

elhuyar

351 zk. | 2023ko iraila

6,90 euro



Elkarrizketa

Aiora Zabala Aizpuru
Ekonomia Ekologikoan doktorea

Paleolitoko haurrak
ezagutu nahian

Saien kultura



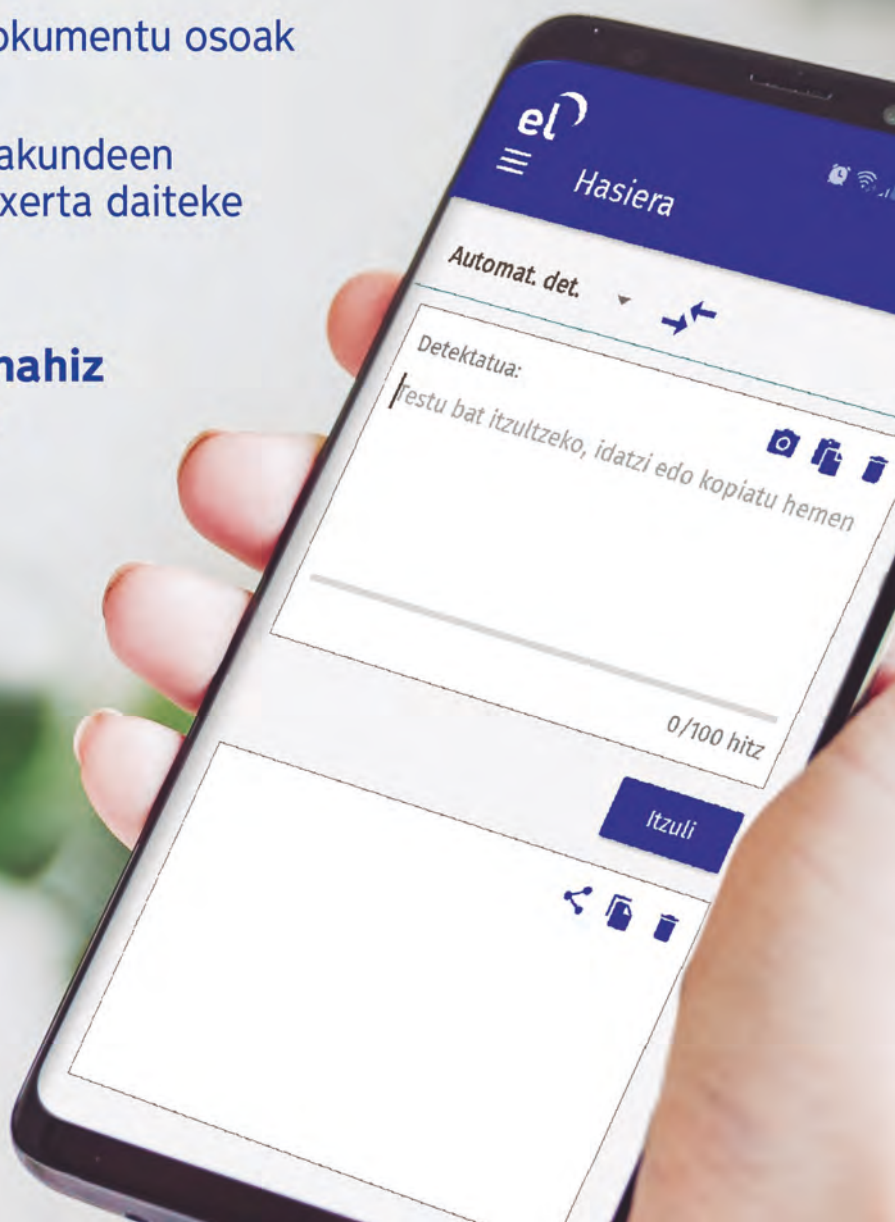
Elhuyarren itzultzaile automatikoa

- > 6 hizkuntza: euskara, gaztelania, frantsesa, ingelesa, katalana eta galegoa
- > Mugikorretik, irudietako testuak itzultzen ditu
- > Webgunetik, dokumentu osoak itzultzen ditu
- > Enpresa eta erakundeen aplikazioetan txerta daiteke

**Webgunean nahiz
mugikorrean**

elia.eus

elia
elhuyar



Gure gidalerroak

Gizartea aldatu ahala, *Elhuyar* aldizkaria ere egokitzen joan da. Are gehiago, bilakaeran eragiteko asmoa ere izan du, bere printzipioen bidez. Haietako batek hastapenetatik iraun du, aldizkariaren muinean: euskaraz komunikatzea.

Zientziaz euskaraz arituta, euskara hizkuntza osoa zela, dela, frogatu nahi izan zuten aldizkariaren sortzaileek. Ondo frogatu zuten hala dela. Eta jarraitu dugu euskaraz egiten, euskal gizartera iristeko tresnarik egokiena delakoan.

Horrez gain, eta ingurumenari buruz komunikatzeko Elhuyarrek argitaratutako dekalogoan ageri den moduan, euskara erreminta baliagarria da naturarekiko atxikimendua indartzeko eta jasangarritasunaren aldeko eragile bihurtzeko.

Hain zuzen, ingurumenarekiko arduratsu izatea da aldizkariaren beste zutabeetako bat. Bizi ditugun garaiok hala eskatzen dute. Zientzialariek aspalditik zituzten ebidentziak klimaren, biodibertsitatearen eta osasun globalaren bilakaerari buruz, eta aldizkariak haien berri eman du. Orain, horretan sakondu nahi dugu, egoeraz jabetzeko ikuspegi zientifikoa eta kritikoa eskainiz irakurleei. Gure helburua da irtenbideak eta jarrera-aldaketak proposatzea, eraldaketa sozialean laguntzeko.

Horretarako, ezinbestekoa iruditzen zaigu ikuspegi feminista txertatzea, aldizkaria ekoizteko prozesuetatik hasi, eta argitaratzen ditugun edukietara eta edukiok plazaratzeko moduetara arte. Paradigma-aldaketa bat bultzatu nahi dugu, egitura patriarkalak eraisteko, eta gizarte berdinzaleago eta justuago bat eraikitzeko, beste bizidunak ere aintzat hartuko dituen, beste harreman-mota batzuk izango dituen ingurukoekiko eta ingurunearekiko.

Gidalerro hauek (euskara, ingurumenarekiko ardura eta feminismoa) etengabe gogoan izan eta garatu behar ditugu. Hori da gure konpromisoa; irakurleekiko eta gizartearekiko dugun konpromisoa. Asmo handinahia da, eta apal heltzen diogu, jakinda beti ez dugula lortuko. Baina ahaleginduko gara. ●

36

ELKARRIZKETA

Aiora Zabala Aizpuru

EKONOMIA EKOLOGIKOAN DOKTOREA



Aiora Zabala Aizpuru, iker-tzailea eta irakaslea izateaz gain, dibulgazioan ere aritzen da, eta, iaz, *Natura gure esku* liburua argitaratu zuen. Haren esanean, "iritsi gara puntu batera non hazkunde ekonomikoak ez digun ongizate handiagoa ematen".



Paleolitoko haurrak ezagutu nahian

52

Paleolitoari buruzko kontaktuzunetan, gizonak izan dira protagonista nagusi eta ia bakar. Azken urteotan, ordea, metodologia eta ikuspegi berriek agerian jarri dute orduko hurrek, gaurkoek bezala, tresnak lantzen ikasten zutela eta margotu egiten zutela.

44



Saien kultura

Arrek eta emeek ez dute berdin jaten; ezta iparraldekoek eta hegoaldekoek ere. Izan ere, sarraskia jaten dute, baina sarraski guztia ez da berdina. Sai arreen ohiturak eta portaerak ikertzen urteak daramatza Eneko Arrondo Floristan biologoak, eta aurkikuntza deigarriak egin ditu.

04 IKUSMIRAN

Airetik ikusmiran

16 ALBISTEAK

28 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK

*Mattin Aiestaran
de la Sotilla*

30 ANALISIAK

*Zuhaitzak eta klima
basoan eta hirian*

36 ELKARRIZKETA

Aiora Zabala Aizpuru

44 ERREPORTAJEA

Saien kultura

52 ERREPORTAJEA

*Paleolitoko haurrak
ezagutu nahian*

60 ERREPORTAJEA

*Elikaduraren erronkei
aurre egiten*

62 MUNDU DIGITALA

*Elhuyarren hizketa-
sintesi neuronal berria*

66 ISTORIOAK

*James Young Simpson:
minik gabe erditzea*

70 EKINEAN

*Arrate Santaolalla
Ramírez*

72 GAI LIBREAN

*Kristal likidoak:
materiaren ulermen
sakonago baterantz*

76 GAI LIBREAN

*Plastiko hondakinetik
farmazia industriara*

80 GAI LIBREAN

*Kukutxeztula:
hurbileko begirada bat*



Eduki gehiago, webgunean
aldizkaria.elhuyar.eus



Bufaloen bainua (*The Buffalos Bath*)

Kiah Hwa Ng

Bufalo-talde bat, eguerdi eguzkitsu batean, urmael batean freskatzen.



Airetik ikusmiran

Drone Photo
Awards 2023

Airetik desberdin ikusten da dena. Perspektiba, distantzia, eskala... gauza asko aldatzen dira. Horregatik, airetik egindako argazkigintzak merezi du aparteko genero bat izatea. Horixe egiten dute, hain zuzen ere, [Drone Photo Awards](#) sarietan.

[Arte bisualen Siena Sarien](#) barruan antolatzen dute, eta airetik ateratako argazkien sariketa garrantzitsuenak da. Airetik ateratako edozein argazki edo bideo aurkez liteke, izan dronetik ateratakoa, hegazkinetik, helikopterotik, globotik, suziritik, kometatik edo paraxutetik.

2023ko edizioan epaimahaia saritu dituen argazkietako batzuk ekarri ditugu hona.





Hartza arrantzan (*Bear's fishing*)

Korostelev Mike

Hartz arre bat izokinak harrapatu nahian,
Kurilskoe lakuan (Hegoaldeko Kamchatka).



Perfekzio urbanoa (*Urban Perfection*)

Michele Rinaldi

Centuripe herri txikiak (Sizilia) giza forma hartzen du muinoen gailurretan.

Igebelarrak, igebelarrak nonahi (*Lilies, Lilies Everywhere*)

Savadmon Avalachamveettil

Malarikkal (India), igebelarren herria. Iraila eta urria bitartean, igebelarren lore arrosaz betetzen da eskualde osoa.



La Geria

Carlos Solinis Camalich

Lanzaroten, La Geria eskualdean, zulo zirkularrak egiten dituzte lurzoru bolkanikoan, mahatsondoak haize bortitzetatik babesteko eta ahalik eta hezetasun gehien biltzeko.





Marrubien ikuskizuna hastera doa
(The strawberry show is about to begin)
Guy Shmueli

Marrubi-bilketako egun baten hasiera, goitik begiratuta, ikuskizun handi baten aurretik gortina irekitzen ikustea bezala da. Israelen, Hadera hiritik hurbil, neguaren amaieran.







Gold Harbournren elkartzea (*Gathering in Gold Harbour*)
Renato Granieri

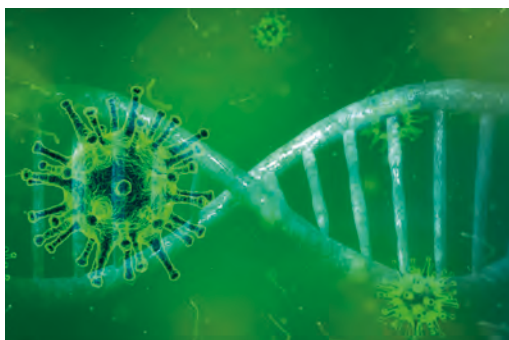


Pinguino erregeen txitak ur gezako putzu baten inguruan daude. Lumaberritzen ari diren gazteak eta txitak ezin dira uretan sartu, euren lumak ez baitira iragazkaitzak. Bitartean, ur gezaren inguruan pilatzen dira, hidratatu ahal izateko.

Diabetesean genetikak eta birusek nola eragiten duten

I motako diabetesa izateko joera genetikarekin lotuta dagoen RNA ez-kodetzaille luze bat karakterizatu dute Biocruceseko, Biodonostiako eta EHUKo ikertzaileek, eta ikusi dute pankreako beta zeluletan infekzio birikoen aurkako erantzunean parte hartzen duela. ARGi deitu diote: *antiviral response gene inducer*.

I motako diabetesa gaixotasun kroniko autoimmune konplexua da, eta genetikoki joera duten pertsonetan garatzen da, ingurune-faktoreen eraginez. Ingurune-faktore horietako bat birusak izan litezke: "Gure hipotesi nagusia da [infekzio birikoek gaixotasuna garatzea eragiten dutela](#)", azaldu du Izortze Santín Gómez ikertzaileak. "Uste dugu joera genetikoa duten pertsonetan pankreako zeluletako infekzio birikoek eragiten dutela gaixotasunaren lehen faseetan ikusten den hantura".

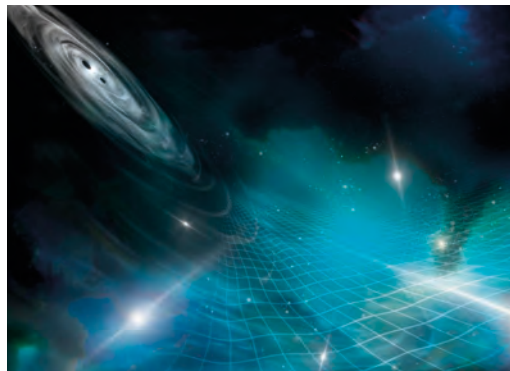


ARG.: TheDigitalArtist/Pixabay.

Hain zuzen ere, [lan honetan](#) ikusi dute ARGIn I motako diabetesa izateko joeraren aldaera genetikoki bat dagoenean erantzun antibirikoa desorekatu egiten dela eta zelula immune gehiago erakartzen dituela horrek. Hala, kasu horietan, infekzio birikoek hantura handiagoa eragiten dute pankrean. ●

Grabitazio-uhin indartsuenen seinalea detektatu dute pulsarren bidez

Lehen aldiz, maiztasun txikiko grabitazio-uhinen ebidentzia jaso dute, pulsarretan duten eraginaren bitartez. Einsteinek 1916an iragarri zituen grabitazio-uhinak (denbora-espazioaren distortsioak), baina ez ziren baieztatu 100 urte geroagora arte. [LIGO behatokiak lortu zuen ebidentzia](#), eta bi zulo beltzen arteko talkaren ondorioz sortu zirela ondorioztatu zuten.



Zulo beltz supermasiboen bikote batek sortutako grabitazio-uhinen irudikapena. ARG.: Aurore Simonnet/NANOGrav.

Oraingoan, [NANOGrav behatokiak detektatu ditu](#), oso bestelako bide batetik: denbora-espazioaren luzatzeak eta uzkuertzeak pulsarren irrati-uhinetan sortzen duen aldaketa neurtu dute. Hain zuzen, pulsarrek segundoko ehunka aldiz biratzen dute, eta irrati-pultsuak igortzen dituzte, maiztasun zehatz batekin. Grabitazio-uhinek, ordea, maiztasun horretan aldaketa ñimiño bat eragiten dute, eta hori neurtu dute 67 pulsarren sare batean.

Pulsarren maiztasunetan 15 urtez izandako aldaketak alderatuta detektatu dituzte maiztasun txikiko grabitazio-uhinak. Iradoki dutenez, gertuko orbita batean dauden zulo beltz supermasiboek sortuak dira, eta aurreratu dute seguruenik unibertsoan oso ugariak direla halako zulo beltzen bikoteak. ●

Kobre Aroan Iberian gizarte-estatus handiena zuen pertsona emakumezkoa zen



ARG.: © Miriam Lucianez Trivino

Kobre Aroan Iberian ezagutzen den gizarte-estatus handiena zuen pertsona emakumezkoa zen, orain arte uste zenaren kontrara. Metodo berritzaile bat erabiliz, hortzetako esmalteko peptido bat aztertuta, frogatu ahal izan dute pertsona hura emakumezkoa zela. [Scientific Reports aldizkarian argitaratu dute aurkikuntza.](#)

Pertsona haren hondarrak Valentziako hilobi batean aurkitu zituzten, 2008an. Duela 3.200 eta 2.200 urte artekoa da, eta, bakarrik hilobiratua egotez gain, objektu bitxiz eta baliotsuz inguratua zegoen: elefante-letaginak, ostruken arrautza-oskolak, kalitate handiko suharriak, kuartzozko daga bat... Horrek erakusten du estatus handia zuela pertsona horrek. Ohiko azterketa antropologikoen bidez, 17 eta 25 urte bitarteko gizonezkoztat hartu zuten.

