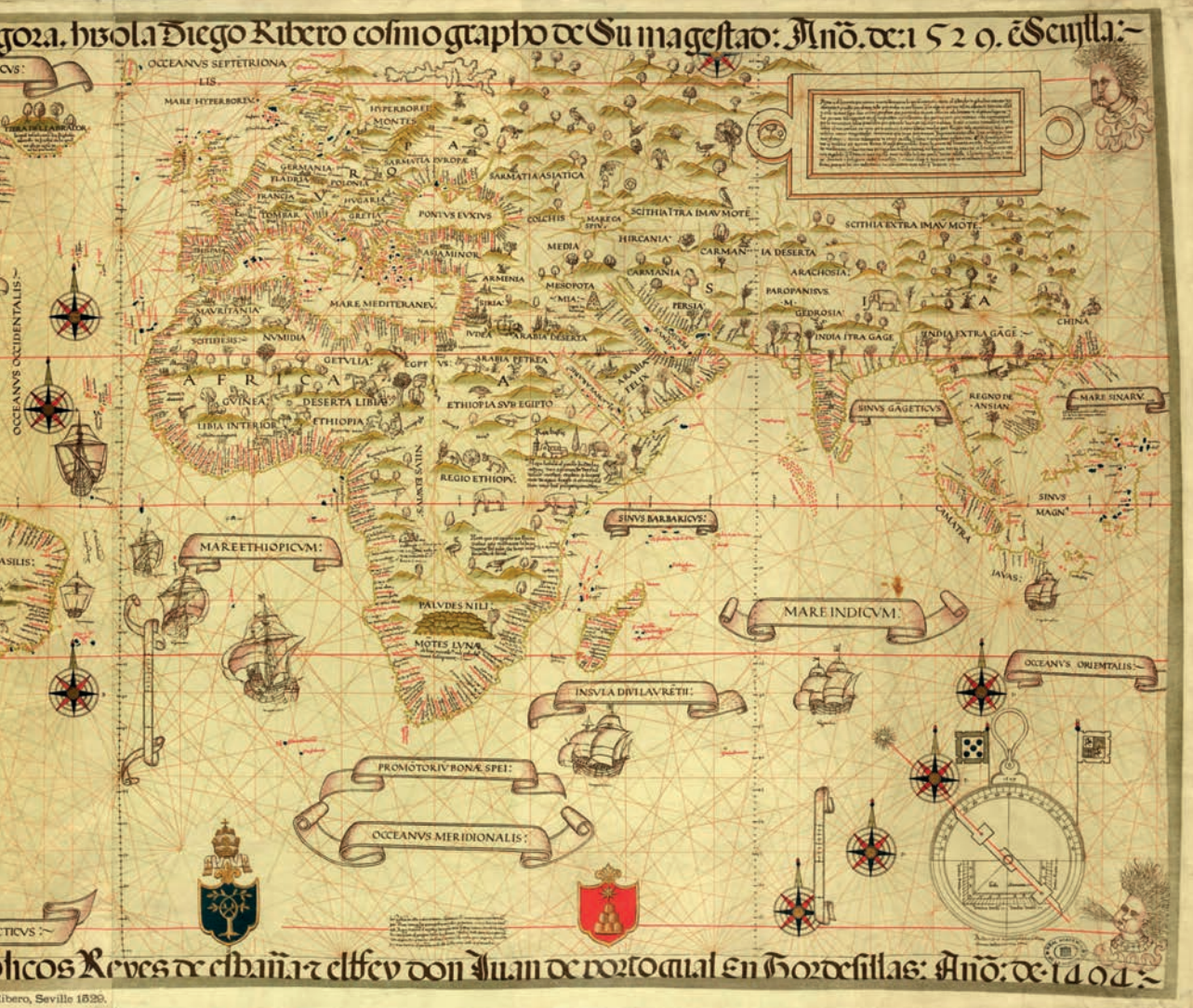
Lehenengo Timor-era iritsi ziren, eta handik Cabo Verderraino, ia bost hilabeteko bidaia egin zuten lurrik ukitu gabe. Bazekiten oso zaila izango zela iristea, baina portugaldarren lurretara inguratzea saihestu behar zuten. "Portugaldarrek han nabigatzen zutenez, bazekiten zer distantzia zegoen Esperantza Oneko lurmuturrera", dio Alberdik. "Baina portugaldarrek kostaz kosta nabigatzen zuten, eta berek Indiako Ozeanoa zeharkatuko zuten, erreferentziarik gabe. Harrigarria da zer zehaztasunekin asmatu zuten Esperantza Onaren lurmuturraren parera iristen".

1522ko irailaren 8an iritsi ziren Sevillara, inoizko balentriarik handiena burututa. "Gaur egun Martera joatearen parekoa litzateke", Garciaren ustez. "Ia

astronomia bakarrik erabilita, eta planeta benetan nolakoa zen jakin gabe, munduari buelta ematea sekulakoa da. Nire ustez, ordutik aurrera hartu zuen benetako zentzua planeta kontzeptuak".

"Espedizioan egindako aurkikuntza guztiak Diego Ribeirok jaso zituen hainbat mapatan", azaltzen du Davilak. Haietako bat da 1527an argitaratu zuena. "Lehen mapa zientifikoa da. Latitude perfektuak ditu. Eta harekin hasi zen Ptolomeoren gainbehera".

"Planetaren neurrien aldaketa ekarri zuen", dio Alberdik. "Uste zuten baino zabalagoa zen mundua. Orduan bazekiten zer zegoen. Baina, horrez gain, ozeanoetan zehar nabigatzeko egin behar denaren hazia erein zuten".



Bigarren espedizio batean, ofizialki Moluketara zihoazen, berriz. Baina, Urdanetak kontatu zuenez, Elcano hil zenean, Japonia zuen helburu. "Itzulbi-dea topatu nahi zuen. Elkanok garbi zuen ez zutela ezer egiten Moluketara berriz iritsi eta bueltatzen ez bazekiten. Japoniako kostaldera joan nahi zuen, Moluketatik bueltatzeko horixe egin behar delako, Kuroshio korrontea hartu eta Mexikora iristeko". Azkenean, Urdanetak lortu zuen hori ebaztea. "Hori ikaragarria da, europarrei munduko edozein lekutara joan eta etortzeko bideak ireki zizkien. Eta hori bai dela mundua estutzea".

"Nik 18 gizon haiek Sevillara iristen irudikatzen ditudanean, pentsatzen dut ezen, iltze-tona haiek guztiak ekartzeaz gain, badakartela, jabetzen ez

diren arren, ezagutza garrantzitsu bat", dio Zulaiak. "Ikusi dute ez dagoela itsas munstrorik, itsasoa ez dela ur-jauzi batean bukatzen, edo ekuatorean urak ez duela irakiten. Eta jabetu dira gizakia bat dela, mundu osoan zehar, ez dagoela hanka bakarreko gizakirik, edo burua bularrean duenik. Mitoak baztertu zituzten. Espedizioak arrazionaltasuna eta ezagutza zientifikoa ekarri zituen".

Sevillara iritsi baino bi egun lehenago, San Lucar de Barramedan, erregearentzat gutun bat idatzi zuen Elkanok. Oso argi zuen zein zen lorpen handiena: "Baina berorren maiestateak jakingo duenez, estimagarriena eta aztoragarriena da munduaren biritasun osoa aurkitu eta biribildu dugula, mende-baldera joanda, eta ekialdetik etorrira". ●



ARG.: Mikipons, Wikimedia

Zuhaitz lepatuak, ontzigintzatik jasangarritasunera

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia

Euskal Herriko baso-paisaia tradizionalaren ezinbesteko osagai dira zuhaitz lepatuak edo zuhaitz motzak. Balio kultural eta historikoa izateaz gain, XIII. mendetik —eta ia 600 urtez— garatzen eta fintzen joan zen baso-kudeaketa jasangarri baten lekuko ere badira. Beharrak eraginda, euskaldunak gai izan ziren ontzigintzaren eta garai hartako jarduera ekonomiko garrantzitsuenen egur-beharrak baso-mota bakarrean uztartzeko. Alvaro Aragón Ruano ikertzaileak uste du jasangarritasunerako giltzarria aurkitu zutela.

Egurra lortzeko behin eta berriz moztutako zuhaitzak dira zuhaitz lepatuak. Zuhaitzen enborra mantendu, eta adarrak ustiatzen zituzten, zuhaitz zahar baina etengabe emankorrek lortuta. “Mende haietan, interes asko zeuden basoaren inguruan. Gipuzkoan, Bizkaian eta Lapurdin ontzigintza punta-puntakoa zen, ia XVI. mendearen bukaera arte. Burdingintza, abeltzaintza eta nekazaritza ere jarduera ekonomiko garrantzitsuak ziren, eta denak

zeuden egurrari oso lotuak. Nola orekatu guztien beharrak?”, dio Álvaro Aragón Ruano EHUko historialariak.

“Burdigintzan egur-ikatzak behar zuten. Ontzigintzak, justu kontrakoa: batetik, zuhaitz luze eta zuzenak, oholak eskuratzeko; baina, batez ere, zurokerrak behar zituen itsasontziaren egitura bermatzeko, saihesten biribilduak lortzeko. Eta abel-



tzaintzak ezkurak behar zituen. Jarduera bakoitzarentzat baso-mota bat egokitu beharrean, denen beharrak aseko zituen baso jasangarri bat irudikatzea lortu zuten: baso lepatuak”, dio Aragónek.

Aurretik, bi baso-eredu guztiz desberdinak sortzen zituzten: zuhaitz tantaia —zuhaitz luze eta zuzen-zuzenak, zuhaitzak elkarrengandik oso gertu landatuta lortzen zituztenak— eta txaradiak —zuhaitzak hondo-hondotik moztean sortzen diren adar fin ugari zuhaitzak, 12-15 urtero ikatzetarako mozten zirenak—. Txaradiak zuhaitz lepatu bihurtzea izan zen gakoa. “Enborraren bizpahiru metroko altueran adar nagusia mozten zioten zuhaitzari, eta alboetako 2-3 adar uzten zizkieten, goraka hazi eta ontzigitzarako behar ziren zurokerrak sor zitezen. Haritzekin egiten zuten, batez ere. Haritzak 60-100 urte zituenean mozten zizkieten adar sendo haiek. Baina, bitartean, kimu berriak hazten ziren, eta adar horiek 8-10 urtetik behin mozten zituzten, burdintzarako egur-ikatzak lortzeko. Era berean, zuhaitz lepatuen ezkurak ziren txerri, behi eta beste abereen elikaduraren oinarri”. Eredu silbopastorala zen.

Zuhaitz lepatuen eredia hainbeste findu zuten, ezen ontzigitzarako behar zituzten zuroker biri-

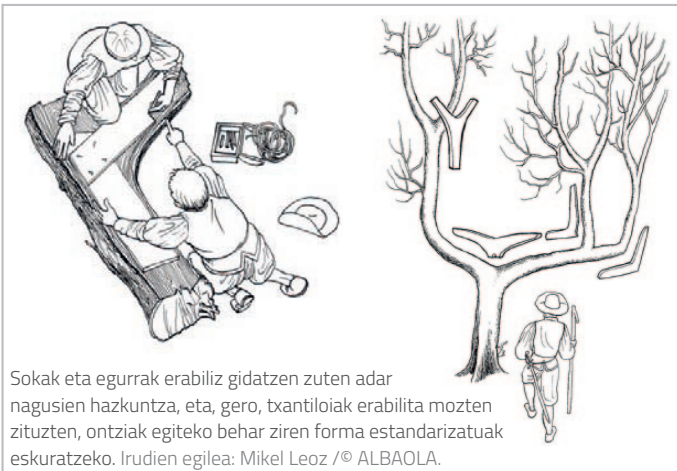
bilduak eskuratzeko teknika berezi bat ere garatu baitzuten: adar nagusiak gidatu egiten zituzten, forma oker estandarizatuak jarraituz haz zitezen. “Hipotesi bat da sokak eta egurrak erabiltzen zituztela adarrak gidatzeko. Badirudi euskaldunak zirela zuhaitz lepatuak gidatzen zituzten bakarrak. Ipina-bar deitzen zieten”, dio Aragónek.

“Euskaldunak ziren zuhaitz lepatuak gidatzen zituzten bakarrak”

Ontzigitzak indarra galdu zuenean, gidatzeari utzi, eta zuhaitz lepatuak burdintzarako eta ikatza egiteko erabiltzen jarraitu zuten. Haritzak lepatzetik pagoak lepatzera pasa ziren orduan, eta horiek dira gaur egun gure paisaian bizirauten duten pago motz zaharrak.

Mende luzez basoaren kudeaketa jasangarria egin zuten horrela euskaldunek. Egungo zuhaitzlandaketak ez bezala, zuhaitz lepatuak baso helduak ziren, eta, beraz, bioaniztasunaren gordeleku.

Egungo pago motzetan ikusten da oraindik: zulo eta usteltzegune ugari izaten dute, eta zulo bihurritu horiek bizileku eta habi toki ezin hobeak dira hegaztien-tzat. Askotan baliatzen dituzte garrapoak, amilotx urdinak edo kaskabeltzak. Berdin, basoko saguzarrek. Haien egur ustelaz elikatzen dira onddo eta intsektu saprofito asko. Eta, enbor eta adarretan, alga, liken, goroldio zein iratzeak finkatzen dira. ●



Sokak eta egurrak erabiliz gidatzen zuten adar nagusien hazkuntza, eta, gero, txantiloak erabilita mozten zituzten, ontziak egiteko behar ziren forma estandarizatuak eskuratzeko. Irudien egilea: Mikel Leoz /© ALBAOLA.

COVID-19aren jatorriaz, saguzarrez harago

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

COVID-19ak jomugan jarri ditu saguzarrak. Hain zuzen ere, ikertzaileek ez dute zailantza handirik SARS-COV-2 birusaren jatorria, genetikoki, saguzarren koronabirus bat dela. Horren ondorioz, geroztik, jende askok animalia arriskutsutzat jotzen ditu saguzarrak. Alabaina, Joxerra Aihartza Azurtza zoologoaren iritziz, gaitzaren benetako sorrera ez dago saguzarretan, baizik eta basabizitzaren eta gure arteko elkarrekintza-aren desorekan. Elisa Pérez Ramírez albaitari biologoak ere garbi du izurrien aurkako txertorik onena ingurumena zaintzea dela.

“Ikusi eta gero, denok jakintsu” dio atsotitzak. Eta izango da hori dioenik, zientzialariei entzutean COVID-19ak ez zituela gutiz ezustean harrapatu, espero zutela antzeko izurriren bat, lehentxeago edo geroxeago. Horixe berretsi du, ordea, Joxerra Aihartza Azurtza zoologoak: “Halako bat gertatzeko arrisku-faktoreak ezagunak dira, eta, azkenean, bat egin dute. Lehenengoa hurbiltasuna da. Lehen elkarrengandik bereizita zeuden patogenoak (animalia basatien birusak) eta bizidunak (pertsonak) elkartu dira. Dagoeneko ez dago eremu basatirik, eta, globalizazioaren ondorioz, munduaren txoko batean gertatzen dena berehala iristen da beste muturrera”.

Azaldu duenez, lehen arriskua askoz ere txikiagoa zen. Basabizitzatik hurbil zeuden lekuak eta jendea bakartuta zeuden, eta, patogeno zoonotiko bat agertzen bazen, hau da, patogeno batek animalietatik gizakietara jauzi egiten bazuen, lekuan bertan sortzen zuen gaitza, eta ez zen hedatzen.