Orain, ordea, hortzetako esmalteko amelogenina peptidoa aztertu dute. Peptido horren geneak X eta Y kromosoma sexualetan daude, eta peptidoa bera aztertuta jakin daiteke batetik edo bestetik datorren. Gainera, esmaltearen parte izanik,

amelogenina ongi kontserbatzen da arrasto arkeologikoetan, bai helduen hortzetan, baita esnekoetan ere. Eta bereziki erabilgarria da haurren kasuan, morfologikoki ezin izaten baita bereizi arrak edo emeak diren. Kasu honetan, AMELX genea identifikatu dute (X kromosomakoa), eta ez dute AMELY generik aurkitu (Y kromosomakoa). Horrela frogatu dute pertsona hori emakumezkoa zela.

Ikertzaileek azaldu dute oraindik ez dela horrelako estatus-mailarik duen gizonezkoarik aurkitu, ezta hurrekorik ere. Aitzitik, antzeko estatusa izan zezakeen beste kasu bat ere, ehorzketa-eremu berean aurkitua, emakumea zen.

Hala, aurkikuntza honek erakusten du emakumeek estatus handia izan zezaketela antzinako gizarte haietan. Gainera, haurren hilobiratzeetan ez denez objektu baliotsurik aurkitu, badirudi gizarte haietan estatusa ez zettorrela jaiotze-eskubideetatik. Hala, ikertzaileek iradoki dute emakume hark merezimen-du eta lorpenen bidez lortu zuela estatus hori. ●

Emakumeek ere ehizatzen zuten gizarte ehiztari-biltzaileetan



Baka taldeko emakume bat ehizean (Afrika Erdiko Errepublikak). ARG.: Max Chiswick/CC By-SA 4.0.

Mundu osoko 63 talde ehiztari-biltzailearen azken ehun urteko datuak aztertuta, ondorioztatu dute emakumeek ere ehizatzen zutela. Argi utzi dute gizon ehiztariaren mitoa okerra dela.

Aurrez, ikerketa arkeologikoetan ere ikusi izan dute hainbat kulturatan emakumeek janaria lortzeko era guztietako jardueretan parte hartzen zutela. Oraingo ikerketan, azken ehun urteetako ehizari buruzko bibliografia aztertu dute, eta frogatu dute talde ehiztari-biltzaile gehienetan (zehazki, 50 taldetan) emakumeek eta gizonek ehizatzen zutela. Are gehiago, emakumeek gizonek baino estrategia eta arma-mota gehiago erabiltzen zituzten, eta besteei irakatsi ere egiten zieten.

Emakume ehiztariak ez zuten aukera sortzen ziztaienean edo harrapakina eskura zutenean bakarrik ehizatzen; berariaz ere joaten ziren ehizatza, batez ere, ehiza larria. Batzuetan, haurrak ere eramaten zituzten, baita txakurrak ere. ●

Esne Bidearen barrutik igorritako neutrinoak detektatu ditu IceCube

Esne Bidearen barruan energia handiko neutrino-emisioa dagoela baieztatu dute IceCube neutrinoen behatokiko datuek, [Science aldizkarian argitaratutako azterketa baten arabera](#).

Orain arte, energia handiko neutrinoen behaketetan, [gure galaxiatik kanpoko lekuetatik igorritakoak detektatu izan dira](#). Gamma izpien behaketetan, berriz, Esne Bidearen plano galaktikoan sortutako emisio distiratsuak detektatu izan dira. Eta astrofisikarien aurreikuspenen arabera gamma izpiak eta neutrinoak prozesu astrofisiko berberen bidez sortzen direnez, uste izatekoa zen Esne Bidearen plano galaktikoa neutrinoen sorburua ere izango dela.



IceCube neutrinoen behatokia, gauaz. ARG.: John Hardin/CC BY 4.0.

Orain, IceCube neutrinoen behatokiak 10 urtez bildutako datuak adimen artifizialaren bidez aztertuta, Esne Bidearen barrutik igorritako neutrinoen lehen ebidentzia estatistikoki sendoa lortu dute. Iker-tzaileen arabera, Esne Bidea energia handiko neutrinoen sorburua dela frogatzen du horrek. ●

Diabetes-kasuak bikoiztu egingo dira hiru hamarkadatan

2050erako, munduan 1.300 milioi diabetes-kasu baino gehiago izango dira, 2021ean erregistratutako kopuruaren bikoitza baino gehiago, ez bada estrategia eraginkorrik abian jartzen. Horixe da *The Lancet* eta *The Lancet Diabetes and Endocrinology* aldizkarietan argitaratu duten ikerketa-sorta baten ondorioetako bat. Azterketa horien arabera, egiturazko arrazismoa eta desberdintasun geografikoak dira joera kezagarri horren arrazoi nagusiak.

Esaterako, herrialde aberatsetan —adibidez, Estatu Batuetan—, talde etniko minoritarioen diabetes-tasak 1,5 aldiz handiagoak dira zuriak baino; eta, oro har, diru-sarrera txikiak eta ertainak dituzten herrialdeetan, eritasun horrek eragindako heriotzak diru-sarrera handiak dituzten herrialdeetakoak baino bi aldiz handiagoak dira.

Kalkuluen arabera, 2045ean diabetesa duten helduen hiru laurden baino gehiago diru-sarrera ertain eta txikiak dituzten herrialdeetan egongo dira, eta horien % 10ek bakarrik jasoko du arreta egokia. ●



ARG.: Photo Mix/Pixabay

Herbiboro handiek tundrako biodibertsitatearen galera moteltzen dute

Tundrako biodibertsitatearen galera motelago ari da gertatzen herbiboro handiak dauden lekuetan. Ondorio horretara iritsi dira, [Science aldizkarian argitaratu duten lan batean](#), 15 urtez tundrako biodibertsitatearen jarraipena eginda.



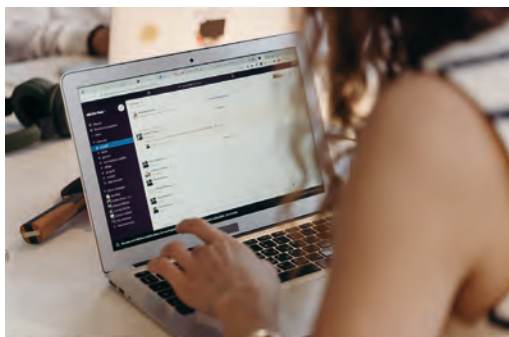
Idi musketadunak Groenlandian. ARG.: Eric Post.

Ikertzaileek ikusi dute 2002 eta 2017 bitartean tundrako biodibertsitateak behera egin duela, temperatura igotzearen ondorioz. Baina argitu dute alde nabarmena dagoela herbiboro handiak, hala nola elur-oreina eta idi musketaduna, egon edo ez. Hain zuzen ere, ikusi dute herbibororik ez zegoen sailtan biodibertsitatea bi aldiz azkarrago galdu zela.

Gainera, ikusi dute herbiboroen dibertsitatea ere garrantzitsua dela, espezie bakoitzak desberdin kimatzen baititu landareak, eta horrek on egiten baitio biodibertsitateri. Hala, ikertzaileek iradoki dute herbiboroen aniztasuna sustatzeak lagundu lezakeela klima-beroketaren ondorioak arintzen. ●

Adimen artifizial sortzaileak sinesmenak eralda ditzake

Adimen artifizial sortzaileko sistemek pertsonen sinesmenak eralda ditzakete, informazio faltsua eta alborapenak transmitituz. ChatGPT eta antzeko sistemek horretarako ahalmen handia dutela ohartarazi dute, [Science aldizkarian argitaratu duten analisi batean](#).



ARG.: Cottonbro studio/Pexels

Ikertzaileek nabarmendu dute [adimen artifizial sortzailearen gaitasunak](#) puztu egin direla, eta askotan iradoki dela giza gaitasunak gaunditzen dituztela. Horri gehitu behar zaio sistema horiek segurtasun handia transmititzen dutela ematen dituzten erantzunetan. Eta gizakiak berezko joera du aditua dirudien eta segurtasuna transmititzen duen agente batek emandako informazioa azkarrago eta gehiago barneratzeko. Bada, kontuan hartuta adimen artifizialeko sistemek informazio faltsua eta isuriz betea ematen dutela, informazio-mota hori jendearen sinesmenetan txertatzeko eta hedatzeko arrisku handia ikusten dute ikertzaileek.

Gainera, ohartarazi dute behin informazio hori barneratuta, eta sinesmenetan txertatuta, zaila izan litekeela hori aldatzea. Horregatik, azpimarratu dute oraindik aukera dagoela gai horren inguruko diziplina arteko azterketak egiteko eguneroko beste teknologia batzuetan sakonago txertatu aurretik. ●

Hatzez grabatutako horma-irudi batzuk neandertalek eginak direla baieztatu dute

Neandertalek sortutako grabatu zaharrenak datatu dituzte La Roche-Cotard haitzuluan (Erdialdea-Loira harana). Hain zuzen, baieztatu dute gutxienez 57.000 urte dituztela eta litekeena dela 75.000 urte ere izatea.

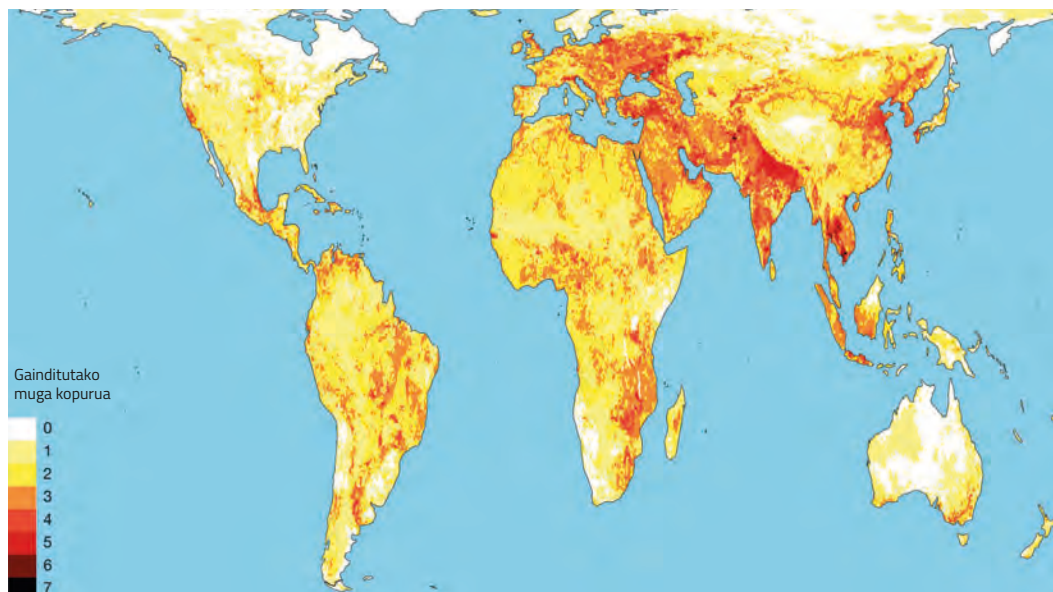
Askotan eztabaidatu da artistikotzat edo sinbolikotzat jotzen diren halako adierazpenen egiletzari buruz, batzuek ukatu egiten baitute neandertalak horretarako gai izango zirenik. Alabaina, La Roche-Cotarden haitzuloko grabatuen egileak ezin ziren sapiensak izan, artean ez baitziren eremu hartara iritsi. Gainera, haitzuloren barruko harrizko erremintak mousteriarrak dira, neandertalen kultura batekoak.



Ezkerrean, zirkuluaren panela deitutakoa; eta eskuinean, berriz, uhinen panela. ARG.: Jean-Claude Marquet/CC-BY 4.0.

Irudiak hatzez eginda daude, eta ez dira figuratiboak, baina haien forma, espazioa eta kokapena aintzat hartuta, ikertzaileek ondorioztatu dute nahita sortutakoak direla. Ikertzaileek aitortu dute ez dakitela zein den arrasto horien esanahia, baina munduko beste leku batzuetan, garaitsu berean, sapiensek antzeko adierazpenak egin zituzten. Horrek erakusten du neandertalen portaera eta jarduerak sapiensena bezain konplexuak eta askotarikoak izan zirela. ●

Lur seguru eta justu baten mugak estuagoak dira



Lurraren muga seguru eta justuak non dauden gaindituta. ARG.: FutureEarth/Earth Commission/Lade *et al.*, 2023.

Lurra sistema egonkor bat izateko muga berriak proposatu dituzte, mundu osoko pertsonen segurtasuna eta justizia kontuan hartuta, lehenengoz. Aurretik ezarritako mugak baino estuagoak dira, eta ia denak gaindituta daude dagoeneko.

Mundu osoko 40 ikertzaile baino gehiago biltzen dituen nazioarteko batzorde zientifiko batek egin du azterketa, eta *Nature* aldizkarian argitaratu dute, "[Lur seguru eta justu baten mugak](#)" izenarekin. Lan horrek berresten du gizakia arrisku izugarriak ari dela hartzen gizakiaren beraren eta Lurrean bizi den guztiaren etorkizunerako.

Klimari, biodibertsitateri eta ekosistemei, urari, ongarriek eragindako poluzioari eta aireko kutsatzaileei dagozkien 8 muga seguru eta justu proposatu dituzte; seguruak, Lurraren egonkortasuna eta erresilientzia mantentzeko; eta justuak, mundu osoko pertsonen kalte esanguratsurik ez eragiteko. Eta ikusi dute, bi irizpideak kontuan hartuta, mugak zorrotza-
goak direla.

Esaterako, klima-aldaketari dagokionez, berotzea 1,5 °C-ra mugatuta, inpaktu larrienak saihestuko dira,

baina ez pertsona askori eragingo dieten beste kalte esanguratsu asko, hala nola heriotzak, migrazioak eta elikagaien eta uraren eskuragarritasuna. Izan ere, 1,5 °C-ko igoerarekin, 200 milioi pertsonak muturreko tenperaturekin bizi beharko dute, eta 500 milioi pertsonari baino gehiagori eragingo die itsas mailaren igoerak. Hala, klimaren muga seguru eta justua 1,0 °C edo txikiagoa zela kalkulatu dute. Eta muga hori gainditu izana ez da justua, dagoeneko milioika pertsonari kalte esanguratsuak eragiten ari delako.

Kalkulatu dutenez, lurrazalaren % 52 hartzen duten eremuetan bi muga edo gehiago gaindituta daude dagoeneko, eta horrek munduko giza populazioaren % 86ri eragiten dio. Bestetik, munduko populazioaren % 28 bizi den eremuetan, lau muga edo gehiago daude gaindituta. Eta mundu osoko datuak kontuan hartuta, zortzi mugetatik zazpi daude gaindituta.

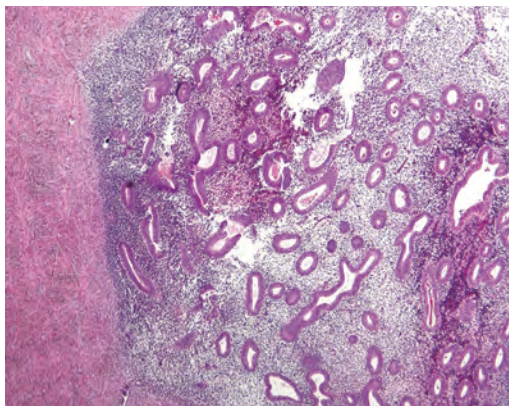
Hala, lanaren egileek aldarrikatu dute beharrezkoa eta urgentea dela mundu mailako lidergo bat, erabaki azkarrak hartu eta planeta seguru eta justu bate-ranzko eraldaketa eragingo duena. ●

Endometriosa, bakterio baten eraginez sortua?

Endometriosiak ugaltze-adinean dauden emakumeen % 15i eragiten badio ere, ez da nahikoa ikertu, eta ez dira ondo ezagutzen haren atzean dauden mekanismoak. Orain, Japonian egin duten ikerketa batean iradoki dute tartean eragile infekzioso bat egon daitekeela; *Fusobacterium* generoko bakterio bat, hain zuzen.

Azaldu dutenez, 155 emakume japoniar aztertu dituzte, eta endometriosa zutenen erdietan baino gehiagotan aurkitu dute bakterioa. Aldiz, kontrol-taldean % 7k baino ez zuen.

Horrez gain, endometriosa ikertzeko erabiltzen diren sagu eredueta frogatu dute *Fusobacterium* inokulatuta endometriosiaren sintomak eta lesioak okertu egiten direla. Eta are gehiago: metronidazol eta kloranfenikolarekin egindako tratamendu antibiotikoeekin, lesioak arindu egiten dira.



Obarioko endometriosa. ARG.: Nephron/CC 3.0.

Horrenbestez, ondorioztatu dute litekeena dela *Fusobacterium*-en infekzioak endometriosiaren patogenesia eragitea. Beste etnia batzuetako emakumeak aztertzea, eta antibiotikoen bidezko tratamendua ikertzea proposatu dute. ●

Arrautza ala narrastiak, zer izan zen lehenago?

Litekeena da lehen narrastiek arrautzarik ez jartzeari, eta zuzenean kumeak jaiotzea. Horixe ondorioztatu dute ikertzaile batzuek, [Nature Ecology & Evolution](#) aldizkarian argitaratu duten lan batean.