Baina gizakia leku guztietara iritsi da gaur egun, eta basabizitzarekin harreman estuan jarri da; horrenbestez, asko areagotu da arriskua.

Dena dela, Elisa Pérez Ramírez albaitari biologoak aitortu du ez zuela espero halako dimentsioa izango zuenik: “Ni albaitaria naiz, eta biologiari ikertzen dut; batez ere, hegaztietan, gripea eta abar. Azkenaldian, Mendebaldeko Niloko birusa ere ikertzen nabil; beraz, oso ondo ezagutzen ditut pandemia bat sortzeko arrisku-faktoreak. Ikertzaileek ez ezik, nazioarteko erakundeak ere jabetuta zeuden, eta Osasunaren Mundu Erakundeak berak ere ohartarazi zuen gero eta maizago agertzen direla animalietatik sortutako gaixotasun berriak. Hala eta guztiz ere, izurri honen neurriak eta abiadurak harritu egin naute. Azken finean, ez dugu horrelakorik izan 1918tik, eta norberaren bizialdian gertatzea izugarria da. Baina egia da suarekin jolasten ari ginela”.



ARG.: Earl McGehee/CC-BY-SA

Apustu egitekotan, gripearen birusen baten alde egingo zukeela esan du Pérezek: “Hegaztien edo txerrien gripe bat espero nuen. Mehatxuak ere gertatu izan dira, H5N1arekin eta H1N1arekin, baina ez zuten lortu honek bezain ondo transmititzea pertsonen artean. Horrek bihurtu du pandemikoa koronabirus hau, pertsonen arteko transmisioa hain eraginkorra izateak. Baita sintomak agertu aurretik edo sintomarik gabe iraitzeak ere; hau da, presintomatikoek eta asintomatikoek. Edonola ere, argi zegoen arnas birus bat izango zela”.

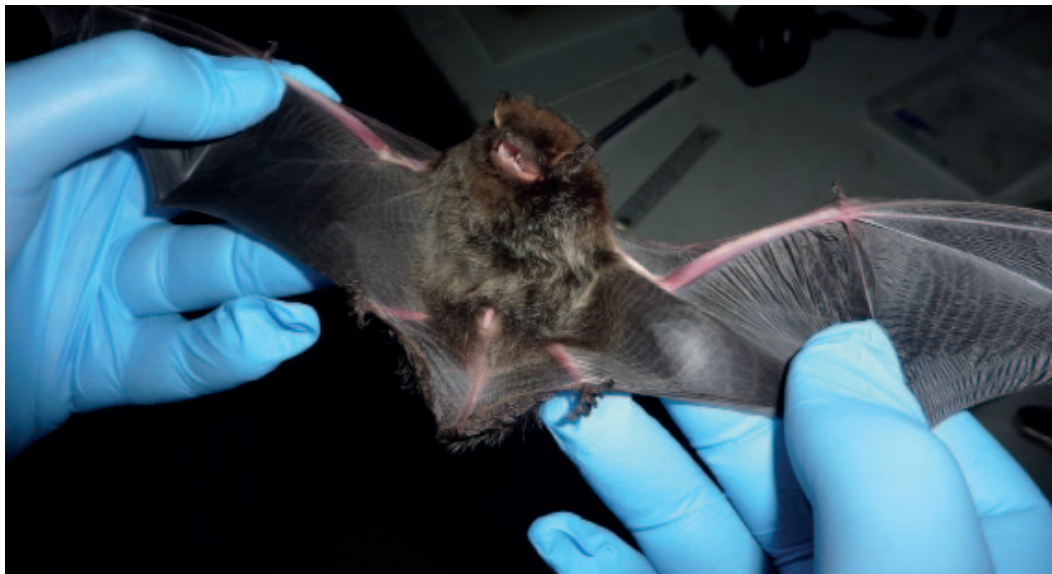
Saguzarren ezaugarri bereziak

Arnas birus horren jatorri genetikoa saguzarretan zegoela jakiteak ere ez zituen askorik harritu zientzialariak. Aurretik, SARS eta MERS gaixotasunen agerraldiak izan ziren; 2003an lehena, eta 2012an bigarrena. Bien jatorria saguzarren koronabirus bat zen, eta, beste animalia bat tarteko (zibeta SARSean eta dromedarioa MERSean), gizakietara iritsi, eta gizakitik gizakira transmititu zen. Beraz,

geroztik ikertzaile asko ari ziren ikertzen saguzarren birusak. Gaitz horiek azaldu baino askoz ere lehenagotik zebilen horretan Aihartza, dena den.

Adibidez, 2011n, beste zoologo eta biologo batzuekin batera, [Iberiar penintsulako saguzarren koronabirusei buruzko artikulu zientifiko bat argitaratu zuen](#), eta, urtez urte, saguzarren beste birus batzuk deskribatzen joan da. Izan ere, saguzarrak aproposak dira birusak ikertzeko. Hasteko, animalia sozialak dira eta talde handitan bizi dira; hortaz, edozein patogeno erraz hedatzen da haien artean, eta horrek asko errazten die logistika ikertzaileei. “Horregatik, beste animalia batzuen birusak baino hobeto ezagutzen ditugu saguzarrenak”, berretsi du Aihartzak.

Horrez gain, badituzte beste berezitasun batzuk ere: metabolismo izugarri azkarra dute, immunitate-sistema bikaina eta immunotolerantzia handia, ia ez dute minbizirik, eta urte luzez bizi dira. Ezaugarri



Saguzarrek ezaugarri bereziak dituzte, oso interesgarriak arlo askotako ikertzaileentzat. ARG.: Larisa Bishop-Boros/CC-BY-SA.

horiek ere oso interesgarriak egiten dituzte arlo desberdinetako ikertzaileentzat.

Oinarrizko ikerketa horri esker, zientzialariek azkar lotu zituzten gizakietan ezohiko pneumonia eragiten zuen patogeno hura eta saguzarrak. Hain zuzen, 2019ko abenduan jakinarazi zituzten ezohiko pneumonia baten lehen kasuak Txinan, eta 2020ko urtarrilaren 10erako lortu zuen sekuentziatzea birus eragilea. Zeuden birus guztien informazio genetikoarekin alderatuta, ikusi zuten birus berria zela, eta [hur-bilenekoa ferra-saguzar baten koronabirus bat zela](#).

Hortik aurrera, zabaldu zen saguzarrak direla SARS-CoV-2aren birusaren jatorria. Aihartzak, baina, beste ikuspegi bat du. Azaldu duenez, 1.423 saguzar-espezie ezagutzen dira; ugaztun-espezieen lautik bat dira saguzarrak. Haien artean, azeri hegalaria handiak daude, 3 gramo baino pisatzen ez duten espezie txikiak, asko intsektu-jaleak dira, baina badira fruta jaten dutenak, polena, loreak... Dibertsitate handia dago, beraz. Eta duten arrisku zoonotikoa, hau da, haien patogenoak gugana jauzi egiteko arriskua, ez da beste animaliena bai-

no handiagoa; aitzitik, txikiagoa ere bada, adibidez, karraskariena eta artiodaktiloena baino (oreinak, behiak...), eta primateenaren pare dago.

“Saguzarren arrisku zoonotikoa ez da beste animaliena baino handiagoa”

Bestalde, Aihartzak azpimarratu du SARS-CoV-2a ez dela saguzarretan aurkitu. “Antzekotasunagatik, badakigu zein den jatorria, baina ez dakigu non mutatu duen, gizakiok infektatzeko eta gure artean transmititzeko gaitasuna izateko”.

Haztegien arazoa

Pérezek esanean, interesgarria izango litzateke tarteko espezie hori identifikatzea, oso zaila baita saguzarretatik pertsonetara igarotzea. “Seguru asko, tartean beste espezie bat dago. Eta izan behar du talde handitan bizi edo hazten dena, epidemiologikoki esanguratsua izan dadin; koro-

Joxerra Aihartza Azurtza
Zoologoa, EHUKo irakaslea
eta ikertzailea, saguzarretan
espezializatua



Elisa Pérez Ramírez
Albaitari birologoa,
CISAKo ikertzailea



nabirusek erraz infektatzen dutena; eta gizakiekin harreman estua duena”.

Aurreratu duenez, litekeena da Txinako Yunnan eskualdean zeuden basapiztien haztegieta egotea erantzuna. Haztegi haietan, animalia basatiak hazten zituzten (mapatxeak, bisoiak, hudoak, pangolinak, arantzurdeak...), eta handik azoketara bizirik eramaten zituzten, tartean, Wuhangora. Ohitura horrek, gainera, bat egin zuen txerri-izurri afrikarraren agerraldi batzuekin. Horren ondorioz, txerri asko hil behar izan zituzten, txerri-haragia garestitu egin zen, eta badirudi animalia basatien kontsumoa hazi egin zela.

“Ikerketetan, ikusi dugu espezie horiek oso erraz infektatzen direla SARS-CoV-2arekin. Beren ingurunean aske bizi badira, ez dute hainbesteko arriskurik sortzen, baina haztegieta birusa erraz hedatzen da haien artean, eta, gizakiekin kontaktuan egotean, erraztu egiten da espezie batetik besterako jauzia”, azaldu du Pérezek.

Oraingoz, Txinan debekatu egin dituzte halako haztegieta animalien azokak. Baina bestelako haztegi batzuetan ere ari dira arazoak sortzen; adibidez, larrugintzarako bisoieta haztegieta. Bai Pérezek bai Aihartzak ohartarazi dute animalia basatiak birusaren gordailu bihurtzeko arriskuaz. Dagoeneko



Oraindik ez dute identifikatu saguzarren eta gizakien arteko animalia, baina litekeena da basapiztien haztegieta egotea erantzuna. ARG.: CDC/CC-BY.

“Gertatu diren beste pandemia eta izurrite zoonotikoetan, jatorria beti bera izan da: oreka ekologikoa hautsi izana”

aurkitu izan dira bisoi basatiak infektatuta; hortaz, arriskua ez da hipotesi bat, erreala da.

“Oraingoz, bisoia da animalia bakarra zeinean frogatu baita badagoela transmisioa animalietatik pertsonetara. Hori oso ondo ikusi zen Danimarkako bisoi-haztegieta: langileek bisoiak kutsatu zituzten, birusa bisoietan hazi zen, haiek langileak kutsatu zituzten, eta langile haiek beren inguruko pertsonak kutsatu zituzten koronabirusaren bisoien aldaerarekin. Geroztik, neurri zorrotzak hartu dira haztegieta, baina, hala eta guztiz ere, tartean behin gertatzen dira antzeko agerraldiak”, gogoratu du Pérezek.



Haztegieta, frogatu da badagoela transmisioa gizakitik bisoietara, eta haietatik pertsonetara. ARG.: Dživnieku brivba/CC-BY.

Haztegietatik kanpo, biek uste dute behar baino gutxiago ikertzen dela zer gertatzen den animalia basatiekin. Aihartzak, adibidez, lepazuriak aipatu ditu: “Hainbat lekutan, lepazuria oso ugaria izaten da, zabortegetan eta ibiltzen delako. Baina hemen inori ez zaio bururatu lepazuriak lagintzen hastea. Zer konponduko dugu geure buruari bakarrik begiratuta, txertoekin eta abar, baldin eta baditugu

balizko gordailu batzuk, zeinetan aldaera berriak sor baitaitezke? Kontuan hartu beharreko beste animalia bat katua da. Erabat zabaldua dago herrietan eta hirietan, asko basatiak dira, eta zer gertatuko da gordailu badira? Badakigu felidoak, infektatu, infektatzen direla. Bada, zenbat eta katu gehiago infektatu, orduan eta gehiagotan botatzen dugu txanpona”.

Egin kontu: saguzarrak ikertzean haiei SARS-CoV-2a transmititzeko dagoen arriskuak ere kezkatzen du Aihartzak. Baina, ikertzaileek ez ezik, katuek ere transmititu diezaiekete birusa saguzarrei. Hain justu, [arrisku horretaz ohartarazi dute Italiako ikertzaile batzuek](#), eta gogorarazi dute katuek saguzarrak ehiatzatzen dituztela. Arriskua ez da hain urrutikoa, beraz.

Txertorik onena, ingurumena zaintzea

Pérezek eta Aihartzak, biek, garbi dute ingurumena zaintzea dela prebentzio-neurri eraginkorrena zoonosiak galarazteko, edo, behintzat, haiek sortzeko arriskua mugatzeko. COVID-19aren aurretik ere, gertatu diren beste pandemia eta izurrite zoonotikoetan, jatorria beti bera izan da: oreka ekologikoa hautsi izana.

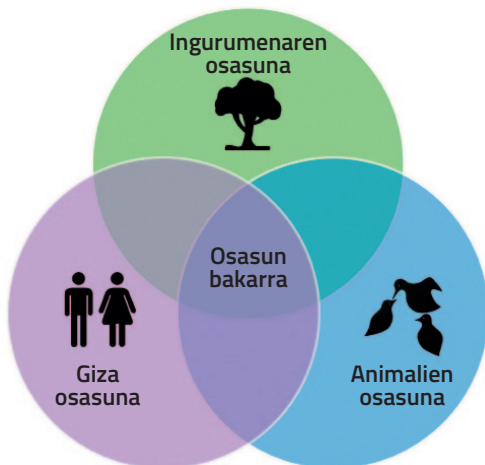
Aihartzak gertuko arazo bat jarri du adibidetzat: Lyme gaitza edo borreliosia. “Oso gaixotasun txarra da, oso polimorfikoa eta, oro har, diagnostikatzeko zaila. Diagnostikatzerako, pazienteek asko sufri dezakete, eta kroniko ere bihur daiteke. Genoespezie asko biltzen dituen bakterio bat da eragilea, *Borrelia burgdorferi* (sensu lato), eta oreinetan eta orkatzetan detektatzen da. Euskal Herrian, eta Europan, batez ere *Ixodes ricinus* akainean ageri da, eta *Apo-demus* generoko basasaguetan da ugaria”.

One Health (Osasun Bakarra)

One Health estrategiak herri, nazio eta mundu mailan lan egiten duten hainbat diziplinaren arteko lankidetzak aldarrikatzen du, pertsonen, animalien eta ingurumenaren arteko elkarrekin-tza eta oreka zaintzeko helburuarekin.

XIX. mendearen hasieran sortu zuen AEBko albaitari-elkarte batek, jatorri zoonotikoa zuten gripe-izurrien mehatxua gero eta handiagoa zelakoan. Haien iritziz, beharrezkoa zen osasunari buruzko ikuspegi bateratua izatea, ingurumena, animaliak eta pertsonak barne hartuta, eta ikuspegi horrekin landu behar ziren prebentzio-estrategiak.

Gaur egun, nazioarteko erakunde nagusiek babesten dute *One Health* estrategia, hala nola Osasunaren Mundu Erakundeak, FAO Elikadura eta Nekazaritza Erakundeak, OIE Animalien Osasunaren Mundu Erakundeak eta UNICEFek, eta berriazko batzorde bat ere sortu da. Hainbat biltzar eta jardunaldi antolatu dira, eta zenbait herrialde-tako politika jakin batzuetan eragina izaten ari da; adibidez, antibiotikoen erresistentzien arazoari aurre egitean, edo elikagaien segurtasunean.



One Health estrategiaren bultzatzaileak, administrazioetako erakunde eta profesionalekin ez ezik, gobernu kanpoko erakundeekin ere elkarlanean ari dira, eta, COVID-19az gain, gaitz hauek dituzte lehentasunen artean, besteak beste: amorrua, bruzelusia, ebola, gripea eta Rift haraneko sukarra.

Borrelia kontrolatzeko, oreinak eta orkatzak akabatzea proposatzen dute batzuek, eta AEBn proba ere egin zuten. Aiartzaren esanean, ordea, akats larria izango litzateke: "Oreinak eta orkatzak akabatzeko badituzu, seguru asko karniboroak ere uxatuko dituzu. Eta karniboro horiek dira karraskariak jaten dituztenak eta haien populazioa kontrolatzen dutena. Horrenbestez, zenbat eta baso «garbiagoa» izan, karniboro eta sastraka gutxiarekin, orduan eta aukera hobea karraskari txikiak ugaritzeko eta zabaltzeko mugarik gabe".

Hain zuzen, *One Health* (Osasun Bakarra) estrategiak ezinbestekotzat du ingurumenaren eta anima-

lien osasuna zaintzea, gizakion osasuna zaintzeko. Pérezen esanean, ikuspegi hori erabat zabaldua dago albaitarien eta ekologoen artean. Osasun publikoan lan egiten dutenek, ordea, orain arte ez dute oso aintzat hartu praktikan. "Nire ustez, COVID-19ak hori aldatuko du, eta beste era batera kudeatuko dira ingurumena eta animaliak, gaixotasunak sortzea eragozteko. Hala ere, hain azkar ari gara suntsitzen ekosistemak, ez dakit garaiz iritsiko garen. Baina garbi dago ingurumen-kudeaketan, animalien osasunean eta pertsonen ongizatean lan egiten dugun profesionalok elkarrekin lan egin behar dugula; ez bakarrik medikuek, baita soziologoek, ekonomialariek eta abarrek ere".



Adituek garbi dute ingurumena zaintzea dela prebentzio-neurri eraginkorrena zoonosiak galarazteko, edo, behintzat, haiek sortzeko arriskua mugatzeko. ARG.: Danel Solabarrieta.

Alde horretatik, oso egokia iruditzen zaio sindemia kontzeptua, zeinak barne hartzen baititu faktore sozialak ere: "Gobernu batek debekatu ditzake animalia bizien azokak, baina neurriak ez du arrakastarik izango horretatik bizi direnei ez bazaie beste aukera bat eskaintzen eta ohiturak ez badira aldatzen, heziketaren bidez".



Katuak ere infektatzen dira koronabirusarekin. Beraz, badago haiek gordailu bihurtzeko arriskua. ARG.: Danel Solabarrieta.

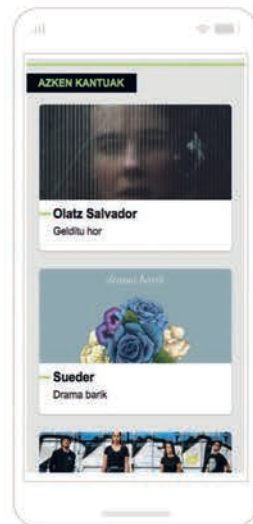
"Azken finean, ingurumena zaintzea da txertorik onena"

Pérezek argi dio: "Prebentzioan inbertitzen den guztia beti izango da askoz ere gutxiago gaitzari aurre egin nahian gastatzen dena baino. Albaitaritzan oso garbi dugu hori; horregatik egiten ditugu ahalegin guztiak izurriak prebenitzeko. Imajinatu zer gertatuko litzatekeen txerri-izurri afrikarra hona iritsiko balitz eta haztegieta txerriak akabatu beharko balira... Inpaktu ekonomikoa eta soziala ikaragarriak izango lirarteke. Giza osasunean, berriaz, ikuspegia guztiz erreaktiboa da (tratamenduak, ospitaleak...), prebentiboa izan beharrean. Ezinbestekoa da ikuspegia aldatzea, dena lotuta baitago. Azken finean, ingurumena zaintzea da txertorik onena". ●

BERRIAren albiste buletinak

Zure intereseko gaiak, posta elektronikoan

- **Astekaria**
Astelehenero, asteko gai hautatuak.
- **Badok-en buletina**
Ostiraleroko, euskal musikaren azken nobedadeak.
- **Koronabirusa egunez egun**
Egunero, pandemiaren inguruko azken gakoak.
- **Goizeko buletina**
Goizero, papereko BERRIAren eduki nagusiak.
- **Arratsaldeko buletina**
Iluntzero, egun horretan gehien irakurri diren albisteen errepasoa.



HARPIDETU
Berria.eus/buletinak/

Apache Software Fundazioa, webaren garapenean giltzarri

Gizartearen gehiengoak ez du, ziurrenik, Apache Software Fundazioa ezagutuko. Izan ere, software libreko hainbat proiektu oso garrantzitsuren koordinazioaz eta garapenaz arduratzen bada ere, proiektu horiek ez dira izaten azken erabiltzaileei bideratutakoak; informatikariontzat eta garatzaileontzat eta, bereziki, weba garatzeko beharrezko den softwarerako jarduten du fundazioak. Ezagut ditzagun, azaletik bada ere, egungo weba sortzeko giltzarri izan den eta oraindik ere webaren zati oso handi batek erabiltzen dituen oinarritzko teknologia libre askoren erantzule den erakunde hori eta haren proiektuak.

Zalantzarik ez dago azken 20-25 urteotako aurrerakuntza teknologiko nagusietako bat World Wide Web-a bat izan dela. Eguneroko bizitzarako zein jarduera ekonomikorako, ezinbestekoa. Bada, ziurrenik, webak ez luke izango izan duen garapena software librearengatik izan ez balitz. Izan ere, erabiltzaileon ordenagailuetan ez bezala, webaren azpiegituran dagoen softwarearen gehiengo nabarmena librea da. Eta weberako software librearen zati garrantzitsu bat [Apache Software Fundazioak](#) sortu eta garatutakoa da.

Apache Software Fundazioa eta weba

Apache Software Fundazioa software libreko garatzaileen irabazi asmorik gabeko elkarte deszentralizatua da. 1999an sortu zen, eta munduko software libreko erakunderik handiena da.

Webgune, web-zerbitzu edo -aplikazio orok ditu software-osagai ugari ([web-zerbitzaria](#), [web-garapeneko ingurunea](#), [programazio-lengoaia](#), [datu-basea](#), [bilaketa-motorra](#), bestelako osagai bereziagoak...), eta Apache Fundazioak osagai-mota horietako ia guztientzat garatu izan du software librea. Web-garapenaren munduan behar berri bat sortzen denean, edo teknologia jakin bat azaleratzen edo nabarmentzen ari dela ikustean, horren alternatiba libre bat ematen saiatzen dira, proiektuari zerotik helduz edo lehendik dauden aukera libre txikien kargu eginez eta haiei lagunduz. Lan behar-beharrezkoa egin dute webaren garapenerako eta bertako aukera-berdintasuna ziurtatzeko.

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea



ARG.: Flickr.

Sorrera: Apache HTTP zerbitzaria

Apache Fundazioaren ernamuina [Apache HTTP zerbitzaria](#) da. [Tim Berners-Lee](#)k, 1989an, [CERN](#)en zegoela weba asmatu zuen, eta, horrekin batera, [HTTP protokoloa](#)ren bidez web-orriak zerbitzatzeko lehen zerbitzaria ere garatu zuen, [CERN http](#) izenekoa. Denborarekin beste web-zerbitzari batzuk agertzen joan ziren, tartean, 1993an, Illinoisko Unibertsitateak egindako [NCSA HTTPd](#). Denbora gutxian, web-orriak zerbitzatzeko aukera nagusia bihurtu zen hori, baina, 1994tik aurrera, garapena asko geldotu zuen unibertsitateko lantaldeak. Orduan, beste talde batek kodea hartu, lizentzia libre bat zuela ikusi eta garatzen jarraitu zuen.

Talde horrek Apache izena jarri zion taldeari berari eta proiektuari. Izena Ipar Amerikako nazio amerikandiar ezagunen omenez da, alde batetik; bestetik, hasieran NCSA zerbitzariari egin behar izan zizkioten adabaki edo petatxuei erreferentzia egiten dien hitz jokoa ere bada (ingelesez, petatxuari *patch* esaten zaio, eta zerbitzari petatxuduna *a patchy server* litzateke, eta lehen bi hitzek ingelesez *apache* hitzaren ahoskera oso antzekoa dute).

Beraz, aurrerantzean Apache HTTP zerbitzaria izango zena nagusitzen joan zen, eta, 1996rako, web-zerbitzari erabiliena zen. Softwarea librea izateak eragiten dituen onuren adibide lehenengotakoa eta argienetakoa da hori: NCSA zerbitzariaren kodea ez balitz librea izan, hura desagertzean,

“Alternatiba libreak eskaintzen ditu weberako bururatzen zaigun ia edozein software-motarentzat”

berriz zerotik egin behar izango zatekeen han egin-dako lana, baina libre jartzeari esker egindako lana baliatu eta garatzen jarraitu ahal izan zen; sorrera haietan, webaren garapenerako giltzarri izan zen hori. Hala, esperientzia webeko beste teknologietara ere zabaltzeko asmoarekin, 1999an, Apache Software Fundazioa sortu zen.

Apache HTTP zerbitzariari dagokionez, web-zerbitzari erabiliena izan da 1996tik 2016ra bitartean: webguneen % 60-70 inguruk erabili zuten. 2016an, IIS-k hartu omen zion aurrea pare bat urtez, bereziki Apacheren merkatu-zati handi bat [Nginx](#)-ek eskuratu zuelako (hori ere software librea da, baina enpresa bat dago haren garapenaren atzean). Eta 2018az geroztik, lidergoa eskuratzeko lehia estuan ari dira Apache eta Nginx. Elhuyarko gure hizkuntza-eta hizketa-teknologiaren sailean egiten ditugun webgune ugarietan, Apache erabiltzen dugu.

Proiektu ugari eta garrantzitsuak

Web-zerbitzariak gain, weberako software libre ugari garatu ditu Apache Software Fundazioak 20 urte baino gehiagoan; zehazki, [300 proiektu baino gehiago](#), eta horietako asko oso ezagunak.

Esate baterako, Solr da webguneen barneko edukien bilatzaileak jartzea ahalbidetzen duen bilaketa-motorra. Webgune barruko eduki osoa indexatzen du, ofimatika dokumentuetakoa barne; horien gaineko bilaketa egin dezake, hainbat aukera kontuan izanik (testu zehatza, hitz guztiak, hitzetako bat...); emaitzak ordena ditzake zenbait garrantzirik pideren arabera; eta guztia pertsonalizatzeko eta funtzionalitate aurreratuak eskaintzeko aukera ere ematen du. Webguneetan bilaketak ahalbidetzeko software erabilienetako bat da. Solr erabiltzen dugu,

nagusiki, Elhuyarren garatzen ditugun bilatzaileetan: [Zientzia.eus](#)-eko [zientzia-bilatzaile eleaniztuan](#), [Nahieran](#)-eko bilatzailean (zeinak euskarazko lematizazioa, autoosaketa aurreratu eta hizkuntzen arteko bilaketa baititu), [Eusmerotekan](#)...

[NoSQL datu-base](#)etan hedatuenetakoa den softwareetako bat ere, [Cassandra](#), Apache Fundazioaren proiektuetako bat da. Bestalde, konputazio banaturako softwarea eta datu-baseak ere baditu: [Hadoop](#) eta [Hbase](#). Hodeiak muntatzeko azpiegitura eskaintzen du [CloudStack](#) bidez; datu-base banatuetan SQL galderak egitea ahalbidetzeko, [Hive](#); lengoia naturalaren prozesamendurako, [OpenNLP](#); datu-kopuru handien gainean analitikak egiteko, [Spark](#); spam mezuak detektatu eta garbitzeko, [SpamAssassin](#); [XML](#)rekin lan egiteko, [Xerces](#), [Xalan](#) eta [Xindice](#); [Nutch web crawler](#)-a... Fundazioak sortuak dira, halaber, garai batean asko erabili izan ziren Tomcat, Subversion, NetBeans, Cordova... Eta horiek guztiak adibide batzuk baino ez dira, alternatiba libreak eskaintzen baititu weberako bururatzen zaigun ia edozein software-motarentzat.

Argi dago lan ikaragarria egiten dutela Apache Software Fundazioan web ireki eta libre baten alde, eta, ziur aski, hori gabe weba ez litzatekeela izango gaur egun den bezalakoa. Lana fokuen atzean egiten dutenez, gehienentzat nahiko ezezagunak dira. Duela urte-pare bat Apache Fundazioari buruz [Trillions and trillions served izeneko dokumentala](#) egin zuten, eta haxe esaten dute fundazioari buruz bertan: “Gure proiektuen hedapena izugarria da; [...] oharkabea, ez baita begien bistakoa; [...] lo ez bazaude, behintzat, oso-oso zaila da Apacheren softwarearik erabili gabe egotea mundu teknologiko modernoan denbora-tarte labur bat baino luzarago”. ●

Gazteberri Aldizkaria



Gustuko dituzun gaiak zure esku. Nonahi. Noiznahi.





John Harrison

Erloju bat, itsasoan ez galtzeko

Egilea: Egoitz Etxebeste Aduriz • Elhuyar Zientzia

Irudiak: Manu Ortega Santos • CC BY-NC-ND

Lisboatik bueltan, Ingalaterrara gerturatzan ari zirela, kapitainak esan zuen laster begien bistan izango zutela Start Point. “Ez, kapitaina, nire erlojuaren arabera, ez da Start Point izango, Lizard baizik”, erantzun zion Harrisonek. Laster ikusi zuten begien aurrean agertu zitzaizen lurmutur hura Lizard zela. Ez zen kontu ona hori, eremu hura arriskutsua baitzen; baina, hala ere, pozik zegoen Harrison: bere erlojua ongi zebilen.

Inork ez daki nola ikasi zuen John Harrisonek erlojuak egiten. 1693an jaio zen Foulbyn, Ingalaterrako iparraldeko herri txiki batean. Aita bezala, arotz egin zen bera ere. Hain familia xumekoa izanik, ez zuen erloju asko ikusteko aukerarik izango, baina, nolabait, 19 urterekin erloju bat egin zuen. Eta ez nolanahikoa: ia erabat zurezkoa zen, baita mekanismoa ere, eta ez zuen oliorik behar. Oraindik martxan dago, Londresko Zientzia Museon.

Pixkanaka, erlojuak konponduz eta berriak eginez, erlojugile fin egin zen. Hain fina ere, Europa osoko zientzialariek konpontzea lortzen ez zuten arazo bat konpontzeko gauza ikusi baitzuen bere burua: itsaso zabalean longitudea ezagutzea.

Itsasoan, lurreko erreferentziarik ez dagoenean, ezinbestekoa da latitudea eta longitudea jakitea. Latitudea jakiteko, nahikoa zen zerura begiratzea: Eguzkiaren edo izarren posizioagatik jakin zitekeen iparralderago edo hegoalderago zeunden. Baina zenbateraino zeunden ekialdera edo mendebaldera jakitea beste kontu bat zen; hiru mendetako erronkarik handienetako bat izan zen hori.

XV. eta XVI. mendeetatik aurrera, Amerikaren kolonizazioarekin eta Asiarako merkataritza-bidaiekin, nabigazioak berebiziko garrantzia hartu zuen. Latitudea eta egindako ibilbidea kontuan hartuta, saiatzen ziren kalkulatzeko gutxi gorabehera non zeuden, baina ez zen batere metodo zehatza, eta, ondorioz, bidaia izugarri luza zitezkeen, eta diru eta bizitza asko galitzen ziren itsasoan.