ARG.: PxHere

Orain arte, pentsatu izan da oskoldun arrautza giltzarri izan zela ornodunek uretatik lehorrera egiteko. Bada, 51 espezie fosil eta 29 espezie bizi aztertuta, ondorioztatu dute lehorreko ornodunen lerro ebolutibo nagusien (narrasti, hegazti eta ugaztun) arbasoek ez zutela arrautzarik jartzen, eta enbrioia amaren barruan garatzen zirela.

Hain zuzen ere, ikerketa honen arabera, enbrioia amaren barruan denbora batez mantentzea izan zen ornodunak lehorrera egokitzeko lehen giltzarrietako bat; eta ondoren etorri zen oskol gogorreko arrautza. ●

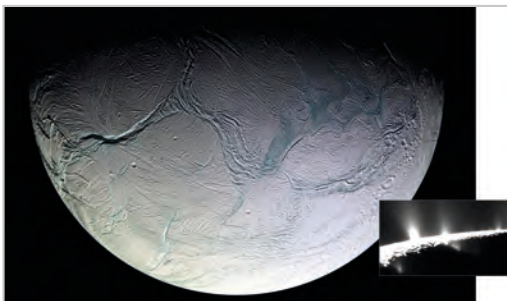
Entzeladon fosforoa aurkitu izanak bizia izateko aukerak handitu ditu

[Cassini zundak](#) Entzelado Saturnoren ilargian jaso zituen datuak berriro aztertuta, baieztatu dute fosfatoa dagoela. Ilargi hartan bizia izateko aukerak handitu ditu horrek.

Ezagutzen dugun bizitza-motarako, sei dira elementu gakoak: karbonoa, hidrogenoa, nitrogenoa, sufrea, oxigenoa eta fosforoa. Lehen bostak aurkitzea ez da arraroa, baina fosforoa oso urria da espazioan.

Lehendik ere, bizia hartzeko hautagaitzat hartu izan da Entzelado, horretarako ezaugarri egokiak dituelakoan. Adibidez, konposatu organikoak detektatu izan dituzte, baita jarduera bolkanikoaren zantzuak (energia-iturria) eta ur likidoarena ere, azaleko izotz-geruzaren azpian. Orain, fosforoa hauteman dute, izotz-geruzaren arrakaleetatik ateratzen diren izotz-pinportetan eta gas-zorrotadetan. Are gehiago: izotz-pinportetan, sodio-fosfatoak ere aurkitu dituzte.

Lurrean, fosfatoak ezinbestekoak dira bizitzarako: RNAn eta DNAn daude, energia garraiatzeko molekuletan, mintz zelularretan, hortz eta hezurretan... Horrenbestez, fosfatoa aurkitu izanak indarra eman dio Entzeladoren hautagaitzari. ●



Entzeladok gainazal gaztea eta konplexua duela erakutsi zuen Cassinik, eta hego-poloan gainazaleko arrakaleetatik ur-lurruna eta izotza jaurtitzen dituela (koadroko irudian).

ARG.: NASA/JPL/Space Science Institute; NASA/JPL-Caltech/SSI/PSI.

Urtegiak: gero eta gehiago, baina gero eta hutsago

Munduko urtegiak gero eta hutsago daude, nahiz eta ur-erreserbak handitzen ari diren, urtegi berriak eraikitzearen ondorioz. Horixe utzi du agerian mundu osoko urtegi-tako erreserben hogeitak bilakaera aztertu duen ikerketa batek.



ARG.: Margit Wallner/Pixabay

Satelite-datuak erabiliz, 1999 eta 2018 bitartean mundu osoko 7.245 urtegiren bilakaera aztertu dute. Ikusi dute erreserbak urtean 28 km^3 inguru handitu direla, urtegi berriak eraikitzearen ondorioz. Alabaina, urtegi berri horiek ere ez dira espero edo behar adina ur biltzen ari. Eta, orotara, urtegien edukieraren eta gordetzen duten uraren arteko proportzioa gero eta txikiagoa da.

Hego Amerikako eta Afrikako urtegi-tako erreserbak dira gehien jaisten ari direnak; eta, aldi berean, leku horietan handitzen ari da populazioa, eta ondorioz, uraren beharra.

Emailtzok ikusita, ikertzaileek iradoki dute, ura eskuragarri izaten jarraitzeko, ez dela nahikoa urtegi berriak eraikitzea, eta, aitzitik, ezinbestekoak direla kudeaketa-estrategia berriak; batez ere, erreserben erregulazioaren ingurukoak. ●

Iberiar penintsulako migranteek sartu zuten nekazaritza Afrikako ipar-mendebaldean

Orain arte, ez zegoen garbi nola hedatu zen bizimodu neolitikoa Afrikako ipar-mendebaldean. Arrasto arkeologikoetan oinarrituta, hipotesi kontrajarriak zeuden: nekazari-populazioek eremu hartara (gaur egungo Maroko) migratu zutela dioena, batetik; eta, bestetik, tokiko ehiztari-biltzaileek berez ikasi zutela dioena. Orain, diziplinarteko ikerketa batek argitu du Iberiar penintsulako populazioek sartu zutela nekazaritza, duela 7.400 urte.

Hainbat diziplinatako eta herrialdetako ikertzaileek parte hartu dute (Andaluziako eta Marokoko arkeologoak, Suediako genetikiariak...), Burgosko eta Uppsalako unibertsitateetako zuzendarien gidaritzapean, eta aurretik egindako indusketetatik eta azterketa genetiko berrietatik atera dituzte ondorioak. [Nature aldizkarian argitaratu dute ikerketa, irekian.](#)

Zehazki, lau aztarnategitatik lortutako 9 gizakiren azterketa genetikoa egin dute. Kokapen, adin eta bizimodu desberdinak (ehiztari-biltzaileak eta nekazariak) izan zituzten gizaki haiek, eta haien sekuentzia genetikoek, aurretik zituzten datuekin bateratuta, erakutsi dute neolitizazioa aurretik uste zuten baino konplexuagoa eta dinamikoagoa izan zela.

Hori berretsi du parte hartu duen ikertzaileetako batek, Burgosko Unibertsitateko Eneko Iriarte Avilések: "Ikusi dugu gutxienez 7.000 urteko jarraitutasun- eta isolamendu-aldi luze baten ondoren (duela 15.000 urtetik 7.500 urtera arte) Marokoko paisaia genetiko eta kulturala erabat



Marokoko Arkeologia Institutuko Youssef Bokbot eta Burgosko Unibertsitateko Cristina Valdiosera, Ifri Ouberrideko Marokoko aztarnategiko garezur banarekin. ARG.: Cristina Valdeosera Morales/Burgosko Unibertsitatea.

aldatu zela duela 7.500 eta 5.700 urte bitartean, Europako eta Ekialde Urbileko talde eta bizimodu neolitikoak iristean”.

Aldaketa hori nola gertatu zen ere azaldu du: “Lortutako datu genetikoek erakutsi dute duela 14.500 eta 7.000 urte bitartean ehiztari-biltzaileen taldeetan isolatu zela Marokoko biztanleria. Europako nekazariak eraman zuten hara bizimodu neolitikoa, lehenengo, eta, ondoren, tokiko komunitateek ere bereganatu zuten, baina nahasketa genetikorik izan gabe. Hau da, transferentzia kulturala izan zen. Gero, Ekialde Urbiletik etorritako jendearekin batera, artzaintza ere hedatu zen”.

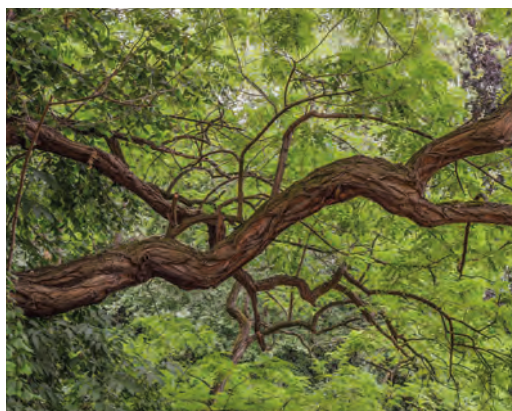
Ikertzaileek zehaztu dutenez, transferentzia kulturala fenomeno hori arraroa da oso; ez dute halako beste kasurik ezagutzen. ●

Lur zailetako mikroorganismoak inokulatzeak landareen erresilientzia handitzen du

Landareek klima-aldaketari aurre egiteko ahalmen handiagoa izan dezaten, lurzoru gogorretan hazitako mikroorganismo-komunitateak inokulatzea eraginkorra izan daitekeela iradoki du ikerketa batek.

Ikertzaileek azaldu dutenez, landareak substratu baten gainean hazten direnez, ahalmen mugatua dute klima-aldaketari aurre egiteko. Hala ere, badira lurzoru zailetan (hotzak, lehorrak edo be-roak) hazten diren landareak. Landare horiek lurzoruko mikroorganismoek esker eskuratzen dituzte hazteko behar dituzten mantenugaiak.

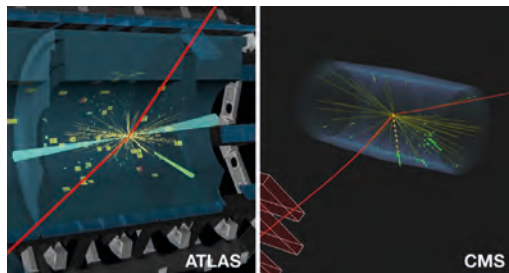
Orain, ikertzaile horiek frogatu dute mikroorganismo horiek, beste leku batzuetan txertatuta, toki berriko landareei ere laguntzen dietela hotzari, lehorteari edo beroari aurre egiten. Esperimentuak laborategian zein landan egin dituzte, eta, estres klimatikoarekiko tolerantzia areagotzen dutela baieztatzeaz gain, agerian jarri dute mikroorganismoen eta landareen arteko elkarrekintzaren garrantzia. ●



ARG.: Pixabay.

Higgs bosoiaren desintegrazio arraro baten ebidentziak topatu dituzte

Higgs bosoiaren desintegrazio arraro baten lehen ebidentziak aurkitu dituzte LHC azeleragailuan, eta ikertzaileek uste dute fisikaren eredu estandarrak iragarri gabeko partikula berriak aurkitzeko aukera irekitzen duela horrek; [horixe adierazi du CERNek](#).



ARG.: CERN

[2012an Higgs bosoa aurkitu zenetik](#), ATLAS eta CMS esperimentuak ikertzaileak lanean ari dira partikula horren propietateak ahalik eta zehaztasun handienarekin ezagutzeko. Lan horren zati garrantzitsu bat da ulertzea nola desintegratzen den Higgs bosoa, eta zein beste partikula sortzen diren prozesu horretan.

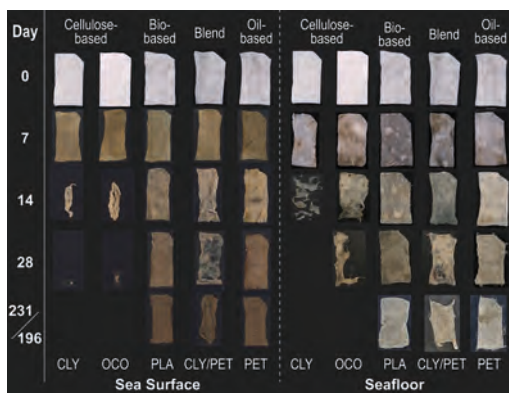
Hala, ikusi dute desintegrazio horretan Z bosoi bat eta fotoi bat sor litezkeela; indar ahularen eta indar elektromagnetikoaren eramaileak, hurrenez hurren. Baina ikertzaileen arreta gehien piztu duena da Higgs bosoa ez dela zuzenean deskonposatzen partikula horietan; aitzitik, desintegrazio-prozesuan, bi partikula horiek sortu baino lehen, zuzenean detektatu ezin diren beste partikula "birtual" batzuk sortzen dira, eta susmatzen dute partikula horietako batzuk erabat berriak izan litezkeela, eredu estandarrak iragartzen ez dituenak. ●

Plastiko biodegradagarriak ez dira hain biodegradagarriak

Gehien erabiltzen den bioplastikoa itsasoan nola degradatzen den aztertu dute, eta ikusi dute urtebete baino gehiago irauten duela batere degradatu gabe.

Plastikoak ingurumenean sortzen dituen arazoan irtenbide gisa erabiltzen dira bioplastikoak. Erabiliena PLA da. Besteak beste artotik, maniokatik eta erremolatxatik abiatuta ekoizten da, eta biodegradagarri eta konpostagarri gisa etiketatzen da. Baina gauza bat da kondizio industrial jakin batzuetan degradagarria izatea, eta, bestea, ingurumenean izatea.

Hamar ehun-mota jarri zituzten itsasoan. Zelulosaz eta kotoiz egindakoak hilabetean degradatzen direla ikusi zuten; PLAN eta petroliotik eratorritakoetan, berriz, ez zuten degradazio-zantzurik topatu esperimentuak iraun zuen 424 egunetan.

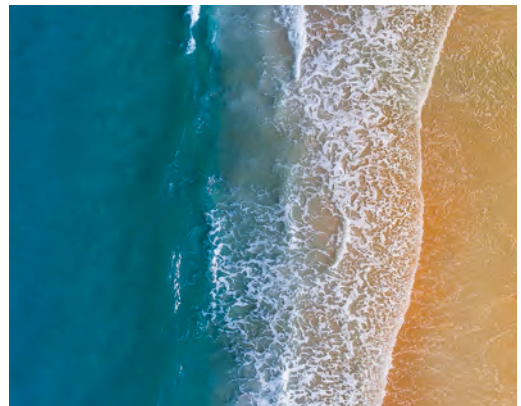


ARG.: Scripps Institution Of Oceanography

Emaitzak ikusita, ikertzaileek aldarrikatu dute material bat biodegradagarri edo konpostagarri gisa sailkatzeko beharrezkoa dela materialak ingurumenean nola degradatzen diren jakiteko azterketak estandarizatzea. Izan ere, kondizio jakin batzuetan degradagarriak izanagatik, ingurumena poluitzen dute horiek ere. ●

Itsasoaren kolorea aldatzen ari da, klima-alaketaren eraginez

Itsasoaren kolorea aldatu egin da azken 20 urteetan. Klima-alaketaren eraginez itsas azaleko ekosistemetan gertatzen ari diren aldaketen ondorioa da, *Nature* aldizkarian argitaratu duten lan baten arabera.



ARG.: StockSnap/Pixabay

Hainbat hamarkada daramatzate sateliteek itsasoaren kolorea neurtzen. Batez ere, klorofilaren jarraipena egin da orain arte, baina uste da 30 urte baino gehiago behar direla klorofilaren bidez klimak eragindako aldaketak hautemateko. Ikerketa honetan, ordea, proposatu dute aldaketak azkarrago hauteman daitezkeela erreflektantzia neurtuta. Itsasoaren kolorea neurtzeko modu horrek aukera ematen du klorofilaren kontzentrazioa eta ekosistemen egoera ondorioztatzeko. Hogei urtetako datuak aztertu dituzte eta ikusi dute denbora-tarte horretan kolorea aldatu egin dela; oro har, berdera egin du.

Ikertzaileek ondorioztatu dute kolore-alaketa hori komunitate planktonikoetako aldaketen isla dela, eta klima-alaketaren eraginez ari dela gertatzen. ●



[Albiste gehiago, webgunean](#)

elhuyar
aldizkaria



Mattin Aiestaran de la Sotilla

Arkeologoa



ARG.: Ana Galarraga/Elhuyar

“Nolatan iraun du hizkuntza honek?”

Ana Galarraga Aiestaran • Elhuyar Zientzia

Mattin Aiestaran de la Sotilla (Tolosa, 1991) Irulegiko indusketaren zuzendariak aztarnategian bertan erantzun die galderiei, brontzezko eskua aurkitu zuten lekutik metro pare batera. Pieza hura lurpetik atera zuen Aranzadiko boluntarioa ere, Leire Malkorra Renobales, han dabil lanean, beste kide batzuekin batera. Ezinbestean, eskua izan da Aiestaranen erantzunen hizpide nagusia, eta bada datu esanguratsu bat: sarri, lehen pertsonan erantzun du, bai, baina pluralean.

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

Lehenik, esan behar da arkeologian egin dudana ibilbidea ez dela oso luzea; zorionez, oraindik asko dugu egiteko. Hala ere, eskuaren aurkikuntza jada lan pixka bat, behintzat, egin genuenean etorri da, eta, batez ere, ondo lagunduta harrapatu nau. Adinagatik ez daukagun esperientzia taldeak ematen digu. Askotan galdetu didate ez ote dudana ardura handia sentitzen horrelako proiektu bat eramateagatik, baina, azken batean, ardura hori banatu egiten da inguruan ditudan irakasle, tutore, lagun, lankide... guztien artean.