Espainiako errege Filipe II.ak, 1567an, sari bat eskaini zuen longitudearen arazoa konpontzen zuenarentzat, eta haren seme Filipe III.ak handitu egin zuen saria 1598an. Herbehereetan ere beste sari bat eskaini zuten 1636an. Galileo Galilei bera saiatu zen arazoa konpontzen. Jupiterren ilargien eklipseak erabiltzea proposatu zuen, eta metodo hori saldu nahi izan zion Espainiari eta Herbehereei. Ez zuen arrakastarik izan, hainbat arazo praktiko zituelako.

“Longitudearen arazoa konpontzea hiru mendetako erronkarik handienetako bat izan zen”

Frantzian, 1666an Luis XIV.ak Zientzia Akademia sortu zuenean, nabigazioaren zientzian aurreratzea izan zen esleitu zion funtzioetako bat. Eta horretarako sortu zuen Karlos II.a Ingalaterrakoak 1675ean Greenwicheko Behatokia. Izan ere, Ilargiak beste izar batzuekiko zuen posizioaren bidez kalkula zitekeen longitudea, baina, horretarako, izarren posizioak eta Ilargiaren mugimendua ongi aztertzea beharrezkoa zela esan zion John Flamsteed astronomoak erregeari, eta behatoki bat sortzeko proposatu.

1714an, Ingalaterrako Parlamentuak beste sari bat eskaini zuen Mendebaldeko Indietarako bidaia batean longitudea zehazteko metodo bat baliagarria zela frogatzen zuenarentzat. Sari haren berri izan zuen Harrison erlojugileak, eta irabaz zezakeela pentsatu zuen.

Izan ere, gehienek soluzioa metodo astronomikoek ekarriko zutela uste bazuten ere, longitudea jakiteko beste modu bat izan zitekeen itsasoan zehaztasun handiz ibiliko zen erloju bat egitea.

15° mendebaldera egitean, ordu bat egiten da aurrera, eta, alderantziz, 15° ekialdera egitean, ordu

bat atzeratzen da. Beraz, itsaso zabalean lekuko ordua eta beste erreferentzia-puntu batekoa (abia-puntukoa) jakitea nahikoa da longitudea zehazteko. Itsasoan lekuko ordua jakiteko ez dago arazorik, eguzkiari begiratzea nahikoa da. Arazoa erreferentzia-puntuko ordua jakitea zen. Bazituzten penduludun erloju nahiko zehatzak, baina itsasoan, mugimenduagatik, eta tenperaturaren eta hezetasunaren aldaketengatik, ez zuten ongi funtzionatzen.

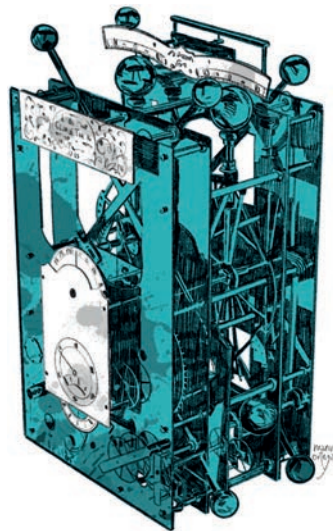
Newtonek berak (Royal Societyko lehendakaria, garai hartan) esan zuen ia ezinezkoa zela kondizio horietan ongi ibiliko zen erloju bat egitea. Baina Harrisonen uste zuen egin zezakeela. Bost urtez aritu zen H1 erlojua egiten. Malgukitan eta kontrapisutan oinarritutako sistema bat zuen, itsasontziaren mugimenduak ahalik eta gutxien eragiteko.

Royal Societyn aurkeztu zuen H1 erlojua, 1735ean. Harrera ona izan zuen, eta erabaki zuten merezi zuela itsasoan proba bat egitea. Lisboarako bidaiara egin zuen Harrisonen H1 erlojuarekin, eta bueltan gai izan zen ontzia Lizard-era inguratzen ari zela iragartzeko. Ez zen egin saria irabazteko eskatzen zen Indietarako bidaiara, baina emaitza ez zen txarra, eta sari txiki bat eman zioten.

Erloju hura hobetu beharra ikusi zuen Harrisonen. 1737an hasi zen H2a egiten, baina, hiru urteren buruan, konturatu zen diseinu-arazo bat zuela. Hurrengo hogeitau urteetan ez zuten ezer jakin Harrisonen eta haren erlojuek. Denbora hori behar izan zuen H3a egiteko. Guztiz berritzaileak ziren asmatzizunak sartu zizkion, baina, hala ere, ez zuen lortu behar adinako zehaztasunik.

1753an, 60 urte zituela, hasi zen H4a garatzen. Oso bestelako erloju bat egin zuen. Aurrekoak makina handiak eta astunak ziren; H4ak, berriz, poltsikoko erloju baten itxura zuen.

Hauze idatzi zuen: "Uste dut ausartu naitekela esatera munduan ez dagoela beste mekanismorik edo



matematika-konturik, nire erloju edo longituderako kronometro hau baino ederragorik edo bitxiagorik".

68 urterekin, ez zuen bere burua ikusten Indietara joateko, eta William semea bidali zuen, H4arekin. Jamaikara iritsi zirenean, 5 segundo baino ez zen atzeratu. Saria jasotzeko eskatzen zen zehaztasuna baino handiagoa zen hori. Hala ere, agian zortea izan zitekeela argudiatuta, bigarren bidaiara batean probatzeko eskatu zieten. Bigarrenean ere bikain ibili zen erlojua. Baina, orduan, esan zioten frogatu behar zuela halako erloju gehiago egin zitezkeela. Beste erlojugile batek egin behar izan zuen, eta Harrisonen berak ere beste lau kopia egin zituen, baita H5 bertsioa ere.

Azkenean, Jurgi III.a erregeari idatzi zion Harrisonen, merezi zuen aitortza eta saria lortzeko zituen arazoak berri emanek. Erregeak berak probatu zuen H5a, eta, haren zehaztasunaz jabetu zenean, Harrisoni zegokion emateko eskatu zion Parlamentuari. 1772an, 80 urte zituela, diru-kopuru bat eman zioten, baina ez sari ofiziala.

Urte hartan bertan abiatu zen James Cook kapitaina bere bigarren espedizioan. H4aren kopia bat eraman zuen. Hiru urteko bidaiara, tropikoetatik eta Antartikatik pasa zen, eta erlojuarekin txundituta gelditu zen Cook: "gure gidari leiala, klimaren gorabehera guztietan zehar". ●



Bizi nahi duen herria!

Jende gehiagori
ahotsa emateko,
lagun gehiagorengana
heltzeko eta
eragiten jarraitzeko
EGIN ARGIAKOA!

“Zientzia ez da neutrala: norbaitek egiten du, norbaitentzat”

Ana Galarraga Aiestaran • Elhuyar Zientzia

**Izaro Basurko
Pérez de Arenaza**
Ingurumen-zientzialaria
eta ekintzailea



Izaro Basurko Pérez de Arenaza

Donostia, 1981

- **Ingurumen Zientzietan lizentziaduna** da Salamancako Unibertsitatean.
- Ikerketa- eta lankidetzaproiektuak kudeatzen ibili da, eta **mPower** izeneko proiektu europarrean dabil lanean.
- EHUn **energia-trantsizioari buruzko dokto-retza** egiten ari da.
- Azken urteetan, **Mugarik Gabeko Ingeniari-tzarekin** eta **Ekologistak Martxanekin** aritu da elkarlanean.
- **Ekopol** ikerketa-talde kontsolidatuko partaide da.

Izaro Basurko Pérez de Arenazak unibertsitateko ikerketa-lana eta gizarte-mugimenduetako ekin-tzailletza uztartzen ditu, klima-larrialdiaren arloan. Horra iristeko, zientziaren bidea hartu du, baina mapetan nabarmentzen ez ziren bidezidorrak bi-latuz eta aurkituz.

Zientziara ingurumenetik hurbildu zela azaldu du Basurkok; hain zuzen, Ingurumen Zientziak ikasi zituen, Salamancako Unibertsitatean. «Beti gustatu izan zaizkit ingurumena, ekologia, ekologismoa... eta horrela sartu nintzen mundu horretan. *Prestige* ontziaren hondamendiak ere eragin handia izan zuen, jakin nahi izan bainuen zientziak eta teknologiak nola jokatzen zuten eta zer egin zitekeen hala-kok zorigaitzak eragozteko», gogoratu du Basurkok.

Ingurumen Zientziak ikasten hasi zenean, ohartu zen zientzia eta teknologia ez direla neutralak: «norbaitek egiten dituela, eta norbaitezat direla». Orduan, lankidetzaren munduan sartzen eta beste lurralde batzuk ezagutzen hasi zen. «Zientzia jendearen bizitza hobetzeko eta okertzeko erabil daitekeela ikasi nuen, edo dirua irabazteko, adibidez».

Mugarik Gabeko Ingeniaritza taldea ezagutu zuen, eta haiekin boluntario-lanetan hasi zen, baita Ekologistak Martxanekin ere. Horri esker, ikusi zuen badagoela zientzia egiteko beste modu bat.

Sisteman arrakalak irekitzearen alde

«Gizarte-mugimenduetan lan egiteak jendearengandik gertu egotea ematen dizu, haien kezak eta arazoak ezagutzea. Baina, bestalde, egiten dituzun ikerketek ez zaie unibertsitatean egindakoen maila bera ematen, gutxietsi egiten dira», azaldu du Basurkok. «Nire ustez, garrantzitsua litzateke biak batzea: zientziaren metodologiari zorrotz jarraitzea, eta jendea aintzat hartu eta aurrerapenen ondorioak aurreikustea».

Horrez gain, merkantilizazioaren arazoa aipatu du Basurkok: «Enpresa asko eta asko sartu dira uni-

bertsitatean, eta dirua, ikerketak eta ospea haien interesak babestera bideratu dira. Aldiz, gizarte-mugimenduek askoz ere diru gutxiago dute, eta ezin dute aldizkari nagusietan argitaratu. Horrek, ikertzaile askori, ikertzeko ahalmena edo gogoak kentzen die». Komunikabideek ere, sarritan, lan akademikoak nabarmentzen dituzte, eta besteak itzalean utzi.

Hala eta guztiz ere, uste du sisteman arrakalak irekitzeko ahalegina egin behar dela: «Ez da erraza inertiak haustea, baina, dugun prekarietatearekin zaila bada ere, baditugu aukerak zirrikitu batzuk irekitzeko, eta baliatu egin behar dugula iruditzen zait. Are gehiago EHU unibertsitate publikoa dela kontuan hartuta».

Artikulu zientifikoaren eta aldizkariaren sistema, adibidez, esanguratsua iruditzen zaio. «Unibertsitate publiko baten bidez egiten duzu ikerketa, baina, gero, aldizkari batean argitaratzeko, ingelesez idatzi behar duzu. Eta, argitaratutakoan, irakurri nahi duenak ordaindu egin behar du. Norentzat ari gara? Niri gustatuko litzaidake euskaraz ikertzea eta euskaraz idaztea artikulu horiek, baina, orduan, ez dira inora iritsiko».

Dena den, gogorarazi du EHUren leloa *Eman ta zabal zazu* dela, eta horretan saiatzen da: gizarteari ematen ikasten duena. «Adibidez, energia-trantsizioan sartuta nago orain, eta udal batek edo beste eragile batek deitzen digunean, laguntza eske, guk iritzia ematen diogu. Horrek asko asetzen nau, paper bat argitaratzeak baino gehiago. Baita hitzaldiak emateak ere, gaztetxeetan, edo Goienerrek antolatutako saioetan; horrek ematen dizulako jendearekin hitz egiteko aukera, zalantzak argitzea... Askok asetzen nau, gizartearekiko betebehara hori dugula uste baitut». ●



[Elkarrizketa osoa webgunean](#)



ARG.: BRTA

Trantsizio energetikoaren erronka teknologikoak

Nazioarteko energia-kontsumoa 20.000 gigawattekoa da urtero, eta horietatik % 80k jatorri fosila du oraindik. Beraz, trantsizio energetikoa izango bada, erronka politiko eta sozialaz gain, erronka teknologiko handi bat ere badugu. Erronka teknologiko garrantzitsuenak identifikatzeko eskatu diegu BRTA Basque Research and Technology Allianceko ikertzaileei.

“Gizarteak ozen aldarrikatzen du jada deskarbonizazioa”, dio Javier García Tejedor BRTA Energiako koordinatzaileak. EAEko hamasei zentro teknologiko eta ikerketa-zentro kooperatiboren aliantza da BRTA. Energia da haien hiru zutabeetako bat, eta trantsizio energetikoa gerta dadin hiru erronka teknologiko nagusi identifikatu dituzte: energia berriztagarriak zabaltzea, sistema energetikoa elektrifikatzea eta hidrogeno berdea.

Energia berriztagarrien zabalkunde masiboa

“Energia eolikoen artean itsasokoa da gehien zabalduko dena. Energia fotovoltaikoen kasuan, mikro-

sorkuntza eta autokontsumoa hedatzea izango da erronkarik handiena —dio García—. Baina ezinbestekoa da prezioek behera egitea”.

Baina prezioak ez dira berriztagarrien erabateko zabalkunde baldintzatzen ari diren faktore bakanak, Garbiñe Manterola Agirrezabalaga BRTAko ezagutza-transferentziaren kudeatzailearen ustez: “Berriztagarrietan oinarritutako sistema elektriko batek badu eragozpen argi bat: aurreikus dezakezu, baina ez kudeatu. Alegia, zuk ezin duzu erabaki noiz egingo duen haizea, noiz eguzkia... Beraz, ezinbestekoa izango da energia-iturriak konbinatzea,

Garbiñe Manterola Agirrezabalaga
 BRTAko ezagutza-transferentziaren
 kudeatzailea



Javier García Tejedor
 BRTA Energiako koordinatzailea



unearen arabera, berriztagarri bakoitzaren onena aprobetxatzeko. Ekoizpena eta kontsumoa bateragarri egiteko gakoa izango da, sortutako energia biltegitratzeko teknologia garatzea: bateriak”.

Sistema energetikoaren elektrifikazioa

Energia-iturrien hibridazio horren eraginez, eta kontsumituko den energia gero eta gehiago elektrikoa izango denez, ezinbesteko aldagetak aurreikusten dituzte sare elektrikoan: sare elektriko digitalizatu eta adimenduna garatzea da erronka nagusia, ekoizpen eta kontsumo aldakor horiek modu egokian kudeatu ahal izateko.

Horrekin batera, beste lau erronka ere ikusten dituzte BRTAn: eskariaren elektrifikazioa bera indartzea (adibidez, etxeetan, gas naturalaren edo erregai fosilen gaur egungo berokuntza-sistemen orde, bero-ponpak jartzea, oso errendimendu handikoak baitira); mugikortasun elektrikoa gauzatzea (lekuz aldatu behar badugu, gasolina erosi beharrean, elektrizitatea erosi ahal izatea); erai-kuntzan eta industrian energia-efizientzia hobetzea, ahalik eta gutxien kontsumi dadin; eta energia elektrikoaren biltegitratze eraginkorra bermatuko duen teknologia merkea lortzea (oraingoz, bateria elektrokimikoak dira eraginkorrenak, eta uste dute horretan ikertzea gakoa izango dela).

Hidrogenoa, elektrizitatea nekez iristen denean

“Hidrogenoa bigarren goraldi bat bizitzen ari da —dio García—. Izugarritzko indarraz berragertu da. Herrialde askok egin dute hidrogenoaren aldeko apustu estrategikoa, eta gasaren eta petrolioaren alorreko enpresa asko hidrogenoaren sektorerara pasatzen ari dira, saltzen duten energia deskarbonizatzeke. Hidrogenoak ez du leku handirik hartuko garraio arinean; hor auto elektriko bateriadunak izango dira jaun eta jabe. Baina kamioi, tren, itsasontzietarako eta, oro har, garraio astunetarako, bateria handiegia eta astunegiak beharko lirateke;

hortaz, hor izango du funtzio nabarmena, gasaren eta erregai fosil likidoen ordezkotz modura”. Jada aurkeztu da Hidrogenoaren Euskal Korridorea, eta elektrolizagailuak ekoizteko enpresa berriak sortzen ari dira, hidrogenoa elektrizitatearen bidez ekoizteko.

Hidrogenoaren alorrean, hiru erronka handi identifikatu dituzte: hidrogeno berdea eskala handian ekoizteko teknologia eskuratzea (energia berriztagarriez lortutako hidrogenoa da berdea, karbono-aztarna txikikoa); hidrogenoaren purifikazioa, garraioa zein biltegitratzea hobetzeko logistika fintzea; eta hidrogenoaren erabilera bermatzea, erregai-pilen bidez, edo industriara eta garraiara egokituz.

Ezagutza, gakoa

Erronka teknologiko horiei guztiei erantzuteko, sei jakintza-alor ezinbestekoak ikusten dituzte BRTAan teknologia digitalak (adimen artifiziala, big data, zibersegurtasuna...); material aurreratuak (metalikoak, polimerikoak, konpositeak, nanomaterialak...); elektrokimika (hidrogenoa eta bateriak sortzeko); termodinamika (ondo ezagutzeko zer bero ekoitzi nahi dugun eta zer bero sortzen den hondakin modura); elektronika (gero eta potentzia-eta kontrol-elektronika gehiago dago sare elektrikoetan); eta, azkenik, energia-sistemen ingeniari-tza (fluidoen dinamika...).

“BRTA sei teknologia horietan espezializatu da —dio Manterolak—, Euskal enpresak laguntzea da gure helburua, aipatutako erronka energetikoetarako behar den teknologia hori guztia eskura izan dezaten. Izan ere, euskal industria eta ikerketasarea energiaren gaian dago espezializatuta, neurri handi batean. Horren lekuko, Eusko Jaurlaritzak hiru lehentasun estrategikotzat izendatu dituela: osasun pertsonalizatua, industria adimenduna eta energia garbiagoak”.

EZAGUTZA DA TXERTOA



ANTOLATZAILEAK



elhuyar
ezagutuz aldatzea

BABESLEAK

NEIKER
MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE





2021eko CAF-Elhuyar sarien irabazleak. Ezkerretik eskuinera: Nahia Seijas Garzón, dibulgaio-artikulu orokorraren irabazlea; Iñaki Sanz-Azkue, zientzia-kazetaritzaren arloko irabazlea; Jon Urzelai Urbietta, kazetaritzako aipamen berezia; Helene Sánchez Zelaia, lehen sektoreko aipamen berezia; Jabier Agirre Lasarte, Elhuyarren Merezimendu Saria jaso duena; Itxaso Navarro Celestino, sorkuntza-bekaren irabazleetako bat; eta Asier Albite Arregi, Neiker Sari Bereziaren irabazlea. ARG.: Iñigo Ibañez.

2021eko CAF-ELHUYAR SARIAK

70 DIBULGAZIO-ARTIKULU OROKORRAREN SARIA

Nahia Seijas Garzón

Alferrik saiatzen gara natura giltzapetzen

76 EGILEAREN DOKTORE-TESIAN OINARRITUTAKO DIBULGAZIO-ARTIKULUAREN SARIA

Ainara Sangroniz Agudo

Polimero jasangarriak garatzea elikagaiak ontziratzeko

81 NEIKER SARI BEREZIA

Asier Albite Arregi

Betizua, Europako azken behi basatia, desagertzeaz?

Alferrik saiatzen gara natura giltzapetzen

Eskolako laborategia bitxikerien kabinete bat da. Ikasleak, grinatsu, irakaslearen atzetik sigi-saga dabiltza, korridore batetik bestera, eskaileretatik gora eta aurrera, ate berde horretara heldu arte. Kartelean "Biologia eta Geologiako Laborategia" irakurtzen dute eta, aldi berean, beren buruari galdetzen diote barruan zer fantasia topatuko ote duten.

Laborategiko atea kirrinka egiten du irekitzean, barruan dena ilun dago, eta hotz egiten du. Gelari produktu kimikoen usaina dario. Irakasleak hautsez betetako objektu bitxien bilduma biltegitik atera, eta mahaietan banatzen ditu: harri bitxiak daude, fosil batzuk, mineral oso koloretsuak eta distiratsuak. Ikasleak pieza horiek identifikatzen eta sailkatzen saiatuko dira, gida baten laguntzaz.

XVII. eta XVIII. mendeetako europar hirietan bilduma-zaletasuna handia zen. Natura gela batera ekartzen saiatu ziren erregeak, aristokratak, elizgizonak eta baita abokatu, mediku, botikari eta artistak ere. Asmo horrekin eraiki zituzten bitxikerien kabineteak, *naturalia* (landare, animalia eta mineralak) zein *artificialia* (hondar arkeologikoak, eskulturak, koadroak...), erreinuetako objektu anitz pilatu eta aurkezteko.

Garai hartan, munduko giza eta natura-aniztasun izugarria ezagutarazi zuen Europako hedapen kolonialak, eta kabinete haiek, mundu berri horren inbentario bilakatu ziren. Gela haien arkitektura eta altzariak objektu bitxiak antolatzen eta sailkatzen bideratuta zeuden; horrela bakarrik uler eta azal zitekeen natura, garaiko pentsamenduaren arabera.

Olaus Wormius (1588-1654) mediku daniarraren kabinetea adibide ona dugu (1. irudia). Bertan murgilduko bagina, itxura ugariko objektuak ikusiko genituzke: eskuineko apalean, mineral eta fosilen

espezimenak; ezkerreko horman, adajeak eta garrezurrak, eta atzeko paretan, armak. Gora begiratu gero, arrainak eta beste animalia batzuen gorputz disekatuak ikusiko genituzke, sabaian zintzilik.

Gune eklektiko haiek garai berrietara moldatuz joan ziren, apurka-apurka aberastuz eta espezializatuz. Azkenean, bitxikerien kabineteak Historia Naturaleko museo bilakatu ziren, eta garaiko ikerketa eta zientzia-dibulgazioaren giltzarri izango ziren.

Orduko jakituriak museoak zituen jauregi. Barrualdean espezimen arruntak zein exotikoak aurkitu zitezkeen: ikusgarrienak beira-arasetan gordeta; gainerakoak, ontzietan, konpartimentuetan banatutako kutxetan edo urreztatutako zurezko idulkietan. Ikerketarako eremuak ziren, bai, baina baita aisialdirako eremuak ere.

Espezimen guztiak kanpoan jasotzen ziren arren, landa-lana ez zen museoarena bezain garrantzitsu eta entzutetsua, lagin-jasotzea helburu handiago batera bideratuta baitzegoen. Testuinguruak ez zuen garrantzirik; laginek museoan bertan bereganatzen zuten balio zientifikoa, naturalistek beste pieza batzuekin alderatzen zituztenean. Zergatik? Konparaketa horrekin espezimen ekarri berriak identifikatu eta sailka zitezkeelako; izan ere, hori zen ikerketa zientifikoaren benetako helburua.

XIX. mendearen hasieran, lan egiteko modu hori aldatzen hasi zen, espazioa eta denbora naturaren ikerketan ezustean sartu zirenean, naturalisten ikerketa-galdera berriekin batera.

1802ko ekainaren 23an, Alexander von Humboldt-ek, Aimé Bonpland-ek eta Carlos de Montúfarrek Chimborazo sumendia igo zuten (garai hartan, munduko mendirik altuena zela uste zen). Igoera

Nahia Seijas Garzón
Geologoa
Doktoretza aurreko ikertzailea Bilboko
Hezkuntza Fakultatean (EHU)



benetan gogorra izan zuten naturalistek. Egun hotz eta lainotsua zen, eta arroka malkartsuak eskalatu behar izan zituzten, alboetan amildegi erraldoiak zituztela; eta, jakina, oxigenorik gabe, ezin ondo arnastu. Hala ere, hiru lagunak 5.917 metrora heldu ziren, gailurretik oso gertu.

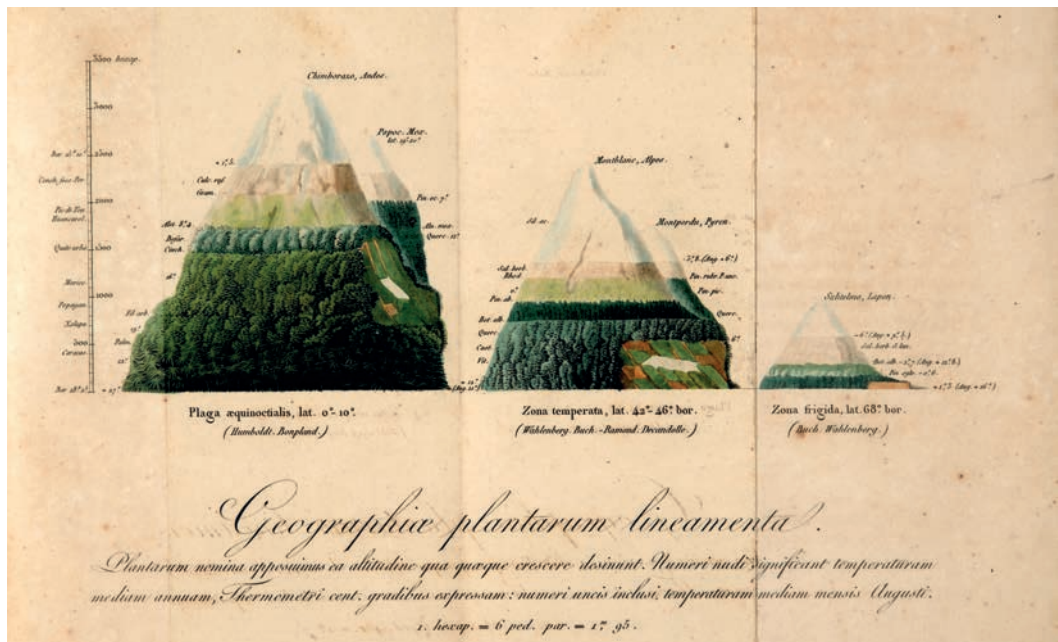
Quitorako bidaia eta sumendirako igoera oso adierazgarriak izan ziren Humboldtentzat. Arreta handiko pertsona zen, eta xehetasun oro gogoratzeko eta lotzeko trebetasun harrigarria zeukan. Horri esker, aurreko bidaietan (Alpeetan, Pirinioetan eta

Tenerifen) ikusitako landaredia eta arroka-egiturak gogoratu, eta Chimborazon ikusitakoarekin alderatu zituen. Leku urrun horien artean aurkitu zituen antzekotasun handiek biziki hunkitu zuten. Naturak mila hariko sarea zirudien; elementu guztiak elkarri lotuta zeuden!

Humboldt ikuspegi osoa behatzeko adina urrun- tzea lortu zuen. Landareak, altitudearen arabera, estratueta antolatuta zeudela konturatu zen: beheko haranetan, palmondoak, banbuzko baso tropika- lak eta koloretako orkideak aurkitu zituen; gorago,



1. irudia. Olaus Wormiusen bitxikerien kabinetearen aurkezpena Kopenhagen. Worm, Ole. Museum Wormianum. Leiden, Herbehereak: Jean Elzevir, 1655. Iturria: Wellcome Library no. 42458i.



2. irudia: Humboldten "Geographiae plantarum lineamenta" (1815). Iturria: Dumbarton Oaks. Research Library and Collection.

Europako basoen antza zuten koniferoak, haritzak eta zuhaixkak zeuden; eta, ondoren, landaredi alpe-tarra eta likenak. Hodeien parean, harkaitza.

Chimborazoren marrazki batean irudikatu zituen Humboldtek gune klimatiko horiek. Landaretza-geruzak altituderearen arabera adierazi zituen, tenperatura, hezetasun eta presioaren datuekin batera. Jarraian, Chimborazoko eremu klimatikoak beste latitude batzuetako mendiekin alderatu zituen (2. irudia).

Humboldt izan zen natura bere osotasunean aintzat hartu zuen lehen zientzialaria. Haren lanak garaiko Historia Naturala eraldatu zuen, zeinak ordura arte objektuak eskala txikian eta modu isolatuan deskribatzen eta sailkatzen baitzituen. Orain badakigu, testuinguru fisikoa eta elementuen arteko elkarrenerginak ezinbestekoak direla natura ulertzeko; naturak, gutxienez, hiru dimentsio dituela.

Bost urteko espedizio amerikar luzearen ostean, Humboldt Estatu Batuetatik Frantziara abiatu zen. Parisera heldu eta han geratzea erabaki zuen. Hiri hartan *Muséum national d'Histoire naturelle* zegoen,

Europa osoko zientzialariek miresten zuten tokia. Han, naturalista bikainak ezagutu zituen: haietako bat zen Georges Cuvier, gure ondorengo protagonista.

Cuvier anatomista zen, baina Madrilik jasotako enkargu batek geologiara hurbildu zuen: Buenos Airesen aurkitutako animalia erraldoi baten eskeleto-fosila helarazi zioten (3. irudia), txosten zientifikoa egin zezan. Cuvierrek *Megatherium* (piztia handia) izena jarri zion animalia hari. Fosilen ikerketa anatomikoa egin ostean, ondorioztatu zuen ordura arte zientziarentzat ezezaguna zen animalia berri bat zela, nagien familiakoa; eta, ziur aski, desagertua egongo zela. Espezieen iraungipena hipotesi polemikoa zen; horri buruz, zientzialariek ez zuten inolako adostasunik lortzen.

Cuvierrek, anatomia konparatuaren bidez, beste izaki bizidunen hondarrak aztertu zituen, iraungitzearen hipotesia frogatzeko asmoz. Hala, elefante bizen eskeletoen eta elefante fosilen aztarnak zehatz-mehatz alderatu zituen, eta berriz ere ondorio berera iritsi: elefante fosila edo mamuta, espezie aurkitu berria zen, elefante espezie bizidunak ez bezalakoa, eta iraungita zegoen.



3. irudia. Cuvierrek aztertutako Megatherium indibiduoaaren eskeletoa, gizaki baten eskeletoarekin konparatuta. W. H. Lizars (1822). Iturria: Wellcome Library no. 42458i.

Paleontologiaren urrezko aroa zen. Toki ezberdinetako naturalistek fosilak biltzen zituzten, eta desagertutako espezie ugari deskribatzen hasi ziren. Mary Ann Anning orduko fosil-bilatzaile garrantzitsuenetarikoa bat izan zen. Ingalaterran jaiotako jatorri umileko emakumea zen, eta fosilen bilketa eta salmenta zuen bizimodu. Anningek fosilak maisutasun handiz bilatzen eta biltzen ikasi zuen; ikusten zuena interpretatzeko trebatu zuen bere burua. Garai hartako zientzialariek ondo ezagutzen zuten, eta nolabaiteko errespetua zioten. Besteak beste, iktiosauroen (Ingalaterran aurkitutako lehena), plesiosauroen (4. irudia) eta pterodaktiloen fosilak aurkitu zituen (azkeneko biak ordura arte espezie ezezagunak ziren).