Aurkikuntzaz beraz gain, niretzat ikaragarria izan da Joakin Gorrotxategi eta Javier Velaza lehen mailako hizkuntzalariekin lana egiteko aukera izatea. Egin kontu: ingurukoek ez zekiten deus, ezkutuan gorde behar zelako, eta, paraleloan, halako adituekin nenbilen lanean. Sekula ere ez nuen pentsatu haiekin lankidetzan arituko nintzenik, diskrezio osoz eta konfiantzan. Batez ere, bien artean solasaldian aritzen zirenean, aho zabalik egoten nintzen, dena xurgatzen. Gainera, gu ez garenez hizkuntzalariak, saiatzen ziren guri egokitutako azalpenak ematen; hori bai izan dela egiazko master bat nire ibilbide akademiko eta profesionalen.

Bestela, arkeologikoki eta linguistikoki, bai izan da iraultza bat, espero ez genuena, eta haiek ere espero ez zutena. Izan ere, orain arte uste zuten baskoiek txanponetan bakarrik idatzi zutela zerbait, baina oso gutxi eta gaizki; beharbada, iberiarren eta zeltiberiarren hizki batzuk hartu eta nolabait imitatuz, baina jakin gabe zer ari ziren idazten. Eskuak hori dena irauli du: ikusi dugu ustez alfabetatu gabe zegoen herri hura alfabetatuta zegoela, eta, gainera, iberiera menderatzen zutela, hura moldatu zutelako.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke?

Iberierak baditu 2.500 idazki inguru; zeltiberierak, 200 inguru; baskoierak, oraingoz, bat. Eta ez da gutxi, orain arte uste baikenuen ezin zitekeela halakorik egon. Eskua, idatzirik ez balego ere, pieza berezia da, sinbolismoarengatik, eta non agertu den... Berez, arkeologiatik ikertzeko oso zailak diren bi gai ditu, bi gai immaterial. Hain justu, guk, arkeologian, aztarna materialekin lan egiten dugu, eta badugu sendotasun dezente solasteko arkitekturaz, artisautzaz, dietaz, bizimoduaz... Baina antolaketa politikoa, erlijioa, hizkuntza... hori dena immateriala da.

Hala ere, gustatuko litzaidake gehiago jakitera iristea. Deszifratzea oso zaila da, eta, noski, denok nahiko genuke idazki gehiago agertzea eta esanahia argitzea lortzea. Baina ikusita iberierak badituela 2.500 idazki inguru, eta egungo Italian ere badirela hizkuntza fragmentario deitzen direnak, batzuk 11.000 laginekin, eta ez direla deszifratzeko gai... Guk bakarra dugu, eta ez dugu zerekin konparatu. Konparatu dezakegu bi mende geroago latinaren artean agertzen diren jainko- eta pertsona-izenekin; gero, XV. mendeko testu zahar horiekin... baina hor milaka urte igaro dira. Iberierak eragingo zion, latinak gero, hizkuntza germanikoek, arabierak, gaur egun ingelesa ari zaio eragiten...

Eta hori da kontua: nolatan iraun du hizkuntza honek? Agian eskuan idatzita dagoen hizkuntza haren ondorengoa da oraingo euskara, edo gerora Akitanian aurkitu diren idazkietako hizkuntzarena; ez dakigu. Baina iraun du. Eta, aldez, indartsuen zeuden beste batzuek ez. Hori zergatik da? Zein da horren azalpena? Hori da jakin nahiko nukeena: zergatik iraun du euskarak gaur arte? ●



Zuhaitzak eta klima

Klima-aldaketak, beste bizidunetan bezala, eragin zuzena du zuhaitzetan. Eta, alderantziz, zuhaitzek berebiziko garrantzia dute klima-larrialdiari aurre egiteko elementuen artean. Izan ere, jakina denez, karbono dioxidoa xurgatzen dute; hala, berotegi-efektuko gas horren kontzentrazio atmosferikoa murrizten dute. Horrez gain, askotariko funtzioak dituzte, bai basoan, bai hirian.

Ingurune horietako bakoitzean klimak zuhaitzetan eta zuhaitzek kliman duten eragina azaldu dute bi

adituk, hurrenez hurren. Julen Astigarraga Urzelai da lehena. Doktore izendatu berri dute Alcaláko Unibertsitatean, klimak eta basoen erabilerak baso-dinamikari nola eragiten dieten aztertzen duen tesi batekin, hain zuzen. Bestea Marta Olazabal Salgado da, Klima Aldaketaren Euskal Zentroko ikertzailea (BC3). Haren ikerketa-lerro nagusiak klima-aldaketara egokitzea eta hiri-erresilientzia dira. Biek ala biek argi utzi dute zuhaitzak funtsezkoak direla klima-krisiari erantzuteko.



ARG.: pxfuel.com

basoan eta hirian

Julen Astigarraga Urzelai

Bizi Zientzien irakaslea eta ikertzailea
Alcaláko Unibertsitatean



**Klima-aldaketaren eragina
zuhaitzetan eta basoetan**

Marta Olazabal Salgado

Ikerbasque ikertzailea eta Egokitzapena
Ikerketa Taldeko burua BC3n



**Zuhaitzen garrantzia
hiritan**

Julen Astigarraga Urzelai

Bizi Zientzien irakaslea eta ikertzailea
Alcaláko Unibertsitatean



Basoa, oso era sinple batean definituz, zuhaitzez osaturiko ekosistema bat da. Zuhaitzek, alde batetik, atmosferatik karbono dioxidoa (CO_2) xurgatzen dute, eta, bestetik, sustraieetatik ura eta beste zenbait mantenugai eskuratzen dituzte. Osagai horiekin guztiekin, eta eguzki-argia erabiliz, fotosintesia egiten dute. Fotosintesian, materia inorganikoa (CO_2 eta ura) beren hazkuntzarako behar duten materia organiko bihurtzen dute. Prozesu horretan, oxigenoa askatzen dute, energia-fluxua abiarazten dute, eta, hala, gainontzeko izaki bizidunak bizi ahal izateko oinarria sortzen dute. Denboraren poderioz, materia bizia egurrean metatzen joaten da, geroz eta espazio fisiko gehiago hartzen du, eta beste hainbat izaki bizidunen habitata sortzen du. Labur azalduz, horrela sortzen da basoa deitzen diogun ekosistema konplexua.



Konplexutasun horren barruan, nahitaezkoa da basoen multifuntzionalitatea —hots, ekosistema horrek hainbat funtzio betetzeko duen gaitasuna— azpimarratzea. Funtzio horiek, ekosistemen funtzionamendurako ezinbestekoak izateaz gain, gizakioi hainbat ekarpen egin dizkigute historian zehar: egurra eta elikagaiak ekoitzi, lurzorua eta bioaniztasuna babestu, ura eta klima erregulatu, eta aisialdia eta gizakion osasuna hobetu, besteak beste.

Hala ere, ekarpen horiek guztiak ezin dira maila berean maximizatu, eta ekarpen horiek bateragarri egitea da aurrean dugun erronka handietako bat. Garbi dago baso-kudeaketak zeregin garrantzitsua duela horretan. Adibidez, Euskal Herrian batik bat XX. mendetik aurrera egin diren landaketetan, egur-ekoizpena maximizatu da, oro har, bioaniztasunaren, lurzoruaren babesaren edo ur-erregulazioaren kaltetan.

Azken hamarkadetan, bai uraren eskasiak eta bai CO_2 -mailak ere gora egin dute nabarmen gizakiaren eraginez, eta historian zehar inoiz izan dugun erronka handienaren aurrean jarri gaituzte, klima-aldaketa moduan ezagutzen duguna. Azken finean, batez besteko tenperaturak eta muturreko klima-

Klima-alaketaren eragina zuhaitzetan eta basoetan

gertakariak areagotzean, zuhaitzen fotosintesi-gaitasuna gutxitzen da, eta horren ondorioak agerikoak dira jadanik mundu guztiko basoetan. Ebidentzia zientifikoek ez dute zalantzarik uzten: zuhaitzen hilkortasun-tasak areagotzen ari dira. Aldi berean, zuhaitz-espezieen konposizioan ere aldaketak gertatzen ari dira: espezieak poloetara eta altuera handiagoetara mugitzen ari dira, eta tenperatura altuetara eta lehorteetara hobekien moldatutakoak ugaritzen ari dira.

Hala ere, norbaitek, zentzu handiz, planteatu dezake CO₂-a areagotzearen ondorioz zuhaitzen hazkuntza-tasak areagotu daitezkeela, eta, horrekin, ur-eskasiaren eraginak apaldu. Badirudi hori izan dela XX. mendearen amaiera arteko joera; gaur egun, ordea, geroz eta ebidentzia gehiago daude frogatzen dutenak ur-eskasiaren inpaktu negatiboak CO₂-a areagotzearen efektu positiboak gainditzeko ari direla. Hori guztia gutxi balitz ere, lur-erabileretan gertatu diren aldaketek ere gogor kolpatu dituzte basoak; gure inguruko paisaiari

begiratu besterik ez dugu zenbateraino paisaia homogeneoak ditugun antzemateko.

Datozen urteak erabakigarriak izango dira klimak eta lur-erabileren aldaketek basoetan duten inpaktua ahal bezainbeste murrizteko. Alde positibotik begiratzuz, gure basoen funtzionamenduari buruz dugun ezagutza areagotuz doa. Hala ere, nahiz eta landaketak egin, onartu beharra daukagu ez garela gai baso bat —bere konplexutasun guztiarekin— sortzeko, eta gu ere naturaren parte garela. Ondorioz, gelditzen zaigun aukera onena da, erabat teknologian oinarritutako irtenbideak bilatu beharrean, basoen funtzionamenduari inguruan dakiguna oinarri hartuta klima berri baterako trantsizioan basoei laguntzea. Lagundu diezaiegun basoei bide horretan, berandu izan baino lehen. ●

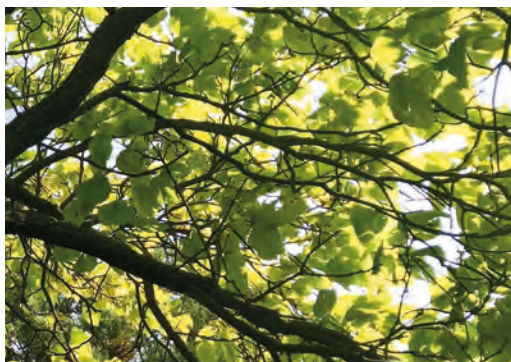
Zuhaitzen garrantzia hirietan

Naturak funtsezko eginkizuna du hirietan. Hainbestearinokoa, ezen, nahiz eta hamarkadak kostatu zaigun konturatzea, gaur egun joera da natura berriro hirigintzan sartzea, osasun fisiko eta psikologikoaren, biodibertsitatearen eta erresilientzia klimatikoaren ardatz egituratzaile gisa. Seguru asko izango duzue naturan oinarritutako soluzioen aditza edo azpiegitura berde eta urdinena. Kontzeptu horiek erabiltzen dira ekosistemen integrazioa eta leheneratzea deskribatzeko, hiri-paisaiaren beste elementu bat baitira. Haien artean, ematen dituzten onuren kantitatea eta kalitatea kontuan hartuta, zuhaitzak dira garrantzitsuenak.

Zuhaitzek hainbat onura ekartzen dituzte hirietara; bizi-kalitatea hobetzen dute ingurune bizigarriagoak eta jasangarriagoak sortuz. Zuhaitzak

izan ditzakegu kaleetan, ilaretan edo plazetan, bai eta parke edo hiri-basoetan ere. Zuhaitz horiek ekosistema handiago baten parte bihurtu ahala, espazioa eta osasuna irabaziko dituzte, eta haien onurak biderkatu egingo dira. Hain zuzen, hiri asko hiri-korridore ekologikoak sortzen ari dira ekosistemak elkarrekin lotzeko, biodibertsitatea sustatzeko eta hiriko edozein tokitatik naturara iristea errazteko. Baina oso garrantzitsua da zuhaitzak hiriko kale guztietan egotea, eta akupuntura-lan gisa eta errespetu ekologikotik aztertu behar da.

Zuhaitzek zarata murrizten dute eta kutsatzaile atmosferikoak harrapatzen dituzte. Adibidez, hostoetan 10 mikrometro baino gutxiagoko diametroa duen material partikulatua harrapatzen dute. Material hori bereziki kaltegarria da birikentzat eta bihotzarentzat, eta gehiena ibilgailuen zirkulaziotik dator. Fotosintesiaren bidez, gainera, zuhaitzek oxigenoa sortu eta karbono dioxidoa xurgatzen dute. Berotegi-efektuko gasetako bat da karbono dioxidoa, eta azken 80 urteetan, erregai fosilen kontsumo neurrigabearen ondorioz, atmosferako tenperatura handitzen ari da. Zuhaitzek eta haien ingurune iragazkorrek (zigilatu gabeko lurrak) ura harrapatzen dute, eta aliatu handiak dira muturreko





Marta Olazabal Salgado

Ikerbasque ikertzailea eta
Egokitzapena Ikerketa Taldeko burua BC3n

prezipitazioetan higadura (orografia konplexuko eremuetan bereziki) eta uholdeak saihesteko. Era berean, ebapotranspirazioaren bidez, hezetasuna askatzen dute, eta horrek tokiko tenperatura erregulatzen laguntzen du. Hezetasun horren eta kopa hostotsuen itzalaren ondorioz, bero-boladetan babesleku zoragarriak dira. Ez hori bakarrik; espazio publikoko tokiko tenperaturen erregulazio horri esker, eraikinetan energia gutxiago behar da berokuntza-sistemarako, neguan, eta hozteko, udan. Esan liteke zuhaitzek mikroklima bat sortzen dutela eta hori ezinbestekoa dela larrialdi klimatikoko testuinguru batean, hiriak bereziki kalteberak baitira, eraikitako ondarea eta biztanleriaren kontzentrazioa direla eta.

Berezko eskubideak dituzten izaki bizidunak direnez, zuhaitzak biodibertsitaterako eta osasun ekologikorako etxeak ere badira. Espezie asko —hala nola txoriak, onddoak, intsektuak eta saguzarrak— zuhaitzen mende daude hirietan ere, giza jarduerekin oreka zailean bizi baitira. Biodibertsitatea babestea garrantzitsua da, ez bakarrik krisi globaleko une batean bizi garelako, baita hiri-ekosistemen osasun-adierazle delako

ere. Zenbat eta biodibertsitate-maila handiagoak, ekosistemek (zuhaitzek) orduan eta hobeto betetzen dituzte beren funtzioak.

Azkenik, eta ez da garrantzi txikiagokoa, naturarekiko harremana funtsezkoa da pertsonentzat. Inguruko zuhaitzek eta biodibertsitateak izugarri laguntzen digute hiri-ingurune artifizial batean bizitzari mentalki aurre egiten. Frogatuta dago naturatik hurbil egoteak estresa eta antsietatea murrizten laguntzen duela eta osasun mentala eta ongizatea hobetzen dituela; hain zuzen, hiriko zurrunbiloak eragotz dezakeen hori bera.

Zalantzarik gabe, hirietan zuhaitzak ordezkaezinak dira klima-krisiari eta biodibertsitate-galerari aurre egiteko. Hirietan zuhaitzak integratzea eta haien osasuna kudeatzea ezin da herri-lanen zerbitzu huts bihurtu. Estrategia, denbora eta inbertsioa behar dira. Lehia handia dago gainerako hiri-azpiegiturekin, baina zuhaitzen onurak ezinbestekoak dira jada. ●

Aiora Zabala Aizpuru

Ekonomia Ekologikoan doktorea

*“Iritsi gara puntu batera non
hazkunde ekonomikoak ez digun
ongizate handiagoa ematen”*

Ana Galarra Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Argazkiak: ©Gabriella Fuzi



Aiora Zabala Aizpuru (Irun, 1982) Ingurumen Zientzietan lizentziatua da, eta Ekonomia Ekologikoan doktorea. Ikertzailea eta irakaslea da Open University eta Cambridge Unibertsitatean, eta *Nature Sustainability* zientzia-aldizkarian editore izan zen lau urtez. Dibulgazioan ere aritzen da, ingurumenari, jasangarritasunari eta giza zientziei buruz, eta iaz *Natura gure esku* liburua argitaratu zuen (Alberdania, 2022).

“Emakume zientzialarien argitan” solasaldi-zikloan izan zen, Elhuyarrek eta Donostia Kulturak gonbidatuta, eta oraingo egoera ulertzeko eta etorkizuneko zenbait eszenatokiak irudikatzeko gakoak eskaini zituen. Idatziz jaso ditugu pasarte esanguratsuenak.

Ikertzaile eta irakasle aritzen zara, eta, lau urtez, *Nature Sustainability* aldizkariako editore ere izan zara. Iaz, dibulgazio-liburu bat argitaratu zenuen: *Natura gure esku*. Hori oso bestelako lan bat da, ezta? Nolatan eman zenuen pausoa?