Fosilak hondakin bitxiak ziren. Batzuek maskorrak eta hezurrak ziruditen, baina, egiaz, arroka-aren zati bat ziren: harri bihurtutako hondarrak. Naturalista batzuek zera pentsatu zuten: fosilak arroka-estratu batzuen parte baziren, beharbada arroka-estratu horiek fosilei buruzko informazio gehigarria eman zezaketen; eta, fosilek, alderantziz, arroka-



4. irudia. Mary Anningek Plesiosauroaren aurkikuntzari buruz idatzitako eskutitza, eta dinosauroaren irudi eskematikoa. Iturria: Wellcome Library no. 42458i.

estratuei buruzkoa. Izan ere, fosil bakoitza harkaitz zehatz batzuetan baino ez zen agertzen.

Horrela, Cuvierrek museotik landara irtetea erabaki zuen, fosilak *in situ* aztertzeko, euren arroka-estratuetan. 1801ean emandako hitzaldi batean adierazi zuenez, arroka-zenbat eta sakonera handiagoan aurkitu —eta zenbat eta zaharragoak izan— orduan eta fosil ezezagunagoak zituzten, gaur egungo animalia-espezieekiko ezberdinagoak.

Estratu bakoitza garai batean sortu baldin bada, eta fosil ezberdinak baditu, behetik gorako estratu-jarraipen bat ikusten dugunean, istorio bat irakurtzen dugu, eta estratu-jarraipenean, denboraren arabera aldatzen dira fosilak. Cuvierrek fosilen aldaketa horren kausak hondamendiak eta espezieen iraungitzeak zirela uste zuen arren, Jean-Baptiste Lamarck-ek (Cuvierren garaikidea zena eta



5. irudia. Physical Geography. Lurraren eta biziaren historia erakusten duen hezkuntza-portfolioa (Yaggy W. Levy, 1887). Iturria: David Rumsay Map Collection.

Museo berean lan egiten zuena) espezieek denbora-erarekin eboluzionatu zezaketela proposatu zuen.

Azkenik, Historia Naturalak bere baitan barneratu zuen naturaren historia.

Ordutik aurrera, Lurraren eta bizitzaren historia berreraikitzen bideratu zen naturalisten lana,

kronologia biblikoen defendatzaileen amesgaizto bihurtuz. John Ruskin idazleak hau adierazi zuen: «Geologoek bakean utziko banindute! Bibliako bertset bakoitzaren amaieran, haien mailukadak entzuten ditut» (Ladow, 1971).

Pixkanaka-pixkanaka, arroka-motaren eta haren fosilen arabera, zenbait arotan banatu zen Lurraren



eta biziaren historia (5. irudia): arrokarik zaharrenek ez zuten bizi-zantzurik, eta haien garaiari Azoiko deitu zitzaion; gainerik Eozoikoa zegoen, zeinak bizi-forma sinpleen aztarnak baitzituen; eta estratu horien ostean, Paleozoikoa. Aro horren barnean hiru garai bereiz zitezkeen: beheagoko estratuetan, arrainen garaia; gorago, landareena; eta azkenik, anfioena. Ondorengo aroa, Mesozoikoa,

narrasti handien aro ukaezina zen; eta, bukatzeko, Zenoziokoa, gure aroa, ugaztunen aroa.

Bizitzak historia du. Lurrak historia du. Natura ez da era abstraktuan existitzen, espazioan eta denboran existitzen da, eta espazioan eta denboran ulertzen da. Alferrik saiatzen gara natura giltzapetzen: natura mugimendua da, etengabeko sorkuntza, eraldaketa. Fenomeno biologikoei eta geologikoei lau dimentsio dituzte, aldakorrak eta errepikaezinak dira; eta hori da, hain zuzen ere, haien edertasunaren oinarria. ●

Iturri bibliografikoak

- [1] Alsina Calvés J. (2007) *Historia de la Geología. Una introducción*. Biblioteca de Divulgación Temática 83. Editorial Montesinos: Barcelona. 230 pp.
- [2] Fernández M.D., Uskola A. eta Nuño T. (2006) Mujeres en la historia de la geología (I) Desde la antigüedad hasta el siglo XIX. *Enseñanza de las ciencias de la Tierra*, 14(2), 118-130.
- [3] Landow P. G. (1971) Chapter Four: Ruskin's Religious Belief. In: *Aesthetic and Critical Theory of John Ruskin* (pp: 241-318). Princeton, New Jersey: Princeton University Press. Kapituluak eskuragarri: <http://www.victorianweb.org/authors/ruskin/atheories/4.2.html>
- [4] Pardo-Tomás J. (2018) La historia natural y el coleccionismo en gabinetes de curiosidades y museos de papel. En Cabré Pairet M. y Cruz de Carlos Varona M. (Ed.) *María Sybilla Merian y Alida Withoos: mujeres, arte y ciencia en la Edad Moderna* (pp: 69-76). Editorial Universidad de Cantabria: Santander.
- [5] Rudwick M. (2005) Picturing Nature in the Age of Enlightenment. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 149(3), 279-303.
- [6] Wulf A. (2019) *La invención de la naturaleza*. Editorial Penguin Random House: Barcelona. 578 pp.

Polimero jasangarriak garatzea elikagaiak ontziratzeke

Nazio Batuen Erakundeak garapen jasangarriko zenbait helburu argitaratu ditu. Haien artean daude gosea murriztea, elikagaien segurtasuna mantentzea eta elikadura hobetzea. Erronka horiei aurre egiteko hainbat aukera daude; horietariko bat da elikagaien biziraupena luzatzea ontziratze egokia erabiliz.

Hala ere, XXI. mendean ontziratzeke erabiltzen diren plastikoek arazo larria sortu dute hondakinen kudeaketa desegokia dela eta. Arazo hori konpontzeko ezinbestekoa da ingurumenarekiko jasangarriak diren material berriak garatzea, eta hori izan da doktore-tesi honen helburua.

Ontziratzea elikagai-hondakinak murrizteko

Nazio Batuen Elikadura eta Nekazaritza Erakundeak (FAO) eginiko azterketen arabera, munduan ekoizten diren elikagaien % 14 hondatu egiten da dendara iritsi aurretik. FAOren arabera, 2019an, 690 milioi pertsona baino gehiago gosete-egoeran zeuden. Hori dela eta, ezinbestekoa da elikagai-hondakinak murriztea; erronka horretan, premiazkoa da ontzi egokiak erabiltzea. Izan ere, ontziek elikagaien kalitatea eta segurtasuna bermatzen dute, produktua garraiatu, biltegiatu eta kontsumitzen den bitartean. Kontuan izan behar da elikagaiak hondatu egin daitezkeela aldaketa fisiko, kimiko edo biologikoen ondorioz.

Ontziratzean zenbait material erabiltzen dira, hala nola metala, beira, kartoia eta plastikoa (1. irudia). Material-mota bakoitzak baditu bere abantailak eta desabantailak. Adibidez, metala eta beira iragaztezinak dira, hau da, kanpoko gasek edo lurrunez ez dute ontzia zeharkatzen, eta erraz birziklatzen dira. Baina badituzte zenbait desabantaila: bate-

tik, energia-kantitate handia xahutzen da material hauek prozesatzeko, eta, bestetik, oso astunak dira, eta horrek eragina dauka garraioan, erregai gehiago kontsumitzen baita.



1. irudia. Ontziratzeke erabiltzen diren materialak: metala, beira, kartoia eta polimeroa. Iturria: Sangronizek Pixabaytik moldatua.

Plastikoak, ordea, merkeak, prozesatzen errazak eta arinak dira. Hala ere, azken urteetan, plastiko-hondakinen kudeaketa desegokiak arazo larria sortu du ingurumenean. Gaur egun, plastiko-hondakinak kudeatzeko hiru modu daude: zabortegietan pilatzea, mekanikoki birziklatzea (prozesu horren ondorioz lortzen den materialaren propietate fisikoak okerragoak dira) eta erraustegietan erretzea. Aipaturiko aukera horiek guztiek zenbait desabantaila dituzte, eta ingurumenarekiko ez dira oso jasangarriak. Arazo horri aurre egiteko, zenbait irtenbide proposatu dira; hala nola, biodegradagarriak edota kimikoki birziklagarriak diren polimeroak erabiltzea.

Polimeroak: ontziratzeke material apartak

Ontziratzeke erabiltzen diren material polimerikoek zenbait ezaugarri izan behar dituzte: gardenak izan behar dute, hesi-ezaugarri onak izan behar dituzte eta propietate mekaniko egokiak.



Hesi-ezaugarri onak zer diren azaldu aurretik, iragazkortasuna zer den ulertu behar da. Polimeroak, beira eta metala ez bezala, iragazkorak dira hainbat gasekiko. Hau da, molekula txikiek polimeroa zeharkatu dezakete; beraz, gas-molekulen garraioa gertatzen da edukiontzia-aren barnealdetik ingurunera, eta alderantziz (2. irudia). Gas edo lurrun horren garraioak ontziratutako produktua honda dezake. Bestalde, elikagaien konposatu lurrindunak ere gal daitezke, eta kalitatea murriztu. Ondorioz, oso garrantzitsua da ontziratzean erabiliko diren polimeroen hesi-ezaugarriak ezagutzea. Orokorrean, material batek hesi-ezaugarri onak dituela esaten da gas eta lurrunekiko iragazkortasuna baxua duenean.

Ontziaren materiala aukeratzeko, ontziratutako behar den produktuaren ezaugarriak izan behar dira kontuan (3. irudia). Esaterako, fruta eta barazkiek arnasa hartzen dute; beraz, ontziratzean erabiltzen den materialak oxigeno eta karbono dioxidoarekiko iragazkorra izan behar du. Haragi gorriaren kasuan, materialak oxigenoarekiko iragazkorra izan behar du; bestela, haragiak bere kolore gorria galduko du, kolore marroixka hartuz. Ogia eta antzeko produktuetan, ura sartzea ekidin behar da, testura kurruskaria mantentzeko. Garagardoa ontziratzeke erabiltzen den materialak oxigenoa sartzea saihestu behar du, produktuaren propietate organoleptikoak aldatzen baititu. Beraz, esan bezala, materialak elikagai bakoitzaren arabera propietateak izan behar dituzte. Hala ere, oro har, ontziratzearen arloaren erronka nagusia da gas eta lurrunekiko iragazkortasun baxua duten materialak lortzea.

Gaur egun, ontziratzean gehien erabiltzen diren materialak polietilenoa, polipropilenoa eta polietilen tereftalatoa dira, merkeak baitira eta propietate fisiko egokiak baitituzte. Baina halako materialak ez dira biodegradagarriak; behin erabili ondoren,



2. irudia. Ontziratzeke erabiltzen diren materialak elikagaia babesten dute kanpoko ingurunetik; esaterako, oxigenotik edo ur-lurrunetik. Iturria: Sangronizek Pixabaytik moldatua.



3. irudia. Ontziratutako behar den elikagaiaren arabera, materialak ezaugarri jakin batzuk izan behar ditu. Iturria: Sangronizek Pixabaytik moldatua.

zabortegetian edo ingurunean pilatzen dira, eta plastiko hondakinen arazoa areagotzen dute.

Polimero biodegradagarriak: plastiko-hondakinen konponbidea?

Arazo horri aurre egiteko konponbide bat polimero biodegradagarriak erabiltzea izan daiteke, baldintza jakin batzuetan degradatu egiten baitira, biomasa, karbono dioxidoa, ura eta antzeko substantziak lortuz. Hala, ez da hondakinik sortzen, eta ekonomia zirkularra bultzatzen da.

Polimero biodegradagarri erabilienak polilaktida eta polikaprolaktona dira, baina zenbait desabantaila dituzte: oro har, propietate mekanikoak ez dira egokiak, hauskorrak direlako, eta, bestalde, gas eta lurrunekiko iragazkortasun altua dute. Material

horien ezaugarriak hobetzeko zenbait aukera daude, eta horietariko bat da propietate hobeak dituzten polimeroekin nahastea. Horrela, polimero biodegradagarrien propietateak hobetu daitezke modu merke eta erraz batean. Nahaste hori nahaskorra edo nahastezina izan daiteke. Normalean, polimeroak nahastezina dira, hau da, bi fasetan banatzen dira, olio eta ura nahasten ez diren bezala. Helburua nahaste nahaskorra lortzea da, horrelako nahasteek propietate fisiko hobeak izaten baitituzte.

Tesi honetan, poli(butilen adipato-*ko*-tereftalatoa) (PBAT) polimero biodegradagarria aztertu da, propietate mekaniko egokiak baititu ontziratzeko erabilgarria izan dadin. Hesi-ezaugarriei dagokierik, gas eta lurrunezko iragazkortasun altua dauka. Hori dela eta, PBATaren propietateak hobetzeko, fenoxi erretxinarekin (PH) nahastu da, zeinak iragazkortasun baxua baitu (4. irudia). Lortu diren nahasteak nahaskorrak dira aztertu den konposiziotarte zabalean. Hesi-ezaugarriei dagokierik, nabarmen hobetzen direla ikusi da: soilik % 25 fenoxi erretxina gehituta, nabarmen murrizten da ur eta limoneno lurrunarekiko iragazkortasuna. Bestalde, nahaste horiek nola degradatzen diren ere aztertu da, fenoxia gehitzeak degradazioan daukan eragina ikertzeko. Nahasteetan degradazioa PBAT hutsean baino mantoago gertatzen bada ere, polilaktida edo polikaprolaktonaren antzeko degradazioabiadura dute. Beraz, ondoriozta daiteke lortu diren nahasteak ontziratzean erabiltzeko baliagarriak direla.

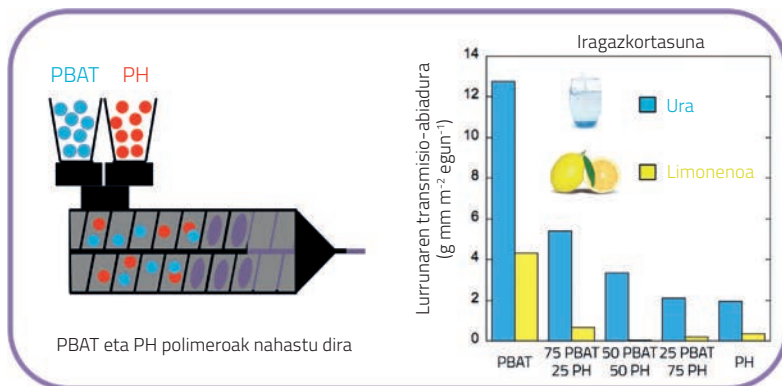
Kimikoki birziklagarriak diren polimeroak

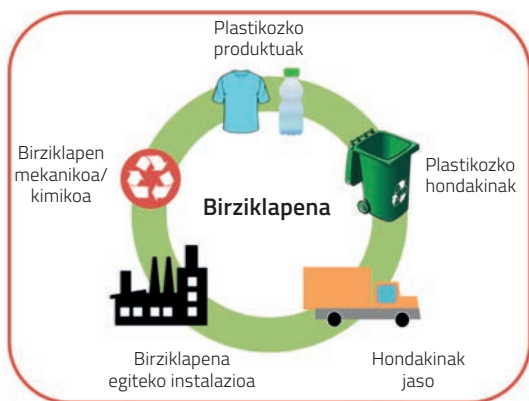
Azken urteotan, interes handia piztu dute kimikoki birzikla daitezkeen polimeroek. Mota horietako polimeroak, behin erabilia, birziklatu egin daitezke hasierako konposatuak berreskuratuz. Birziklapen kimikoa eta lehen aipatu den birziklapen mekanikoa zeharo desberdinak dira. Birziklapen mekanikoan, hondakin plastikoak txikitu eta sailkatu egiten dira polimero-motaren arabera. Ondoren, polimero-mota bakoitza berotu egiten da eta forma ematen zaio, pieza berri bat lortzeko. Materiala berriz prozesatzen denez propietateak kaskartu egiten dira, eta, ondorioz, prozedura hori ezin da nahi beste aldiz errepikatu (5. irudia).