Egia da ibilbidea ez dela oso lineala izan, baina beti izan dut interesa komunikazioan. Irratian hasi nintzen kolaborazioak egiten, eta orduan ohartu nintzen momentu ona zela gai hauek gizarteratzeko. Izan ere, honetan lan egiten dugunok hamarkadak daramatzagu honi buruz hitz egiten, baina duela 20-30 urte gai hauek ez zeuden plazan. Irratian kolaborazioak egitean konturatu nintzen interes handia zegoela, baita lagunek eta familiakoek egiten zizkidaten galderengatik ere.

Bestalde, *Nature Sustainability* aldizkarian lan egitean, ikusi nuen ezagutza pila bat zegoela, oso baliagarria eguneroko eztabaidetarako. [...] Orduan, askotan mahaian edo familiarekin egiten nuena egin nuen liburuarekin: nik bizitako adibideetatik abiatuta, liburuaren edukia moldatzen nuen. Nahiko organikoa izan zen.

Zeuk esan duzu: urteak daramatzazue ingurumena ikertzen, baina, gaur egunera arte, gaiak ez gaitu hainbeste ukitu. Horrek ez du esan nahi ez denik bide bat egin ingurumenaren babesean. Zer mugarri nabarmenduko zenituzke?

Ingurumenari buruzko mugarriak testuinguruaren araberakoak dira. Adibidez, niretzat mugarri dira Euskal Herrian 1980ko hamarkadan egin ziren kanpainak, edo mugimendu antinuklearra.

Nazioartera begiratzen badugu, 1960-1970n izan ziren mugimenduak ere mugarri izan ziren. Argitalpen batzuk atera ziren; esaterako, [Rachel Carson](#)ek idatzitakoa... Eta orduan hasi ziren nazioarteko negoziazioak, eta sortu zen Nazio Batuen Ingurumen Programa. 1970-1980 hamarkadetan akordio pila bat sinatu ziren: Basileakoa (zaborrarena), hegazti migratzaileena... Eta 1992an izan zen Rio de Janeiron batzar oso garrantzitsu bat, ingurumenari eta garapenari buruzkoa, eta uste dut horrek jarri zuela gaia agendan.

Azkeneko bi hamarkadetan, klima-larrialdiak hartu du nagusitasuna, batez ere 2007tik, non IPCCk jaso baitzuen Nobel Saria. Baina ikusten da ibilbidea luzea dela, nahiz eta iritzi publikoan eta komunikabideen narratiban azkeneko hamarkadan bakarrik dagoen ingurunea hainbesteko nagusitasunekin.

Badirudi, hala ere, ondorioak norberak ikusi arte, ez garela ohartzen. Hori hala da? Eta zergatik gertatzen da?

Gizakiok horrelakoak gara: aurrean ikusitakoan, orduan sinesten dugu. Eta zergatik? Psikologian badira erantzun batzuk. Adibidez, gure balioekin edo gure betiko bizimoduarekin ados ez dagoena, edo deserosotasuna sortzen diguna zaila da sinestea. Aurrerapenak, berritasunak edo ezagutza gure onerako badira, berriz, orduan bai; baina kontrakoa bada, erresistentzia dago.

Dena den, adituon esanean, klima-aldaketaren mugimendu negazionistak indarra galdu du. Baina ba omen dago negazionismo berri bat, irtenbideak ukatzen dituen. Zertan oinarritzen da?

Bai. Duela gutxi ateratako ikerketa bat da, eta han ikusten da klimaren negazionismoa gutxitu ahala, handitzen doala irtenbideekiko eszeptizismoa. Jada zaila da inork esatea klima-aldaketa ez dela gertatzen, baina beti egongo da norbait, aurre egiteko ekimenen aurka. Eta, horretarako, argudio berriak atera behar dituzte. Hori izaten da politika-prozesu batean hurrengo pausoa.

Aurkako argudio horiek esaten dute proposatzen ditugun irtenbideak garestia direla, ez dutela funtzionatuko, berandu gabiltzala...

Liburuan, gizartean jarri duzu arreta, katastrofismotik eta paralisitik ihes eginda, jarreretan eragiteko asmoz.

Ez da katastrofismoaren aurka jotzea, baizik eta hura gainditzea. Izan ere, ni ere egon naiz horrela: ikusten dituzu gauzak, eta bakoitzaren inpaktua ikusten duzu; boligrafoarena, botilarena... Eta



gehiegizkoa da. Horren aurrean, erreakzio batzuk daude. Bata da: arazoa oso handia da, eta nik egin dezakedana oso txikia da. Eta bestea da beldurra: klima-aldaketa da ikaragarria eta abar. Horiek immobilismora eramán zaitzakete.

Hori gainditzeko, kideengandik eta lagunengandik ikasi dut oso baliagarria dela bakoitzak egin dezakeena. Arrazoien artean, difusio-prozesua dago: portaerak eta ekimenak, berriak direnean, beti gutxi batzuek egiten dituzte, aitzindari batzuek. Gero, poliki-poliki, jarraitzaileak ere hasten dira hori egiten, eta, azkenean, ekimena asko zabaldu daiteke.

Ekoantsietatearen antidotoa izan daiteke, ingurumenarekiko kezak sortzen duen itolarri horren antidotoa.



Ekoantsietatea da Lurrarekiko, planetarekiko, dugun emozio negatiboetako bat, eta askok dugu. Era horretako beste emozio bat solastalgia da, hau da, gure bizilekuan ingurunea aldatzen denean sentitzen dugun tristura eta hunkidura. Gu orain ari gara justu horri buruzko literaturaren laburpen bat egiten, eta, momentuz, aztertzen ari gara nola neurtu emozio horiek.

Badira ikerketa gutxi batzuk emozio horiek gainditzeko moduaz, eta horiek ematen dituzten iradokizunak hauek dira: batetik, hitz egitea, ez gordetzea, baizik eta gai horiekiko enpatia sentitzen duten beste batzuekin hitz egitea; bestetik, antolatzea, talde baten parte izatea eta zerbait egitea naturaren edo gizartearen alde; eta, azkenik, informazio gehiago jasotzea, xehetasun gehiago ezagutzea, ikusteko beti egon direla aldaketak.

Talde bateko parte izatea aipatu duzu. Garai batekin alderatuta, militantzia jaitsi egin da, oro har, baina badira mugimendu berriak ere, adibidez, *Fridays for Future* (Etorkizunaren aldeko ostiralak) eta zientzialari matxinoak. Zientzialariak mobilizatzea izan daiteke modu bat erreakzionatzeko eta erreakzionarazteko?

Bartzelonan nengoen garaian [duela 20 urte] jada bagenuen eztabaida zientzialari ala aktibista ote ginen. Batzuek esaten zuten zientziak aparte egon behar zuela, bestela sinesgarritasuna galduko genuelako; eta beste batzuek, berriz, ezin ginela gelditi egon, bagenekielako gauza garrantzitsuak gertatzen ari zirela. Kasu honetan, bai, bada modu bat elkartzeko eta ohartarazteko zer gertatzen den, eta badakigu historian gauza asko lortu izan direla horrela.

“Energia-trantsizioa, ez bada ondo egiten, txarrerako izan daiteke. Kontsumoa handitzea ekar dezake, adibidez, mineral arraroena, eta zaborrak sor ditzake”

Adibidez, bonba nuklearra ikertzen ari zirenean batzuek uko egin zioten, eta beste batzuek bakarrik jarraitu zuten.

Adibide horrekin batzuek pentsa dezakete ez zuela ezertarako balio izan, egitasmoak aurrera egin baitzuen. Baina pertsona horiek gizarteari mezu bat eman zioten.

Orain ditugun erronkei helduta, nagusietako bat energia-trantsizioa da. Denok ikusten dugu beharrezko: zientzialariek, gizarteak, baita politikariek ere. Orduan, zergatik da hain zaila adostea nola egingo den trantsizioa?

Niri asko interesatzen zait galdera hori, politikak ikertzen baititut. Eta ikusten da, orokorrean ari garenean, oso erraza dela ados jartzea. “Natura babestu behar da”: egongo da norbait horren aurka, baina gehienek esango dute baietz. Baina xehetasunetan sartzen garenean, desadostasunak ateratzen dira.

Energia-trantsizioarekin hori gertatzen da. Hasten garenean pentsatzen iturri berriztagarriak non jarri, nork jasango dituen kalteak... hor agertzen dira desadostasunak. Horrekin batera, badago bultzada handi bat autoen elektrifikaziorako, eta bai, hori irtenbidearen zati bat da, baina horrek bakarrik ez gaitu arazotik aterako.

Energia-trantsizioa ere, ez bada ondo egiten, txarrerako izan daiteke. Kontsumoa handitzea ekar dezake, adibidez, mineral arraroena, eta zaborrak sor ditzake. Zer gertatuko da hainbeste bateriekin, ez bada garatzen bateriak birziklatzeko industria bat?

Pentsatu behar da ziklo osoan; ahal dela, itxia izan dadila. Ezin da guztiz itxi, material pixka bat beti galtzen baita, energia ere degradatzen da... baina ahalik eta zirkularrena izatea komeni da.

Horrez gain, energia-trantsizioan, bai, berriztagarrietara jo behar dugu, baina baita efizientziara ere. Eta hori IPCCk esan zuen oso argi: efizientzia handitzeak ahalmen handia du karbono-isuriak gutxitzeko, baina ez da horrenbeste inbertitzen horretan. Galdetu behar dugu zergatik, horrek ekarriko badu energia-iturri gutxiago behar izatea, eoliko gutxiago, esaterako, eta, gainera, argi-indar fakturak merkatuko baditu. Hori da galdera handi bat niretzat.

Horrekin lotuta, IPCCk esan zuen, inbertsioetan, lpar globalari dagokiola ahalegin handiena egitea, zorretan dagoelako Hego globalarekin.

Hori da. Zor ekologikoa da hori. Historikoki, herrialde aberatsek ekonomikoki txiroak direnetatik atera dituzte baliabide naturalak, mineralak, nekazaritza-ekoizpena... Zor hori areagotzeko arriskua dago trantsizio energetikoak eskatzen badu, adibidez, litio gehiago, Txiletik ekarria, edo beste leku batzuetako beste mineral batzuk. Hori ere kontuan izan behar dugu, nahiz eta inpaktuak oso urruti geratzen zaizkigun.

Horri buruz ari garenez, justizia soziala izango da erronka nabarmenetako bat.

Justizia sozialaren maila bat herrialdearen barrukoa da; adibidez, enpleguarena [industria bati lotutakoa galduko baita]. Oso ondo planifikatu behar da, injustizia handi bat ez eragiteko. Eta bestea oraintxe azaldutakoa da, zor ekologikoa.



“Iritsi gara puntu batera non hazkunde ekonomikoak ez digun ongizate handiagoa ematen; beraz, begiratu behar ditugu beste adierazle batzuk”

Desazkundera ere aipatzen duzu liburuan, eta agenda politikora ere iritsi da. Kontzeptua, behintzat, bai, izena bera eztabaidan dagoela baitirudi. Hitz hori duela 20 bat urte entzun nuen lehen aldiz, Bartzelonan, eta poliki-poliki garatuz joan da. Definizioa ez da oso argia, edo, definizioa bera baino gehiago, horretara iristeko praktikak ez dira oso argiak, askotarikoak baitira. Eta egia da batzuei zerbait negatiboa ekartzen diela burura. Baina beste era batera ere dei diezaiokegu; adibidez, post-hazkundera edo a-hazkundera.

Hemen bi gauza daude. Bata da hazkunde ekonomikoaren adierazlea, barne produktu gordinaren indizea (BPG), nagusia izan dena orain arte, eta nazio-mailako politikak hori handitzen saiatzen dira. Eta desazkundera edo post-hazkundera dioena da BPGk ez lukeela hainbesteko gailentasunik eduki beharko; beste gauza batzuk begiratu behar ditugula, bereziki, herrialde aberatsok. Iritsi gara puntu batera non hazkunde ekonomikoak ez digun ongizate handiagoa ematen; beraz, begiratu behar ditugu beste adierazle batzuk.

Diskurtso hori, dena den, herrialde aberatsetatik dator. Hegoaldekoiei galdetzen badiugu, esango digute oraindik pixka bat hazi behar dutela, oraindik ez direlako iritsi ongizate-maila horretara. Eta hori guztiz ulergarria da; kontzeptua oso iparraldekoa da.

Hazkunde ekonomikoari hainbesteko garrantzia ez ematea gauza bat da, eta beste bat da nola gauzatu. Eta hemen oso definizio sinple bat dago, nire ustez: gaur egun kontsumitzen ditugun gauza eta zerbitzu askok, egiten ditugun gauza askok, benetan ez digute ongizate handirik ematen.

Adibidez, norbaitek ematen baditu egunero bi ordu autoan. Horrek hazkundera ematen duela dirudi, gasolina gastatzen duelako eta autoa ordaintzen duelako, baina bi ordu horiek ez diote ongizaterik ematen pertsonari. Desazkundera eta horrelako joerek esaten dutena da: pentsa dezagun egunerokotasunean zer gauzak ematen diguten ongizatea, eta ematen ez digutenak albo batera utz ditzakegu, agian.

Hain justu, zure liburuan irakurlea gogoeta egitera bultzatzen duzu, ohartu dadin zer dagoen egunerokoan egiten dituen gauzen edo hartzen dituen erabakien atzean.

Bai, hori da liburuaren mezu garrantzitsu bat. Adibidez, kafe bat hartzen ari gara, eta pentsatu dezakegu nondik datorren kafe hori, zer nekazarik erein zituen haziak, ea ordainketa duina jaso duen, kafe horrek zer ondorio ekarri dituen hazi den ekosisteman... Baita kafea hartu ondoren ere zer gertatuko den: kafea baldin badator kapsuletan, adibidez, zaila izango da birziklatzea; eta edaten badugu erabilera bakarreko edalontzian, horrek ere arrastoa utziko du. Mundua ikusteko beste txip bat izatea da.

Solasaldia amaitzeko, bi liburu gomendatu zituen, eta, bukaeran, galderen tartean, gogoeta interesgarri gehiago plazaratu zituen. Interesa duenarentzat, [entzungai dago solasaldi osoa](#). ●



[Entzun solasaldi osoa](#)

berria

Zure **babes ekonomikoari** esker,
kazetaritza ona egiten jarraituko dugu

- Sarean irakurtzen baduzu,
egin BERRIALaguna:

10 € hilean edo

100 € urtean

- Paperean irakurtzen baduzu,
egin harpidetza:

hilean 16 €-tik aurrera

→ Izan **BERRIALaguna**

Berria.eus/berrialaguna

943 - 34 43 45 · laguna@berria.eus

aldi hau kontatzeko

Saien kultura

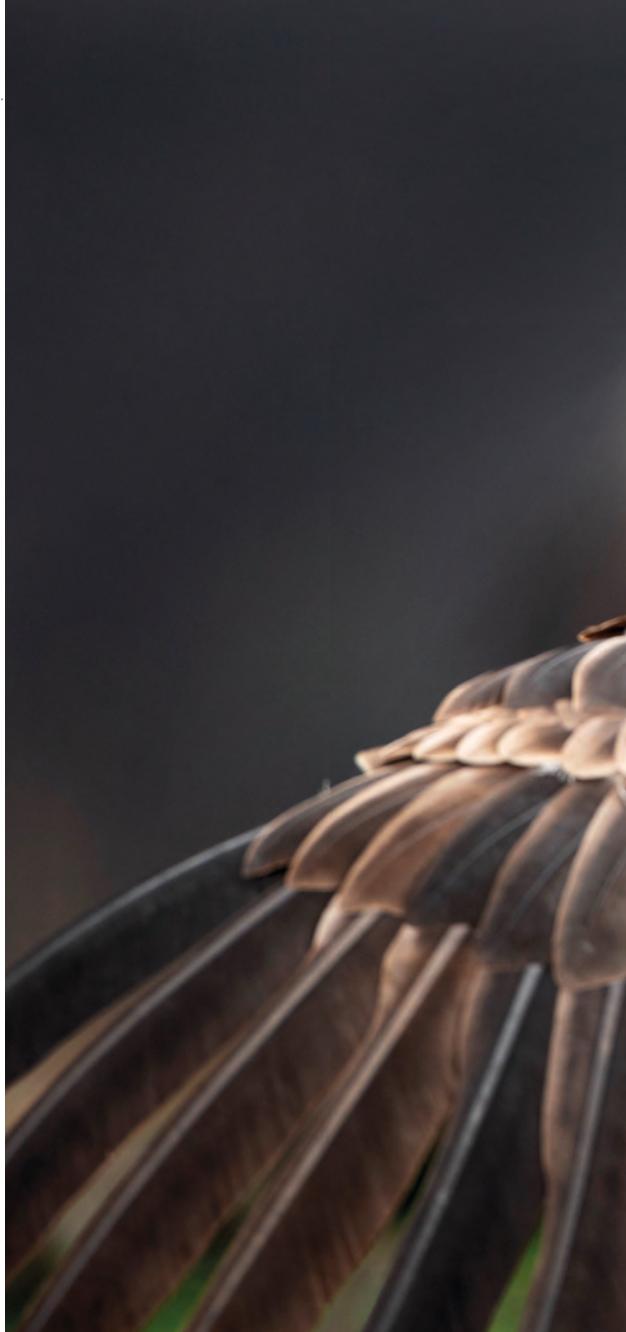
Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Arrek eta emeek ez dute berdin jaten; ezta iparraldekoek eta hegoaldekoek ere. Animalia taldekoiak dira, eta elkarrengandik edo elkarrekin ikasten dute. Sai arreen ohiturak eta portaerak ikertzen urteak daramatza Eneko Arrondo Floristan biologoak, eta aurkikuntza deigarriak egin ditu.

Hegoak zabal-zabal airean, begiak zorrotz, inguruak arakatzeko. Sosla nahasezina dute sai arreek. Gai dira kilometrotara sarraskia antzemateko. Hori da haien bizitzeko modua; sarraskia dute elikagai bakar. Baina sarraski guztia ez da berdina. "Sarraskijale batek aurkitzen duen lehenengo gauza jango duela pentsatu ohi da —dio Eneko Arrondo Floristan biologo nafarrak—, baina ikusi dugu saiek badituztela zaletasunak".

Hain zuzen ere, sai arreen dieta oso modu zehatzean ikertu dute Arrondok eta kideek, eta emaitza harrigarriak lortu dituzte. Inork espero ez zuen portaera konplexu bat topatu dute. Ikusi dute iparraldeko eta hegoaldeko saiek elikadura-ohitura desberdinak dituztela, eta, batzuk eta besteak Extremadura inguruko dehesetara joaten direnean, bakoitzak bere ohiturei eusten diela. Saien kultura deitu diote horri, "[Vulture culture: dietary specialization of an obligate scavenger](#)" izeneko artikuluan.

Nafarroako Errege Bardea Parke Naturalak eta Andaluziako Juntak finantzaturako ikerketa horretan,



Errege Bardean harrapatutako 30 sairi, eta Cazorlan (Jaen) harrapatutako 35i GPS-gailuak jarri zizkieten. Gailu horiek azelerometro bat ere bazuten, eta horri esker, saiak non ibili ziren jakiteaz gain, jateko noiz gelditzen ziren ere jakin zezaketen.

Hiru urtez aritu dira ikertzen. Hamar ikertzaileraren artean, azelerometroek adierazitako 4.000 puntu bisitatu zituzten, gelditzen ziren hondarrak aztertuz saiek leku hartan zer jan zuten zehazteko. "Lan



ARG.: Martin Prochazkacz/Shutterstock.com

handia izan da, eta asko kostatu zaigu, baina oso pozik gaude emaitzarekin”, aitortu du Arrondok. “Ez da beste inon egin tamaina honetako ikerketarik: hiru urte, 60 banako, bi populazio, hainbeste puntu...”

“Saien dieta ezagutzen zen populazio mailan, eta, beraz, dietaren osagaiei buruz ez dugu ezer berririk aurkitu”, azaldu du. “Baina, orain, azelerometroei esker, jakin ahal izan dugu sai bakoitzak zer jan

duen eta noiz jan duen”. Eta, datu horiek aztertu dituztenean, ikusi dute denek ez dutela berdin jaten.

Batetik, sexuen arteko diferentziak topatu dituzte. Arrek nahiago dituzte gizakiarekin lotutako baliabideak, hala nola abeltzaintza intentsibokoak eta zabortegietakoak; emeek, berriz, gehiago jotzen dute ehizak edo abeltzaintza estentsiboak utzitako baliabideetara. Desberdintasun horrek ez ditu asko

*“Azelerometroei esker, jakin ahal izan dugu
sai bakoitzak zer jan duen eta noiz jan duen”*

harritu. “Beste lan batzuetan, ikusi da arren eta emeen artean badaudela desberdintasunak egoera fisikoan, mugikortasunean, hilkortasunean...”, dio Arrondok. “Bitxia da, saien kasuan ez baitago dimorfismo sexualik, ez dago desberdintasun morfologikorik; eta pentsa zitekeen portaeran ere ez zela egongo, baina ez da hala”.

Hain zuzen ere, sexuen arteko beste desberdintasun batzuk ari dira ikertzen orain; adibidez, kumeen hazkuntzan duten portaera. “Argi eta garbi rol desberdinak dituzte, eta horrek ondorioak ditu, baita janaria bilatzeko moduan ere. Arrek joera dute arrisku gehiago hartzeko, eta, ondorioz, gehiago hiltzen dira”.



Bestetik, desberdintasunak topatu dituzte, halaber, Nafarroako eta Jaengo populazioen artean. Hori ere espero izatekoa zen, bi eremuetan eskura dituzten baliabideak desberdinak baitira. "Ebroko harana eremu oso antropizatua da, eta abeltzaintza intentsibo asko dago. Cazorla inguruan, berriz, abeltzaintza estentsiboa da, eta ehiza-barruti asko dago",

azaldu du Arrondok. Ondorioz, nolako baliabideak, halako dieta dute leku bakoitzeko saiek.

Dehesak, despentsa oparoak

"Sorpresa izan da dehesara mugitzen direnean gertatzen dena", dio Arrondok. Izan ere, iaz argitaratu zuten [beste lan batek](#) erakutsi zuenez, penintsula osoko saiak, eta baita Frantziako



*“Saiek ez dute aurkitzen duten lehenengo gauza jaten;
ez, behintzat, aukeratzetik badute”*

batzuk ere, Extremadurako, Gaztela-Mantxako eta Andaluziako dehesetara joaten dira. “Hori ere ez genuen inondik ere espero —aitortu du Arrondok—; are gutxiago populazio guztietan gertatzea”.

Bost populazio aztertu zituzten (Pirinio frantziarra, Pirinio katalana, Ebroko harana, Cazorla eta Cadiz), eta ikusi zuten denak joaten direla dehesetara. Han denbora bat pasatu, oso aldakorra, eta jatorrizko koloniaratu bueltatzen dira. Batzuek 1.500 km-ko joan-etorriko bidaia egiten dute.

“Bardean markatu genituen guztiak joan ziren dehesetara. Batzuk urtean behin, beste batzuk urtean hainbatetan, eta beste batzuk, ikerketak iraun zuen denboran, behin bakarrik; baina denak joan ziren”. Deigarria da kumeak habian daudela

ere egiten dutela bidaia hori, hainbat egunekoa, eta gehienetan emeek egiten dutela. Kasu horietan, kumeak arrekin gelditzen dira.

Azterketa horretako bost populazioetako ez gain, beste batzuetakoak ere joaten direla bada-kite. “Ausartzen naiz esaten penintsulako sai guztiak pasatzen direla dehesetatik goizago edo beranduago”, dio Arrondok.

“Saiei despentsak dira dehesak”, azaldu du. Zuhaitzak, larreak, laboreak eta mendi-eremuak tartekatzen dira; leku oso aberatsak dira biodibertsitatean, eta askotariko baliabideak eta ugari dituzte han saiek. Izan ere, estentsiboko ganadutegi asko dago, intentsibokoa ere bai, eta baita orein eta basurde asko ere. Azken horiek ugaritu egin dira, gainera, azken urteotan.



Alegia, saiek denetik eta asko daukatela dehesetan. "Hori ez da leku askotan gertatzen. Leku batzuetan egon liteke janari asko, baina ez askotarikoa", dio Arrondok. "Orduan, zuk janari-mota bat nahiago baduzu, edozein dela ere, dehesan aurkituko duzu". Eta horixe da, hain zuzen ere, ikusi dutena. Elikagai-mota guztiak eskura egonda ere, saiek euren jatorriko elikadura-ohiturei eusten dietela.

Ikasketa soziala

Saiek ez dute, beraz, aurkitzen duten lehenengo gauza jaten; ez, behintzat, aukeratzetik badute. Eta saiek gustu jakin batzuk dituzte, jatorriaren arabera. Horregatik diote saiek badutela kultura-modu bat. "Noski, ez du zerikusirik, adibidez, txinpantze batzuek besteei tresnak erabiltzen erakustearekin; baina, funtsean, antzeko zerbait da: sai batzuek besteengandik ikasten dute zer jan eta non jan. Horregatik diogu ezaugarri kultural batzuek eragiten dutela saien dietan. Hori oso deigarria eta harrigarria izan da. Hegazti hauek ez dira diruditen bezain baboak eta astakirtenak".

"Ez dira zehazki animalia sozialak ere", zehaztu du Arrondok. Ez dute egitura sozial bat, otsoek edo lehoiek bezala. "Nik batzuetan *klan* erabiltzen dut; ez da oso hitz teknikoa, baina ideia bat ematen duela uste dut: elkar ezagutzen dugu, elkarrengandik ikasten dugu, gutxi gorabehera antzera portatzen gara, taldekoiak gara, baina ez dugu lotura oso esturik ere...". Edonola ere, "argi dagoena da badagoela informazio-transmisio edo ikasketa sozial bat".

Hain zuzen ere, ikasketa hori noiz eta non gertatzen den jakitea da Arrondo eta kideen hurrengo helburuetako bat: "Falta zaigu jakitea gurasoengandik ikasten ote duten, lehen hilabeteetan, edo koloniara



Eneko Arrondo Floristan, Granadako Unibertsitateko biologoa, sai zuri batekin. ARG.: Manuel de la Riva.

batzen direnean (gehienetan gurasoen kolonia bera izaten da, baina ez beti)...".

Bestalde, azken urteotan batean eta bestean zabaldu da saien kultura aldatzen ari ote den sarraskijale izatetik animalia biziei eraso egitera. Saien dietari buruzko azken ikerketa horretan ezin izan dute hori aztertu: saiek jandakoa aztertzeraren denbora baten buruan joaten ziren, eta, beraz, ezinezkoa zen jakitea animalia horiek bizirik edo hilda zeuden. Baina ikertu izan dute gaia lehenago, eta kalkulatu zuten frogatutako salaketak kontuan hartuta mila aberetik bati eragiten ziotela.

Gainera, Arrondoren arabera, frogatutako kasu horien atzean zer dagoen ere ongi aztertu beharko litzateke: "Esaterako, asko luzatzen den erditze bat, non animaliak odol asko galdu duen, eta oso ahul dagoen. Animalia hori bizirik dagoela esango dugu, bihotzak taupa egiten diolako, baina, ekologikoki, eta sai batentzat, hilda egongo balitz bezala da. Eta hortik ondorioztatzea saiak harrapakari bihurtzen ari direla ez da zentzuzkoa. Inoiz gerta badaiteke ere, erabat ohiz kanpokoa da".

Uste baino sarraskijale gehiago

Animalien dietak ezagutzeko, gorotzak aztertzea izaten da ohikoena; egagropilak, hegazti harraparien kasuan; edo hildako animalien urdailetan zer dagoen begiratzea. Baina horietan guztietan ezin da jakin jandako hori bizirik edo hilik zegoen.

“Azeriaren dietan ‘untxia’ jartzen badu, izan liteke azeriak untxiak bizirik harrapatzea, baina izan liteke hildako untxiak jatea ere”, dio Arrondok. [Aurten argitaratu duten lan batean](#) ikusi dutenez, “joera izaten da untxia bizirik harrapatu zuela pentsatzea, eta, ondorioz, sarraskiak ornodunen dietan duen balioa oso gutxietsita dago”.

Lan horretan munduko argazki-tranpen datu-base handiena eta ornodunen dietari buruzko 900 artikulua aztertu dituzte. Argazkietan sarraskiaz elikatzen diren 156 ornodun-espezie identifikatu dituzte. Eta ikusi dute espezie horien erdien dietan ez zegoela jasota sarraskirik jaten zutenik. “Ez zen inon agertzen espezie horiek sarraskijaleak direnik, baina baditugu argazkiak sarraskia jaten dutela erakusten dutenak”.

Behi eroen garaian hasi zen kontua. Saientzako janlekuak itxi egin ziren eta abereen gorpuk landan uztea debekatu zen. “Egia da sarraski-eskasia egon zela garai hartan; baina, geroztik, debeku horiek lasaitzen joan dira, eta orain ez da egia saiak goseak daudenik”, argitu du Arrondok.

Bestalde, abereen gorpuk tratatzeko politikek asko eragiten diete saiei. Duela urte batzuk konturatu ziren [sai arreek eta beltzek ez zutela Portugal eta Espainiaren arteko muga gurutzatzen](#). Muga geografikorik egon ez arren, ikusi zuten ez zutela gurutzatzen muga administratibo ikusezin hori. Eta arrazoia da mugaren alde batean eta bestean desberdin jokatzela abereen gorpuekin.

“Hain espezializatuak daudenez, sarraskia desegiten eraginkorrenak dira”

Behi eroen krisia pasatu zenetik, Espainian onartzen da landan hiltzen diren abereak uztea. Portugalen, berriz, lurperatu edo erraustu egin behar dituzte. “Saiek ikasi dute ez duela merezi Portugalera pasatzea, han zailagoa delako janaria aurkitzea”, dio Arrondok.

Politika horiei dagokienez, Arrondoren ustez, “abeltzaintza estentsiboaren kasuan, ez dago justifikatuta gorpuk erretiratzea edo erraustea”. Izan ere, kostu ekonomiko handia du, eta inguru-menari kalte egiten dio. Saiek, berriz, doan egiten digute zerbitzu hori. Horregatik, besteak beste, dira saiak hain espezie garrantzitsuak.



ARG.: Alfredo Maiquez/Shutterstock.com

Sarraskijale onenak

“Sarraskijaleen paradigma dira”, dio Arrondok. “Sarraskiaz soilik elikatzen diren ornodun bakarrak dira; eta, hain espezializatuak daudenez, sarraskia desegiten eraginkorrenak dira. Saiak daudenean, sarraskiak askoz gutxiago irauten du. Saiak gako dira”.

Indian gertatu zena ekarri du gogora. Urte gutxian milioika sai desagertu ziren, diklofenako farmakoarekin pozoituta. “Sarraski mordo bat pilatu zen, eta, ondorioz, zakur basatiak asko ugaritu ziren. Zakur basati haiek amorrua zuten, eta izugarri handitu ziren gaitz horrek eragindako pertsonen heriotzak”.

Diklofenakoak Indiako eta Pakistango saien % 95 desagerrarazi zuen 1990eko hamarkadan. Han debekatu egin zuten farmako hori albaitaritzan erabiltzea. European, ordea, erabil daiteke. [2021ean, zientzialari-talde batek, *Scienzen argitaratutako gutun batean*](#), eskatu zuten European ere debekatzeko.

Zentzu horretan, saiek abeltzaintza intentsiboko baliabideekiko mendekotasuna izateak baditu arrisku batzuk. “Teorian, abeltzaintza intentsiboko abereen gorpua ezin dira utzi saiak jateko mo-

duan. Baina, gauza bategatik edo besteagatik (batzuetan ilegalki, beste askotan nahi gabe), beti gelditzen da zerbait; eta, hainbeste intentsibo dago, ezen ‘zerbait’ hori asko baita azkenean. Eta saiak, azkenean, baliabide horietaz elikatzen dira”.

Horren ondorioak ere ikusi dituzte: iparraldeko saiek hegoaldekoek baino osasun txarragoa dute. “Itxuraz ez dirudi gaizki daudenik, ezta tamainaz eta pisuz ere; baina beste parametro batzuei begiratuta, hala nola kortikosterona-maila edo telomeroak, ikusi dugu estresatuagoak daudela iparraldekoak”. Gainera, gizakiak eragindako arriskueta gehiago hurbiltzen direnez, gehiago hiltzen dira, esaterako, elektrokutatuta eta errepedean ibilgailuek jota.

Gauza horiek kontuan hartzea ezinbestekoa da saiak zaindu nahi badira. Adibidez, argi dago abeltzaintza estentsiboa positiboa dela saientzat. “Dena balantzan jarri eta erabaki beharko litzateke zer sustatzea komeni den”, dio Arrondok.

Eta azpimarratu du dehesak kontserbatzearen garrantzia. “Ikusi dugun bezala, paisaia horiek, inguru antropizatuak izan arren, oinarritzakoak dira, gaur egun, saientzat. Pasaia hori kontserbatzea ezinbestekoa da saientzat eta beste askorentzat”. ●



Paleolitoko haurrak ezagutu nahian

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Paleolitoari buruzko kontaeretan, gizonak izan dira protagonista nagusi eta ia bakar. Haurrak, emakumeak, adinekoak edo gaixoak ez dira aipatu, ez bada aztarna oso nabarmenen bat aurkitu dutelako. Azken urteotan, ordea, metodologia eta ikuspegi berriek agerian jarri dute isildutako kide horiek ere parte hartzen zutela taldeko jardueretan. Adibidez, orduko haurrek, gaurkoek bezala, tresnak lantzen ikasten zutela eta margotu egiten zutela baieztatu dute Francesca Romagnoli eta Verónica Fernández Navarro arkeologoek.



Eskuen negatiboak, margoa putz eginez sortuak. Zubiburua Koba (Lekeitio). ARG.: Verónica Fernández Navarro.