Birziklapen kimikoari dagokierik, bestalde, prozesua ulertzeko lehendabizi polimeroak nola osatzen diren jakin behar da. 5. irudian ikus daitezkeen bezala (ikus birziklapen kimikoaren atala), behin eta berriz errepikatzen diren unitatez osaturiko kate luzeak dira polimeroak. Adibide bat jarritz: unitate errepikakorra perla bat bada, perla bat bestearekin lotuz osatzen den lepokoa da polimero-katea. Behin polimeroa erabilia kimikoki birzikla daiteke, hasierako perla berreskuratuz, eta perla horiekin berriro osa daiteke lepokoa. Beraz, material horiek infinituki birzikla daitezke, eta haien propietate fisikoak ez dira galtzen.

Kimikoki birziklagarriak diren polimeroek badituzte zenbait arazo: alde batetik, oso zaila da guztiz bir-

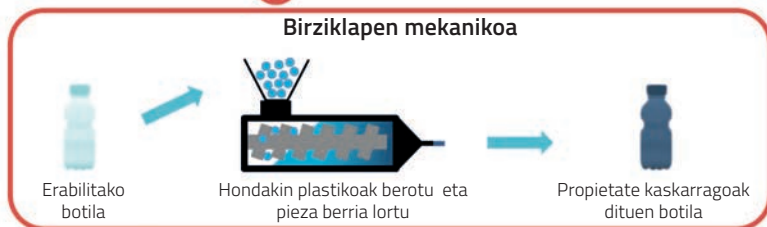
4. irudia. PBAT/PH nahasteak prestatu dira, eta ur- eta limoneno-lurrunen transmisio-abiadura, hots, iragazkortasuna, neurtu da. Irudia: Ainara Sangroniz.



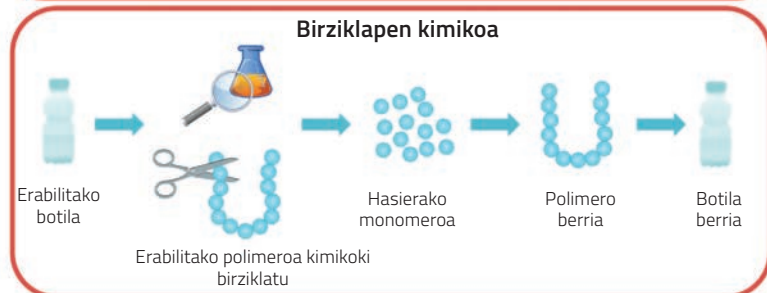


Birziklapena

Birziklapen mekanikoa



Birziklapen kimikoa



5. irudia. Plastiko-hondakinak jaso eta instalazio egokietara eramaten dira birziklatzeko. Birziklapen mekanikoa eta birziklapen kimikoa zeharo desberdinak dira. Iturria: Sangronizek Pixabaytik moldatua.

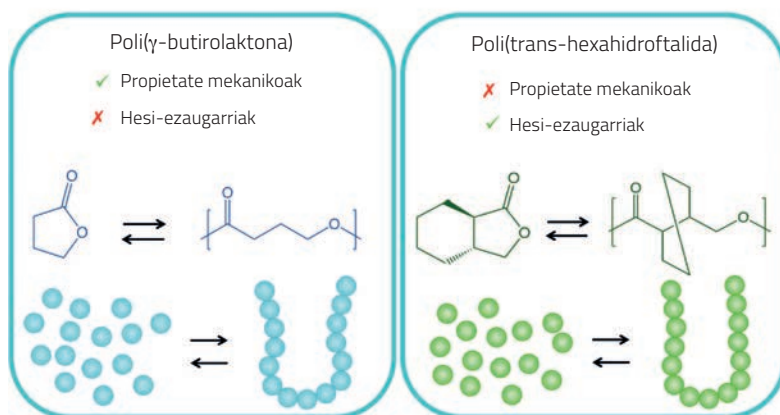
zikla daitekeen material bat lortzea, eta, bestetik, erraz birziklatzen bada, materialaren propietate fisikoak kaskarrak dira; esaterako, ez dituzte propietate mekaniko egokiak, ontziratzean erabiltzeko. Hori dela eta, orain arte ikertu diren mota horretako polimeroek ezin dituzte ordezkatu gaur egun merkatuan erabiltzen direnak.

Tesi honetan, γ -butirolaktonan oinarritutako polimeroak sintetizatu dira elikagaiak ontziratzeke erabiltzeko helburuarekin. 6. irudian ikus daitekeen bezala, γ -butirolaktona bost atomoz osatutako eraztun bat da, non erpin bakoitzean karbono atomo bat dagoen bi hidrogeno atomori lotuta. Horretaz gain, eraztuneko karbono bati oxigeno atomo bat lotzen zaio. Bost atomoeko egitura honek polimeroa kimikoki birziklatzen laguntzen du. Poli(γ -butirolaktonak) propietate mekaniko apartak ditu, baina iragazkortasun altua dauka gas eta lurrunezko; ondorioz, ez da egokia ontziratzean erabiltzeko (6. irudia). Bestalde, γ -butirolaktona eraldatu egin da 6 atomoeko eraztuna txertatuz, eta, hala, poli(trans-hexahidroftalida) polimeroa lortu da. Polimero hori ere kimikoki birziklagarria da, baina, kasu honetan, aurkako propietateak ditu: gas eta lurrunezko oso iragazkortasun txikia du, eta hori abantaila bat da ontziratzeke, baina propietate mekanikoak ez dira egokiak, oso hauskorra baita (6. irudia).

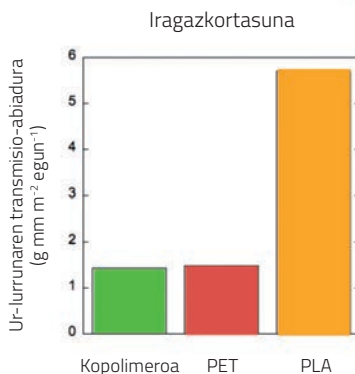
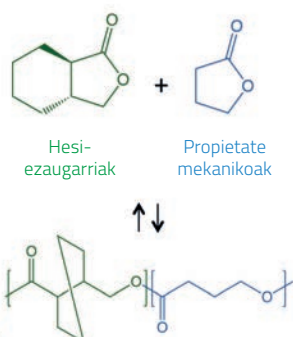
geno atomo bat lotzen zaio. Bost atomoeko egitura honek polimeroa kimikoki birziklatzen laguntzen du. Poli(γ -butirolaktonak) propietate mekaniko apartak ditu, baina iragazkortasun altua dauka gas eta lurrunezko; ondorioz, ez da egokia ontziratzean erabiltzeko (6. irudia). Bestalde, γ -butirolaktona eraldatu egin da 6 atomoeko eraztuna txertatuz, eta, hala, poli(trans-hexahidroftalida) polimeroa lortu da. Polimero hori ere kimikoki birziklagarria da, baina, kasu honetan, aurkako propietateak ditu: gas eta lurrunezko oso iragazkortasun txikia du, eta hori abantaila bat da ontziratzeke, baina propietate mekanikoak ez dira egokiak, oso hauskorra baita (6. irudia).

Kimikoki birziklagarriak diren polimeroen sintesia

6. irudia. Kimikoki birziklagarriak diren bi polimeroen sintesia azaltzen da. Erreakzio-kondizioen arabera, polimeroa (lepokoa) edo hasierako monomeroa (perlak) lor daiteke. Irudia: Ainara Sangroniz.



Kimikoki birziklagarriak diren kopolimeroen sintesia



7. irudia. Bi monomero-motak konbinatuz kopolimeroak lortzen dira, eta bi homopolimeroen ezaugarriak dituzte, hots, hesi-ezaugarri eta propietate mekaniko onak. Grafikoa ur-lurrunaren transmisio-abiadura ageri da sintetizatutako kopolimeroarentzat, PETarentzat (merkatuan gehien erabiltzen den materialetako bat) eta PLArentzat (polimero biodegradagarri garrantzitsuenetako bat). Irudia: Ainara Sangroniz.

Hori guztia kontuan izanda, bi monomeroak konbinatu egin dira kopolimeroak lortzeko (7. irudia). Irudian ikus daitezkeen bezala, kopolimeroak ur-lurrunarekiko duen iragazkortasuna polietilen tereftalatoaren antzekoa (PET) eta polilaktidarena (PLA) baino askoz baxuagoa da. Kopolimeroaren propietate mekanikoei dagokienaz, polietilen tereftalatoaren antzekoak eta polilaktidarenak baino hobeak dira, azken hori hauskorra baita. Ondorioz, material berri horiek gaur egun merkatuan erabiltzen diren polimeroen ordeztu daitezke. ●

Bibliografia

- [1] FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, The state of food security and nutrition in the world 2020. FAO, Rome, 2020.
- [2] W.J. Koros, Barrier Polymers and Structures. American Chemical Society, Washington, 1990.
- [3] J. Areizaga, M. Cortázar, J.M. Elorza, J.J. Iruin, Polímeros. Síntesis, Madrid, 2002.
- [4] R.A. Gross, B. Kalra, Biodegradable polymers for the environment, Green Chemistry, 297, 803–807, 2002.
- [5] V. Siracusa, P. Rocculi, S. Romani, M.D. Rosa, Biodegradable polymers for food packaging: a review, Trends Food Science and Technology, 19, 634–643, 2008.
- [6] X. Tang, E.Y.X. Chen, Toward infinitely recyclable plastics derived from renewable cyclic esters. Chem, 5, 284–312, 2019.
- [7] G.W. Coates, Y.D.Y.L. Getzler, Chemical recycling to monomer for an ideal, circular polymer economy, Nature Reviews Materials, 5, 501–516, 2020.

Betizua, Europako azken behi basatia, desagertzeaz?

Milaka urte dituen bertako behi-arraza da betizua, eta desagertzeko arriskuan dago.

Betizua Euskal Herriko orografia malkartsura eta klimatologia hezera egokituta dagoen eta mendeetan zehar biziraun duen abelgorri-arraza da. Animalia horiek osagarri ekonomikoa dira baserri-tarrentzat, eta abeltzaintza estentsibo eta iraunkorra ahalbidetu dute. Gainera, bertako espezieen bioaniztasun zabalari eusten lagundu diote. Hala ere, mendi, baso eta zelaietan dauden animalien populazioak behera egin du, landa-biztanleria zahartzearen eta ingurune sozioekonomiko eta ingurumen tradizionala desagertzearen ondorioz. Horregatik da beharrezkoa arrazak bizi duen egoera delikatuaz ezagutaraztea, gizarteak ondare horri balioa eman diezaion eta animalioi landa-sektorean, naturan eta ekonomia estentsiboan txerta daitezkeen; eta, horren ondorioz, beste hainbeste mende iraun dezaten.

Jose Miguel Barandiaranek zioenez, zezen gorria edo betizua mitifikatu egin izan da paleolitikotik. Isturitzeko Laminazilon, Sarako leizean, Zugarramurdiko Akelarren eta beste hainbat haitzulotan "zezen gorriak" irudikatzen dituzten grabatuak eta pinturak aurkitu dira (Barandiaran, 1969). Euskal mitologian, zezen gorria edo behi gorria izaki mitologiko gisa ageri da, Mari jainkosaren haitzuloen zaindari gisa (Barandiaran, 1994).

XIX. mendearen amaieran eta XX. mendearen hasieran, bertako arraza asko hobetu eta kanpoko arraza produktiboagoak sartu ziren Euskal Herrian (Altarriba eta Aranguren, 2003). Orduan, ekonomiko errentagarriagoak ziren azienda-taldeak eta hain emankorrak ez zirenak bereizten hasi ziren



Betizu arrazako zezena.

(Echevarría, 1975), eta azken horiek mendi garaietara eta geografikoki isolatuagoak ziren eremuetara baztertu. Bereizketa eta isolamendu genetiko horri esker, betizuek bizirik iraun ahal izan dute.

Gaur egun, betizuak Euskal Herriko gunie menditsu nagusietan daude, eta Araban eta Zuberoan ez beste gainerako probintzia guztietan daude: Nafarroan (Bernez, 2010), Gipuzkoan, Bizkaian (Gómez, 1999), Lapurdin eta Nafarroa Beherean.

Behi izu

Betizua da erabat aske edo erdi aske bizi den behi-arraza bakarrenetako bat (Pérez de Muniain,



Betizu arrazako behia.

1999). Hortik dator ziurrenik *Betizu* hitza, *behi* eta *izu* batzetik datorrena (Gómez et al., 1999). Duela gutxi arte, animalia horien gaineko kontrola oso urria zen. Jabeak, noizean behin, animaliak harra-patzen saiatzen ziren, artzain- eta heltze-txakurren laguntzaz, zekorrek kendu eta familia-kontsumorako edo zezen-festa herrikoietan askatzeko (Barandiaran et al., 2000), esaterako. Animaliek antzinako suhertasuna mantentzen dutenez, Euskal Herriko leku askotan erabiltzen dira oraindik zezen-festa herrikoietan; hala nola, entzierroetan, errekortari-txapelketetan, sokamuturretan eta abarretan.

Animalia biziak dira, arinak eta oso landatarrak, eta buru handia eta fina dute, begi adierazkorrek, zertxobait irtenak eta aureola argi batez inguratutak (eper-begia). Garapen goiztiarreko adarrak dituzte, ilargi-erdi itxurakoak, eta punta horixkak dituzte. Neurri luzanga dute, altuera txikia, muskulugarapen txikia (Pérez de Munian eta Gomez, 2009) eta garapen berantiarra; beraz, haragi-ekoizpen oso txikikoak dira. Gari-kolorekoak dira. Behiek oso esne-ekoizpen eskasa dute, txekorra hazteko beharrezkoa baino ez, eta hamahiru eta hamalau urte bitartean bizi dira (Napal eta Pérez de Munian, 2006).

Ba ote dute bizirauteko aukerarik?

Abeltzaintza intentsibo eta komertziala modu berean gauzatzen da munduko leku guztietan; haragi, esne eta arrautzen ekoizpenean espezializatutako arraza gutxi batzuen ustiapenean oinarritzen da, zeinak produkzio-behar handiak baititu; hala nola, pentsua, botikak, estabulazioa, erregai fosilen kontsumoa, etab. (Napal eta Pérez de Munian, 2006). Beste muturrean, bertako arrazak daude, mendeetan zehar inguruko orografiara eta klimatologiara egokitutako animaliak, eta inondik inora arraza espezializatuen ekoizpen-eskakizunak ez dituztenak (Legrand, 1999).

Gainera, bertako arraza guztiak abeltzaintza estentsiboko ekoizpen-sistema bati lotuta daude (Reta, 2019), altxor kultural itzela dira eta gure gizartearen nortasuna osatzen dute. Arrazoi historiko eta kulturez gain, arrazari eusteko beste arrazoi batzuk ere badaude; hala nola, ingurumen-aldaketak gainditzeko gaitasuna edukitzea, kontsumitzaileen etorkizuneko eskaera posibleei erantzuteko gai izatea, eremu txiroen aprobetxamendua gauzatzea, gaixotasunekiko erresistentzia edukitzea, landapaisaia parte hartzea eta material genetiko errepikaezina edukitzea (Altarriba, 2019).

Testua:
Asier Albite Arregi
Zaragozako Unibertsitateko ikertzailea

Argazkiak:
Bravoynatural | Fotografia taurina/
Alberto Barrios Torres



Bestalde, betizuek kalitate bikaineko haragia dute, beste haragi-arraza espezializatu batzuek baino kantitate txikiagoa badute ere.

Betizuek, larreen hazkuntza eta kalitatea hobetzeaz gain, materia hil eta lehorraren metaketa kontrolatzen dute, eta, hala, suteei aurre egiten laguntzen dute. Urte osoan mendietan bazkatzen

betizuek eta pottokek, adibidez, ez dute belar-mota bera jaten, eta, beraz, espezie horiek batera edo txandaka larratzeak mendia garbi egotea eragiten du, era guztietako landareak jaten baitituzte (Viard, 2014). Beraz, betizuek aukera ematen dute abandonatutako espazioak berreskuratzeko eta balioa ematen laguntzeko, bai eta bioaniztasun basatia zaintzen laguntzeko ere (IKT, 2017).



Betizuei jana ematen.

du ten betizuek aktiboki parte hartzen dute paisaiaren eta bioaniztasunaren mantentze-lanetan (Gómez et al., 1997). Belar, adartxo, txilar, zuhaixka, hosto eta azalez elikatzen dira (Mandaluniz, 2003). Ganaduen larratzeko ekintzak lurereko floraren aniztasuna leheneratzen du, eta lurzorua ren mikrofauna berpizten duten kateak berrezartzen ditu. Gorotzak deskonposatzean, landare-geruza aberasten da, eta horrek landaredia hazten laguntzen du (Legrand, 1999). Latxa ardiek edo sasi-ardiek,

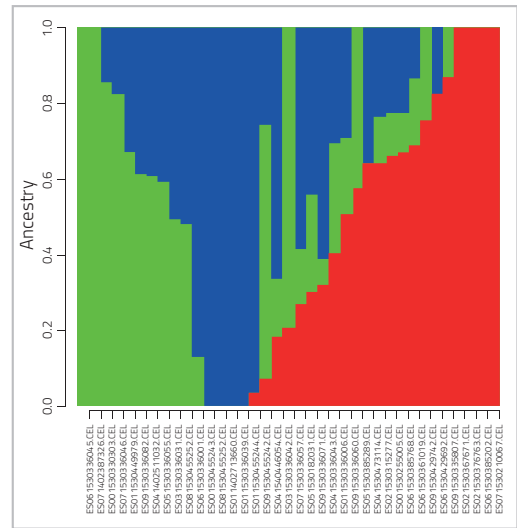
Genomikaren aukerak

Gaur egun, genomikak hamaika aukera berri eskaintzen dizkigu; hain zuzen ere, genotipazioko txipek informazio molekular itzela ematen dute, eta, horrekin, populazioen genetikan askotariko ikerketak egiteko aukera. Besteak beste, aukera ematen du egitura genetikoaren analisi sakonagoa egiteko (Peter, 2016), odolkidetasuna aztertuta homozigosi-guneak (ROH- Runs of homocigosity) identifikatzeko (Peripoli et al., 2016, Luigi et al., 2018),

genoma osoan elkarte-azterketak gauzatzeko (Tam et al., 2019) eta aukeraketa genomikorako prozedurak definitzeko (Meuwissen et al., 2001).

Prozedura horiek guztiek, galtzear dauden arrazetan aplikatzean, abereen etorkizuna ziurtatzen laguntzen dute, informazio baliagarria eskuratzen baita gurutzamenduak nola egin jakiteko; horrela, odolkidetasuna kontrolatuz, gaixotasun genetikoak ekidin daitezke ondorengoengan, eta arrazaren biziraupenean laguntzen duten landatartasun- eta amatasun-geneak transmititzen dira.

2020an, azterketa genetiko bati ekin genion Aiako Parke Naturalean larratzen diren Gipuzkoako Betizu elkarteko abelburuekin. Helburua zen arrazaren kontserbazioan eta biziraupenean laguntzeko informazioa biltzea. Ikerketak aukera eman zuen ganadu-talde horretan zenbait azpipopulazio hautesmateko. 37 indibiduoren odol-laginak atera ostean, Axiom™ Bovine Genotyping v3 txiparen bidez genotipatuak egin ziren. Txipak 63.988 SNP markatzaile ditu; SNPak nukleotido bakar baten polimorfismoak dira, eta DNA-sekuentzian base purikoa edo pirimidikoa aldatzen dute (adenina,



Indibiduoen jatorria, hiru azpipopulazioen arabera.

timina, zitosina edo guanina); hau da, base bat DNA-zati baten posizio jakin batean aldatzen dute.

Kontuan izan behar da betizu arrazako hainbat jabe-
ren abelburuak mendi komunal zabaletan larratzen direla, denak batera; beraz, ez da lan erraza izaten jaiotzen diren txahalak zer gurasorenak diren identifikatzea, eta, ondorioz, zer jatorri duten jakitea.

Goiko grafikoen ikus daiteke animalia bakoitzaren osaera genetikoan jatorri edo enbor bakoitzak zer



Betizuak mendian larratzen.



Betizua larratzen.

aztarna utzi duen, kolore ezberdinekin adierazita. Azpipopulazio horiek bat datoz ia nahasketarik izan ez zuten behi-talde nagusiekin, eta betizuen azien-da gehienak birpopulatzeko balio izan zutenekin; hala nola, Goizueta, Arano eta Leitzalarrekoekin (berdea), Aralarrekoekin (urdina) eta Bizkaikoekin (gorria). Grafikoak jatorri genetiko gorri, berde edo urdineko indibiduo bakoitzean metatutako jatorriaren ehunekoa adierazten du, beti % 100 batzen duena. Adibidez, 6045 eta 7326 identifikadorea duten animaliak (berdeak) jatorri bakarrekoak dira, hau da, haien arbasoak talde berekoak ziren. 6045 animalia (berdea) 3660arekin (urdina) gurutzatu ondoren, 5252 animalia jaio zen, zeinak % 50 kolore berdea eta % 50 urdina baitu.

Garrantzitsua da azpipopulazioak identifikatuta edukitzea, haien ezaugarriak indartu beharra dagoenean, edota animalien artean nahasketa egokiak egiteko odolkidetasun altuegia denean (Martín-Burriel eta beste, 2007).

Ondorioak

Etorkizunera begira, ikusi da betizuek lan ezin hobia egiten dutela mendiak garbitzen, suteak

saihesten eta bioaniztasuna eta paisaia mantentzen. Mendian bazkatzen diren zekorrek ekoizpen-kostu txikiagoarekin saldu eta kalitate-zigilu bat sortzeak osagarri ekonomiko bat lortzeko aukera ematen dio abeltzainari.

Animalia horiek parke eta erreserba naturaletan sar daitezke, purutasuneko banku genetiko gisa erabiltzeko edota ikerketa edo helburu didaktikoetarako; Pagoetako Parke Naturala har daiteke adibidetzat.

Bestalde, ikerketa genomikoen erabilgarritasuna agerian geratu da, arrazaren kontserbazio-programan erabaki garrantzitsuak hartzeko informazio oso baliagarria eskuratu baienuen. Zehazki, ezezagunak ziren ahaidetasunen jatorria identifikatzea lortu genuen, arren eta emeen gurutzamenduen planifikazio egokia egiteko eta gehiegizko odolkidetasuna saihesteko. ●



Bibliografia, webgunean

BAT ALDIZKARIA 118. ZENBAKIA

EUSKARAREN INDAR- ETA AHULEZI-PRINTZAK IPARRALDEAN

JEAN-BAPTISTE COYOS > Euskararen indarrak eta ahuleziak gaur egun
Ipar Euskal Herrian: hizkuntza-bizindarra.

ENERITZ ZABALETA > Zein lege babes hizkuntza politikarentzat Lapurdin,
Nafarroa Beherean eta Zuberoan?

EGUZKI URTEAGA > Euskararen presentzia eta aukerak. Iparraldeko
unibertsitate-testuinguruan.

ARGIA OLÇOMENDY > Euskararen lekua goi mailako irakaskuntzan eta
ikerketan. Ipar Euskal Herrian (2010-2020).

XAN AIRE > Motibazio sozialaren printzak, ikastetxetik plazara.

XANTIANA ETXEBEST > Euskara eta irakaskuntzaren arteko hausnarketa.

GUREAN ATALA

AITOR MONTES > Osasuna eta euskara: bidegurutzean.

SOZIOLINGUISTIKAREN MUNDUKO LEIHOA

Liburu berri hautatuak soziolinguistikaz

harpidetu edo oparitu

URTEAN 40 EURO

ABANTAILAK:

- Hiru hilez behin, BAT aldizkaria etxean bertan.
- Hiru hilez behin, BAT aldizkaria PDFn jaso.

<https://bat.soziolinguistika.eus>

943 592 556 – bat.aldizkaria@soziolinguistika.eus



**SOZIOLINGUISTIKA
KLUSTERRA**

Euskara biziberritzeko
ikergunea

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



GAI LIBREAN

Ibilgailu elektrikoaren joera: 2030a helburu

Geroz eta ibilgailu elektriko gehiago ikusten ditugu kaleetan eta telebistako iragarkietan. Baina zenbat itxaron behar dugu ibilgailu elektriko bat erosteko? Errentagarriak dira? Merezki dute? Galdera eta mesfidantza asko sortzen dira ibilgailu elektrikoaren inguruan. Artikulu honetan, ibilgailu elektrikoak barne hartzen dituen merkatu aldakor horren zenbait zalantza argitzen dira, begirada 2030ean jarrita. (...).



EKINEAN

“Batzuetan ezustekoak hartzen ditut, eta asko asebetetzen naute”

Izaskun Alberdi Landaluze zientzia-illustratzailea da. Ilustrazioak ala zientziak, lehenago zerk harrapatu zuen galdetuta, ez du zalantzarik egiten: zientziak. “Biak izan ditut gogoko txikitatik, baina beti bereizita bizi izan ditut. Txikitik, eskolatik kanpo, marrazketa-klaseetara joaten nintzen. Baina, bestela, zientziak erakartzen ninduen; bereziki, bizidunek. Jakin-min handikoa naiz, eta garbi nuen biologia ikasi nahi nuela” (...).



ALBISTEAK

COVID-19ak sortutako egoeratik ateratzeko Liburu Zuria

Egungo egoerari irtenbidea aurkitu nahian, hausnarketa kolektiboa eta proposamen zehatzak bildu dituzte arlo askotako akademiko eta profesionalek, “COVID-19aren Liburu Zuria” deitutako dokumentuan. Jenduraren aurkeztu dute, gizartea gogoeta egitera bultzatzeko, eta agintariei zientzian oinarritutako erabakiak hartzeko tresnak eskaintzeko asmoz. (...).

Irailera arte



aldizkaria.elhuyar.eus



www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria



@ElhuyarZientzia

Zer eta nor

elhuyar

ezagutuz aldatzea

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

Zuzendaria:

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute (a.agirre@elhuyar.eus).

Publizitate-arduraduna:

Irene Bengoetxea Lanberri (i.bengoetxea@elhuyar.eus).

Hizkuntza-arduradunak:

Alaitz Imaz Oiarzabal, Saroi Jauregi Aiestaran.

Erredakzio-taldea:

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute, Egoitz Etxebeste Aduriz,
Ana Galarraga Aiestaran.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Asier Albite Arregi, Arturo Elozegi Irurtia, Igor Leturia
Azkarate, Manu Ortega Santos, Ainara Sangroniz Agudo,
Aitziber Sarobe Egiuren, Nahia Seijas Garzón.

Azaleko argazkia:

Juan de la Cosaren mapa, 1500ekoa.
Hondoko irudia: blickpixel/Pixabay.

Jatorrizko diseinua:

Eragin.com

Diseinua eta maketa:

Virginia Larrarte Neira.

Harpidetzak:

Virginia Larrarte Neira (harpidetza@elhuyar.eus).

Inprimatzailea:

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

Banatzzaileak:

Badiolan (Gipuzkoa); Simó (Bizkaia); Elkar.

Harpidetza paperean eta edizio digitala:

- Urtean 4 zenbaki (martxo, ekaina, iraila eta abendua).
- Euskal Herria eta Espainia: 20 €.
- Beste herrialdeak: 33,60 €.

Ale digitala: 4,20 € (www.elhuyar.eus).

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2603-6614

Elhuyarren jabetzako edukia Creative Commons li-
zentziapean 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 ez du derrigor bere gain hartzen
aldizkarian adierazitako esanen eta iritzien erantzun-
kizunik.

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

KULTURA ETA HIZKUNTZA
POLITIKA SAILA
DEPARTAMENTO DE CULTURA
Y POLÍTICA LINGÜÍSTICA

LAGUN ARO Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.;
KIDE Koop. Elk.; MAIER Koop. Elk.

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



etb 1

Larunbatero, 13:30ean

etb 2

Igandero, 13:30ean

teknopolis.elhuyar.eus



eitb
elhuyar
ezagutuz aldatzea

BABESLEAK



2019-2022

Lehen mundubiraren V. mendeurren honetan (2019-2022) **jakintza berria** sortzeko lan egingo dugu, ezagutza hori **gizarteratzeko** eta, tokian tokiko nahiz nazioarte mailako lankidetzak **sareak sortuz**, proiektuak eta jakintza garatu nahiz partekatzeko.



Iragana aukera

Pentsamendu kritikoa

Ikasteko grina

Ezagutza partekatu

Begirada berriak

Jakinmina piztu

Saregintza

Hausnarketa kolektiboa

Lehenengo zirkumnabigazioa 1519ko abuztuan hasi eta 1522ko irailera bitarte luzatu zen, orain dela 500 urte. Testuinguru honetan jaio da Elkanok 500 Fundazioa, herritarrei ekarpen bat egiteko asmoz lehen mundubira igarotzen den epe berean. Elkanok Fundazioak iraganetik ikasi nahi du, horixe gure gogo eta asmoa. Horretarako ezinbestekoa da jakinmina sustatzea; gertakari historikoak ikertu gaur egungo bizimolde nahiz gizarte ereduaren izaera aztertzeke zein baloratzeko, eta, hartara, etorkizuna birpentsatzeko. Izan ere, zerbait ospatzera mugatuko bagina, ikasteko aukera galduko genuke. Orain dela 500 urte gertatutakoak hausnarketa kolektiboak pizteko oinarria eta bidea ematen digu, hain justu, lehendabiziko mundubira hari loturiko hainbat gairen inguruan: kostaldeko herriek itsasoarekin izandako harremana, jasangarritasuna, zientziak nahiz teknologiak gizarte garapenean duten inpaktua, kulturen eta mundializazioaren arteko bizikidetzak. Lehenengo zirkumnabigazioak ondorio izugarriak izan baitzituen bertan nahiz maila planetarioan. Aurrerantzean, ezer ez zen iraganean bezalakoa izango.

Mundubira 500 Elkanok Fundazioa

www.elkanofundazioa.eus



Elkano_500



Elkano500Fundazioa



Elkano 500 Fundazioa



1519 / 1522

500 urte Elkanok Lurraren lehen zirkumnabigazioa egin zuenetik.

ELKANOK

Euskaldunak mundubiran, berriro ere