Paleolitoa gizateriaren historiaren aldi luzeena da. “*Homo* generoko lehen espeziea azaltzen denean hasten dela esaten dugu, hau da, duela 2,5 milioi urte”, azaldu du Francesca Romagnolik, Historiaurrean eta Kuarternarioan doktorea da, eta ikertzailea eta irakaslea Madrilgo Unibertsitate Autonomoan. “Jakina, denbora-tarte horretan era askotako taldeak bizi izan ziren, askotariko

kultura, antolamendu, portaera eta teknologiekin. Hala ere, denek dute elementu bat berdina, eta da komunitate guztiak ehiztari-biltzaileak eta nomadak zirela”.

Eta, noski, komunitate horiek haurrak izaten zizuten beti. Romagnolik ohartarazi duenez, ez da erraza, ordea, haiek ikertzea, bi arrazoiengatik:

“Batetik, ikusgaitasun arkeologikoa dago: zenbat eta atzerago egin denboran, orduan eta zailagoa da hezurak aurkitzea, eta are zailagoa haurrenak badira, errazago desegiten baitira. Horrez gain, zailagoa da objektuak norekin erlazionatzen diren jakitea. Eta, bestetik, ikertzaileen alborapena edo isuria dago. Paleolitoari buruzko kontak gaur egun boterearekin lotzen ditugun aztarnetan oinarritu da batez ere. Hortaz, hurrekin lotutako objektuak eta jarduerak ez dira ikertzaileen interesekoak izan”.

“Gizateriaren iragana kontatzeko modua aldatzen ari da, eta horren barruan haurtzaroa sartzen da”

Interes gabezia horren ondorioz, duela gutxira arte ikertzaileek ez dituzte halakoak ikusgai egiteko galderak egin, metodoak garatu, eta aztarnak bilatu. “Mendebaldeko ikertzaileez ari naiz: gizona, hezkuntza-maila altukoa, zuria, eta europarra edo estatubatuarra”, zehaztu du Romagnolik.

Hori gainditzeko lanean ari direnen artean, Past Women sare kolaboratiboaren aitzindaritza aipatu du, eta taldearen diziplinartekotasuna eta askotarikotasuna azpimarratu du, arkeologian eta historiaurrean ez ezik, hezkuntzan, museologian, dibulgazioan, ilustrazioan eta bestelako arlotan dabiliztan adituak batzen baititu. “Halako taldeei esker, gizateriaren iragana kontatzeko modua aldatzen ari da, eta horren barruan haurtzaroa sartzen da”.

Romagnolik batez ere teknologia ikertzen du, eta, haren esanean, harrizko tresnak beti aztertu izan dira ikuspegi teknoekonomikotik: “Hau da, nora joaten diren lehengaiaren bila, eta horrek erakusten digu zer lurraldetan mugitzen ziren; zer lehengai hautatzen dituzten eta zergatik; nola lantzen duten lehengaiak, zer egiteko; erraminta horiek nola garraiatzen eta zertarako eta noiz erabiltzen dituzten; non baztertzuten dituzten... Baina bada oinarritzko beste alderdi bat: nola transmititzen den ezagutza hori; nola irakasten den eta nola ikasten den. Eta hor hurrek funtsezko rola jokatzen dute”.

Hala, hainbat tresna, erreminta eta prozesu produktibo identifikatu dituzte, eta “argi eta garbi”, ikusi dute tresna horien egileek ez zituztela behar bezain ondo menderatzen eskuen mugimenduak eta koordinazioa, ez eta lan horren aurretik egin beharreko ariketa mentala ere.

Ikasleak eta irakasleak

Romagnoliren arabera, ustez hurrek egindako tresnarik zaharrenak —ezagutzen direnak— duela 400 mila urtekoak dira, gutxi gorabehera. “Aztarnategiak Qesem izena du, Israelen dago, eta kobazulo bat da. Gizakiak 200 mila urtez bizi izan dira han, 400-200 mila artean, eta erdialdean sua zuten. Haren inguruan egiten zituzten jarduerak, eta inguru horretatik kanpo, kobazuloaren sarre-ratik gertu, harrizko tresnen nukleoak daude, hau da, xaflak lortzeko erabiltzen ziren gaiak. Eta nabarmena da nukleo horiei kolpeka aritu zirenek ez zutela arrastorik ere”.

Francesca Romagnoli
Historiaurrean eta Kuarternarioan
doktorea. Past Women ikerketa-
sarearen kidea



Verónica Fernández Navarro
Artearen historian graduatua eta
historiaurrean eta arkeologian
espezializatua



Akatsak ikusita, eta beste elementu batzuk kontuan harturik, ikertzaileek ondorioztatu dute helduek egiten zutena imitatzen zuten haurrak direla kolpe haien egileak. "Hain zuzen, jolasaren zati garrantzitsuenetako bat imitazioa da", gogorarazi

du Romagnolik. Horrez gain, kobazuloaren erdiko gune batean, badaude beste nukleo batzuk, lehenik badakien norbaitek landutakoak, eta gero ikasleek erabilitakoak, eta guztiz baliatu baino lehen baztertutakoak. "Horrek iradokitzen du



Haurrak funtsezkoak ziren informazioa eta ezagutza belaunaldiz belaunaldi transmititzeko. Ilustrazioa: © Iñaki Diéguez Uribeondo, "Pastwomen.net Historia material de las mujeres"



Paleolitoko orain arteko irudikapenetan, gizonak izan dira protagonista nagusi eta ia bakar. Alborapenak baztertuta, ordea, ikertzaileek frogatu dute haurrak, emakumeak, adinekoak, gaixoak eta bestelako sujetuak ere taldeko kide zirela.

© Ilustrazioa: Andrés Marín/Pastwomen.net Historia material de las mujeres.

bazegoela interakzioa adituen eta ikasleen artean, eta ikasketa-prozesua nolabait antolatuta zutela.”

Horiek horrela, uste du ondoriozta daitekeela haurrak funtsezkotzat zituztela ezagutza transmititzeko eta kultura iraunarazteko, belaunaldiz belaunaldi. “Are gehiago: garrantzitsuak dira berrikuntza teknologikorako. Izan ere, saiakera-akatsa prozesuaren bidez ikastean, aldaketak sartzen dituzte, eta gerta liteke, noizik eta behin, onerako izatea.”

Gaineratu du jolasa, garapen kognitiborako ez ezik, beharrezkoa dela trebezia sozialak eskuratzeko primateetan, bai eta gure espeziean ere. Eta baieztatu du leku esanguratsua zuela jolasak taldearen dinamika sozialaren barruan. “Hortaz, haurrak aztergai interesgarria dira, ez bakarrik hor zeudelako, baizik eta taldearen parte zirelako. Haiek ezagutzea, beraz, funtsezkoa da gizarte haiek ulertzeko”. Horrekin lotuta, aipagarriak iruditzen zaizkio artearen egiletzari buruz egiten ari diren

ikerketak, orain arte, alborapenen ondorioz, gizoni egotzi izan baitzaizkie.

Haur margolariak

Hain zuzen ere, horixe da Verónica Fernández Navaroren ikergaia. Fernández artearen historian graduatua da eta historiaurrean eta arkeologian espezializatua. Kantabriako Unibertsitatean ari da egiten doktoretza, eta izatez, bere taldearen asmoa ez zen berariaz haurrak ikertzea. “Eskuen arrastoak ikertu nahi genituen, teknologia berriak erabilia, eta alborapenak eta aurreiritziak alde batera utzita. Hori egiteko metodori onena aurkitu nahi genuen, emaitza ahalik eta objektiboena lortzeko, eta orduan jaso genuen ezustekoa: haur asko agertu ziren!”

Goi Paleolitoko esku-margoak ohikoak dira hainbat kobazulotan. Haien artean, aerografiaz egindako eskuen negatiboak daude: eskua horman jartzen zuten, eta, margoa putz eginda, eskuaren ingurua margotzen zuten. Eskua kentzean, haren irudia

geratzen zen horman. Gaur arte iraun duten irudi horien egileak nor ziren eta eskuak norenak ziren jakin nahi dute orain ikertzaileek.

“Horretarako, kobazuloetako eskuen 3Dko eredu fotogrametrikokoak sortu genituen: Kantabriako Castillo, Garma, eta Fuente del Salín kobazuloetakoak, bai eta Maltraviesokoak (Cáceres) eta Fuente del Truchokoak (Huesca) ere. Eta, bestalde, lagin esperimental bat sortu genuen, Goi Paleolitoan erabiltzen zuten sistema bera erabilita. Hau da, boluntarioek eskuen negatiboak sortu zituzten, eta, badakizkigunez haien sexua eta adina, alderaketak egin ditzakegu”, azaldu du. Saio esperimentalak Zubiburu koban egin zituzten, IIIIPC/Before Art eta Lekeitioko udalaren arteko hitzarmen bati esker.

Haren esanean, ekarpenik handiena da metodo bat lortu dutela emaitzak objektiboak direla bermatzeko. “Orain arte, zuzenean neurtzen zen kobazuloan, flexometro baten bidez, esaterako; edo bi dimentsioko ereduekin egiten zen lana, baina, arroak bolumena duenez, kamera non jartzen duzun, aldatu egiten da ikuspegia. Hortaz, 3Dko ereduekin lan egiteak hobekuntza nabarmena dakar”.

Ez da hori hobekuntza bakarra; zuzenketak ere egin dituzte Fernándezek eta kideek: “Horrez gain, orain arte ez zen zuzentzen irudiaren eta eskuaren neurrien arteko aldea. Izan ere, eskuen negatiboetan, horman geratzen den irudia eskua bera baino pixka bat handiagoa da; positiboetan, berriz, pixka bat txikiagoa. Zuzenketa hori sartu

dugu. Bai eta nondik putz egiten den ere: eskuinetik ala ezkerretik putz egin, hatz batzuk edo besteak deformatzen dira. Hori guztia ondo ikusten da esperimentazioaren bidez. Horrenbestez, egindako zuzenketek datuen objektibazio esanguratsua ekarri dutelakoan nago”.

“Paleolitoko haurrak ezagutzea funtsezkoa da gizarte haiek ulertzeko”

Francesca Romagnolik bezala, Fernándezek garrantzi handia eman dio diziplinen arteko elkarlanari: “Nire zuzendarikidea, adibidez, antropologoa da, heriotzaren antropologia ikertzen du; lanean ari gara biologoekin eta giza eboluzioko adituekin... Eta metodologia bera ere ez da labar-artearen berariazkoa; orain arte biologian eta eboluzioan erabili da, eta artean lehen pausoak ematen ari da. Azkenean, guztien ekarpenekin joan gara hobetzen metodologia, pixkana-pixkana”.

Metodologia horren bidez haurrek ere margotzen zutela baieztatzeak iraganeko irudikapenak berri-tzea dakar. “Irudikapenetan, haurrak, azaltzen direnetan ere, egonean daude, eserita edo besoetan. Guk, ordea, haurrak ere taldeko subjektu aktiboak zirela frogatu dugu. Eta gauza bera gertatzen ari da emakumeekin, adinekoekin...”

“Eskuen arrastoak ikertu nahi genituen, teknologia berriak erabilia, eta alborapenak eta aurreiritziak alde batera utzita”

Parte hartzearen garrantzia

Bestalde, Fernándezen ustez, Qesemeko harri-nukleoekin ikusi zuten bezala, haurren eskuak helduenekin batera agertzeak iradokitzen du, nolabait, informazio- eta ezagutza-transmisioa zegoela helduetatik haurretara. “Baita identitatearen transmisioa ere. Gainera, eskuetako batzuk hain dira txikiak ezinezkoa baita haur hark putz egiten jakitea. Alegia, norbaitek putz egin behar zuen, eta, hala ere, haurren eskua agertzen bada,

esan nahi du haientzat garrantzitsua zela. Ez zen soilik margotzea, baita parte hartzea ere”.

Fernándezek bereziki du gustuko Fuente del Salí-neko panel bat: “Haur baten eskua dago erdian, eta, inguruan, helduen eskuak daude. Ustez, familia baten irudikapena da”. Ez dute aukerarik izan zuzenean datatzeko, margo gorritz eginda daudelako (minerala), eta, karbono-14arekin datatzeko, materia organikoa behar da. Baina han

Aerografia paleolitikoaren teknika (Venturi efektua). Zubiburua Koba (Lekeitio). ARG.: Antonio J. Torres Riesgo.





Koloratzailearen prozesatua, perkusio bidez. Zubiburua Koba (Lekeitio). ARG.: Verónica Fernández.

bertan dagoen suaren arrastoak aintzat hartuta, duela 22.340 urtekoak izan daitezke, seguru asko garai berekoak izango baitira.

Eskuen margoetan ez ezik, beste adierazpen batzuetan ere hurrek parte hartzen zutela ikusi dute; esaterako, buztinetan hatzez egindako irudi linealetan (*finger flutings* edo *macarronis*), edo zoruan utzitako oinatzetan. “Denak iradokitzen du haurrak han zeudela, eta ez zirela pasiboak, baizik eta eguneroko jardueretan parte hartzen zutela”, berretsi du Fernándezek.

Aurrerantzean, metodologian sakontzen jarraituko dute. “Funtsezkoa da eskuak ondo karakterizatzea. Orain artikulua bat bidali dugu, azalduz nola aldatzen diren formaz eta neurriz gizonezkoen eta

emakumezkoen eskuak, bizitzaren garai bakoitzean, erreferentziatzeko datu-base sendo bat izan dadin. Eta, gero, sexuari helduko diogu, galdera mitikoari erantzun nahian, alegia, posible ote den esku baten iruditik pertsonaren sexua ondorioztatzea, eta zenbateko ziurtasunarekin”.

Berez, gaur egungo pertsonen eskuekin ari dira garatzen metodoa, baina helburua iragana hobeto ezagutzea da, alborapenak alde batera utzita, eta zorroztasun metodologikoz, protagonista guztiak aintzat hartzeko, baita haurrak ere. ●



ARG.: Kangbch/pixabay

Elikaduraren erronkei aurre egiten

Elhuyar Zientzia

2050erako, nekazaritza-ekoizpenak % 60 hazi beharko du, munduko biztanle guztiak elikatzeko. Eta hazkunde hori, gainera, era jasangarrian egin beharko da, ezinbestean, eszenatokia latza baita: klima-aldaketa, biodibertsitatearen galera, lurzoruen degradazioa, ur-eskasia... Egoera horri aurre egiteko, soluzio bila ari dira BRTA aliantzako zentroak.

Leartikerren urteak daramatzate proteina-iturri berrien bila. "Lehenbizi, hemen genituen proteinekin hasi ginen; lekaleak eta abar. Eta gero intsektuekin, mikroproteinekin, mikroalgekin..."; azaldu du Lorena Zudaire Villanueva ikertzaileak. Insekt Label enpresarekin elkarlanean, intsektuen irinarekin hanburesak nola egin aztertu zuten. Eta, orain,

beste bazkide batekin, onddoen inguruan ikertzen ari dira.

Izan ere, onddoak proteina-iturri interesgarria dira, besteak beste, animalia-jatorriko elikagaien testura eta zapoak imitatze ezaugarri egoiak dituztelako eta hazkuntzarako ez dutelako

instalazio handien beharrik. Baina beste mikroorganismo batzuek ukitutakoan, zenbait onddok hazteari uzten diote edo zuzenean hiltzen dira. Hori saihesteko modu bat egoera oso kontrolatuan ekoiztea da, laborategietan. Baina eskala handiko produkzio bati begira, elikaduraren industrian ez litzateke posible izango horrelakorik. Hala, Leartikerreko ikertzaileak egoera ez hain ideal batean onddoetan oinarritutako produktuak ekoizteko aukerak ikertzen ari dira. "Guk gure instalazio pilotuan industrian gerta litekeen egoera simula dezakegu. Ez da hain egoera kontrolatua, eta hori ikus daiteke nola eragiten dieten beste mikroorganismoek, ea kondizio horietara egokitzen diren, eta ea eskala handiagoko ekoizteko daitezkeen".

Ingurumen-aztarna

Elikadura jasagarria izan nahi badugu, ekoizten dugunaz gain, ekoizteko moduari ere erreparatu behar diogu. Elikagaien industriako enpresek euren ingurumen-aztarna ezagutu eta murrizten laguntzeko erreminta bat sortu dute AZTIn: Envirodigital softwarea. "Software honek egiten duena da elikagai baten ziklo osoan dauden kontsumoak, hondakinak eta abar neurtu, eta ingurumen-inpaktu bihurtu", azaldu du Saioa Ramos Fernándezek.

Produktuak ingurumenean dituen 16 inpaktu aztertzen ditu softwareak: lurzorua zein uraren erabilera, azidifikazioa, eutrofizazioa... Eta elikagai bakoitza zein kategoriatan dagoen adierazten du: inpaktu oso txikia, txikia, ertaina, handia edo oso handia.

Azkenik, softwareak jardueraren ingurumen-aztarna gutxitzeko moduak ere proposatzen ditu. Esaterako, garagardo-ekoizle bati, bere inpaktuaren fokua hondakinetan zegoela ikusirik, haiei balio berri bat emateko iradoki zion. "Ikusi

genuen hondakin horrek proteina asko zuela, baita antioxidatzaile batzuk ere; eta oso onuragarriak izan zitezkeela akuikulturarako", dio Ramosek. Hala, hondakinekin akuikulturarako pentsuak egin dituzte, eta garagardo horren ingurumen-aztarna jaistea lortu dute.

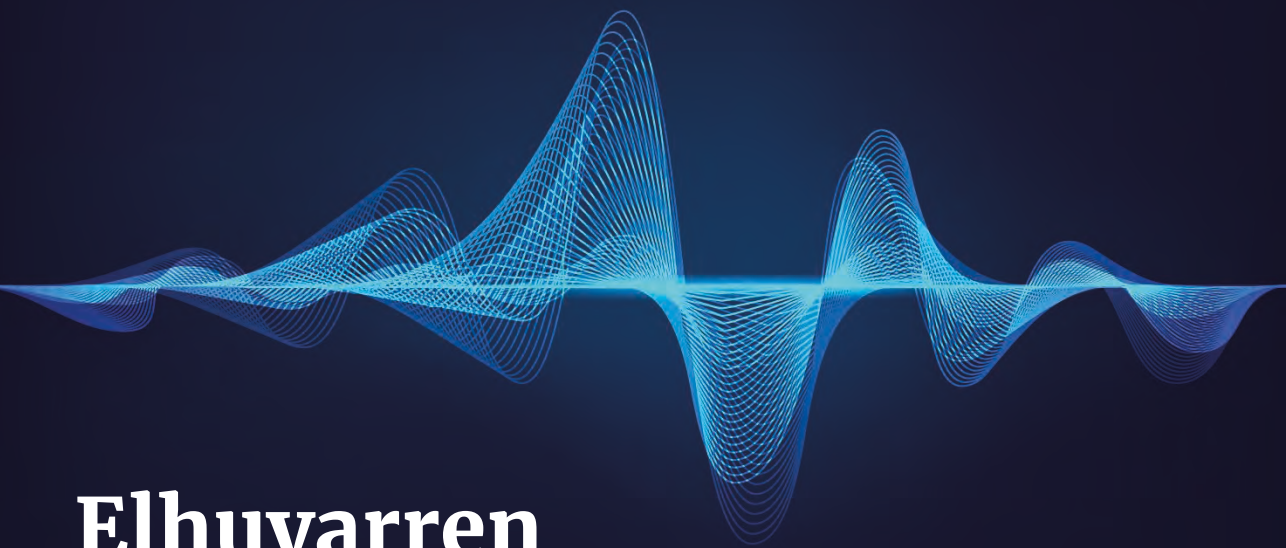
Lurzoruen ospitalea

Gure elikagaien % 95 lurretik datoz, baina lurzoruen osasun-egoera ez da ona, oro har. "Arrazoi nagusiak biodibertsitatearen eta karbonoaren galera dira", azaldu du Lur Epelde Sierra NEIKEReko ikertzaileak.

Lurzoruen egoera ezagutzeko, NEIKERen ospitale moduko bat daukate. "Hein handi batean, lurzoruen biodibertsitatea mikrobianoa da; onddo eta bakterioek betetzen dituzte lurzoruen funtzioen % 80-90", dio Epeldek. "Eta guk haiei galdetzen diegu nola bizi diren lurzoruan, zenbat dauden, zer aktibitate-maila daukaten..."

Behin diagnostikoa ezagututa, hurrengo pausoa osasuna hobetzeko praktikak identifikatzea da. Helburu horrekin, hainbat herrialdetako nekazaritza-praktikak aztertzeke proiektu batean parte hartzen ari dira. "Adibidez, Tunisian, olibondo-landaketetan, usain-belarrak hazten dituzte. Gure hipotesia da landare-dibertsitatea handituz gero lurzoruko biodibertsitatea handituko dela, sustraia arkitektura desberdinengatik, konposatu ezberdinak exudatzen dituztelako, eta abar".

Beste nekazaritza-praktika batzuek biodibertsitatean duten eragina ere aztertzen ari dira: me-deagarri organikoak, bioinokulazioak, labore-txandaketak... Hori guztia lurzorua osasuna hobetzeko asmoz, eta etorkizunean elikadura osasuntsu eta jasagarri bat izan dezagun. ●



Elhuyarren hizketa-sintesi neuronal berria

ARG.: Jackie Niam/Shutterstock.com

2014. urtean zerbitzu teknologiko berri bat plazaratu zuen Elhuyarrek: hizketaren sintesia. Testuak audio bihurtzea ahalbidetzen duen teknologia hori modu askotako zerbitzuak eskaintzeko baliatu izan dute geroztik gure bezeroek. Hizkuntza- eta hizketa-teknologiek biziki egin dute aurrera sare neuronalen teknologiari esker, eta Elhuyarren ere hizketa-sintesiko teknologia neuronal propioa garatu dugu, lehengoa baino kalitate hoberekin eta aukera berrieekin. Ezagut dezagun hizketa-sintesi neuronalaren web-zerbitzu berria.

[Hizketa-teknologien](#) barruan, bi teknologia dira nagusi: [ASR \(Automatic Speech Recognition\) edo hizketaren ezagutza](#) deritzona, zeina hizketa-audio bat transkribatzean edo testu bihurtzean datzan, eta [TTS \(Text-To-Speech\) edo hizketaren sintesia](#) deitutakoa, zeina testu bat irakurri edo audio bihurtzean datzan. Duela urte batzuetatik, bi-biak lantzen ditugu euskararentzat Elhuyarrek sortutako [Orai adimen artifizialeko](#) zentroan, eta, bi-bietan oinarrituta, euskaraz dabilzan zerbitzuak

gizarteratzen ditu Elhuyarrek. ASRari dagokionez, [Aditu.eus](#) transkripzio-, azpititulazio- eta diktaketa-zerbitzua [2020an jarri genuen martxan](#). TTSari dagokionez, [2014tik dago online testua ahots bihurtzeko zerbitzua eta webgunea](#).

Zerbitzu hori [Euskal Herriko Unibertsitateko Aholab ikertaldeak](#) garatutako [AhoTTS](#) teknologian oinarrituta zegoen; garai horretan zegoen teknologiarik onenarekin garatuta zegoen, eta euska-

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea



raz zebilen bakarra zen. Eta ordutik hona igarotako urteotan, hainbat toki eta kasutan erabili da teknologia hori: zenbait webguneren edukia irakurri beharrean entzutea ahalbidetzeko ([Elhuyar aldizkaria](#), [Zientzia.eus](#), [ELTB.eus](#), [Sarean.eus](#), [ezgaitasunak dituzten pertsonentzako EHUko zerbitzua](#), [irakasleek material eta baliabide pedagogikoak partekatzeko Hezkuntza Sailaren Amaraura webgunea...](#)), dislexia edo irakurtzeko bestelako zailtasunak dituzten ikasleek webguneak eta dokumentuak hobeto barneratzen laguntzeko Hezkuntza Sailaren [Irakurle Digitalean](#), [Elhuyar hiztegia](#) edo Justizia Sailaren [Justiziagelako](#) euskara-ikastaroetan hitzak nola esaten diren erakusteko, [Mycroft](#) euskarazko bozgorailu adimendunean...

TTS teknologia neuronal berria

Ordutik hona, [hizkuntza- eta hizketa-teknologia](#) guztiak, TTSa barne, [sare neuronal sakonak \(deep neural networks\)](#) edo [ikasketa sakona \(deep learning\)](#) izenez ezagutzen den teknologiaren bidez funtzionatzera pasatu dira, emaitza askoz hobeak ematen dituelako. Eta orduan sintetikoki sortzen genuen hizketa nahiko naturala zela bagenioen ere (eta hala zen orduko estandarrentzat), gaur egun sare neuronalekin lortzen dena askoz ere naturalagoa da, ia-ia benetako hizketatik bereizezina izateraino.

Bada, azken urte parean-edo, Orai-n euskarazko hizketa-sintesi neuronalaren garatzen ari dena, eta bada badugu gure sistema propioa. Oso kalitate onekoa da, ahoskeran, intonazioan, prosodian... bene-benetako hizketa dirudiena. Gainera, egungo

teknologiekin lehen gehiago kostatzen zen gauzak egin ditzakegu eta funtzionalitate berriak izan. Adibidez, lehengo sisteman, sortu nahi zen ahots ezberdin bakoitzeko, eredu bat entrenatu eta grabazio-kopuru askotxo behar izaten zen. Gaur egun, aldiz, eredu bakarrean ahots askoz gehiago izan ditzakegu, eta grabazio-denbora askoz gutxiagorekin; beraz, errazago sor ditzakegu ahots sintetiko berriak.

*“Pertsona bat beste
hizkuntza batean
‘hitz egiten’ jar dezakezu,
hizkuntza horren ideiarik
ere izan gabe”*

Horrez gain, eredu eleaniztunak ere sor daitezke, eta sei hizkuntzatan sortu ditugu: euskara, gaztelania, frantsesa, ingelesa, katalana eta galegoa. Haien bidez lor daiteke pertsona batekin grabazioak hizkuntza jakin batean (demagun, euskaraz) egitea, baina gero grabazio horiekin entrenatutako ereduak gai izatea beste hizkuntza batean (demagun, ingelesa, edo frantsesa, edo katalana) sintesia egiteko pertsona horren ahotsarekin! Hau da, pertsona bat beste hizkuntza batean “hitz egiten” jar dezakezu, hizkuntza horren ideiarik ere izan gabe!

Web-zerbitzua, aukera eta erabilera anitzekoa

Aurten, Elhuyarrek martxan jarri du teknologia neuronal berrian oinarritutako web-zerbitzua, <https://ttsneuronal.elhuyar.eus/> helbidean.

“Esaldi batzuk irakurtzen hamar minutu grabatu besterik ez da behar, gure ahotsarekin hizketa-sintesia egin ahal izateko”

Aipatutako sei hizkuntzen artean eta haietako bakoitzean bi edo lau ahots ezberdinen artean aukeratu dezakegu, testu bat eman, eta berak hizketa bihurtuko du. Ahotsen kalitatea webguneko testu-kutxaren bidez egiazta dezakegu.

Gainera, nahi badugu, gure ahots pertsonalizatua ere sor dezakegu, guk bakarrik erabili ahal izango duguna. Horretarako, esaldi batzuk irakurtzen hamar minutu grabatu besterik ez da behar, eta ondoren gure ahotsarekin hizketa-sintesia egin ahal izango dugu, grabatutako hizkuntzan edo beste edozeinetan. Horrela sortutako ahots pertsonalizatuen adibideak [Elhuyaraldizkariaren](#) edota [Goienaren](#) webguneetan entzun ditzakegu (Elhuyarren kasuan, beste hizkuntzetara pasatuta ere bai).

Teknologia baliatzeko, modu bat baino gehiago dago. Sinpleena eta errazena testu-kutxaren bidezkoa da: hartan, nahi dugun testua itsatsi, eta audioa sortuko dugu. APlA ere eskaintzen dugu, eta horrela gure aplikazioan edo zerbitzuan txerta daiteke. Eta webgune bat irakurri beharrean entzuteko aukera eman nahi bada, barra erreproduzitzailer baten kodea ere ematen dugu, webgunean erraz-erraz txertatuta aukera hori eskaintzeko.

TTS zerbitzuaren aurretiko bezeroak zerbitzu eta ahots berrietara migratu ditugu jada, eta hainbat enpresa berri ere ari dira baliatzen ([Tokikom](#), [Skura](#), [Batura](#), [Ulma](#), [Ibil](#), [Naiz](#)...), haietako asko ahots pertsonalizatuekin.

Eta zer erabilera du benetan TTS teknologiak, zertarako ari dira erabiltzen bezero horiek? Bada,

erabilera posible anitz ditu. Webguneak barra erreproduzitzaileraren bidez irisgarriago edota eskuragarriago egitea da ohikoenetako bat (mugikorrean oinez edo garraio publikoan goazela entzuteko, adibidez). APlaren bidez, eta ASRarekin konbinatuta, makinekin edo app-ekin elkarrekintza hizketa bidez egitea ere ahalbidetzen da. Testu-kutxa erabilia, podcast entzungarri bat sor dezakegu zuzenean testutik grabatu beharrik gabe, edo gure ikus-entzunezkoarentzat off-eko ahotsak eta bestelakoak sortu. Etorkizun hurbilean, bikoizketa (erdi)automatikoa egin ahal izatea ere posible izango da, [Aritu gure azpititulazio eta itzulpen automatiko zerbitzuari](#) TTSa gehituz.

Oraingoz, gure TTS teknologiak hizketa neutroa sortzen du, eta hori nahikoa da komunikabide edo webgune bateko edukia irakurtzeko, makina batek hitz egiteko edo off-eko ahotsetarako. Baina Orain norabide askotan ikertzen jarraitzen dugu, ahots emoziodunak ere edukitzeko, sortzen den hizketa parametrizatu eta nahieran moldatu ahal izateko (tarte bakoitzaren abiadura, intonazioa, bolumena...), grabaketak eginda eredu propioak entrenatu beharrik gabe lagin txiki batekin ahots bat imitatuz sintesia egin ahal izateko... Gauza guztiz beharrezkoak, horrelako tresnak gero eta presenteago dauden mundu gero eta teknologizatuagoan eus-kara ere presente egon dadin. ●



ARGIA

BABESTEKO

ARRAZOI

1. KAZETARITZA INDEPENDENTEA

Langileona delako hedabide hau, ez inolako banku, multinazional edo alderdirena.

2. EUSKARATIK ETA EUSKARAZ

Gure hizkuntzak funtsezko dituelako euskara hutsean funtzionatzen duten proiektuak.

3. HEDABIDE DIGITALA ETA PAPERKOA

Egunero sarean aktualitatea jorratu eta aldizkarian hats luzeko kazetaritza lantzen dugulako.

4. EZ GARA NEUTRALAK

ARGIA n jendartea eraldatzeko tresna izan nahi dugulako kazetaritza kritikoaren bidez.

5. PODCASTAK ETA DANTAILAK EUSKARAZ

Ehunka dokumental, film-labur, hitzaldi eta abar eskaintzen ditugulako libre eta doan.

6. ELKARLANAK BULTZATUZ

Eragile ugarirekin proiektuak ditugulako: Inor Ez Da Ilegala, Bizi Baratzea, Lurra Herriari Deika, Euskarazko Plazen Sarea...

7. GOOGLE GABE

Gure irakurleen pribatasuna babesten dugulako teknologia burujabetzan sakonduta.

8. BANAKETA EKOLOGIKOA

Bizikleta bidezko banaketa sustatzen dugulako, plastikorik gabeko zorrotan.

9. 100 URTETIK GORA

Ibilbide luzeko eta etorkizun luzeagoko proiektua delako.

10. MILAKA PERTSONAKO KOMUNITATEA

ARGIA Jendea delako proiektuaren independentziaren bermea.

11. ELKARTASUNEAN OINARRITUTAKO HARDIDETZA

Norberak erabakitzen duelako zenbat ordaindu, inor ARGIArik gabe gera ez dadin.

TXIKITIK ERAGITEN argia.eus/eginargiako



James Young Simpson

Minik gabe erditzea

Egilea: **Egoitz Etxebeste Aduriz** · Elhuyar Zientzia

Irudiak: **Manu Ortega Santos** · CC BY-NC-ND

1847ko azaroak 4, Edinburgo. Ohi bezala, iluna-barrean, James Young Simpsonen etxean elkartu ziren Simpson bera eta beste bi lagun. Anestesiko eraginkor baten bila ari ziren, eta ikerketa-metodo sinplea zuten: substantzia jakin bat inhalatu, eta zer eragiten zien aztertzen zuten. Ordurako, probatuak zituzten azetona, bentzina, etilo nitratoa, iodoformo-lurruna, hidrokarbuo kloratuak, aldehidoak eta abar. Oraingoan, kloroformoaren txanda zen.

Hasieran, umore ona eta alaitasuna sentitu zituzten, baina, berehala, ziplo erori ziren hirurak. Hurrengo goizera arte ez zuten konortea berreskuratu. Esnatu orduko jabetu zen Simpson aurkitu zuela bilatzen ari zena.

Urtebete baino ez zen pasa [William Mortonek Bostonen eterraren ahalmen anestesikoa frogatu zuenetik](#). European, Robert Listonek ezagutarazi zuen "yankien trikimailu" hura. Listonen ikasle izana zen Simpson, eta erakustaldi hartan izan zen, eta txundituta gelditu zen. Berehala konturatu zen aurkikuntza hura zer garrantzitsua izan zitekeen bere arlorako. Obstetra zen Simpson, eta gertutik ezagutzen zuen erditzeak zekarren sufrimendua.

Listonen erakustalditik bi hilabetera, 1847ko urtarrilaren 19an, probatu zuen lehenengoz eterra, erditze zail batean. Eta, handik aurrera, erditzeetan anestesia erabiltzearen alde egin zuen, sutsuki. Hala ere, eterrari zenbait arazo ikusi zizkion: sukoia zen, motela, birikak narritatzen zituen, eta oka eginarazten zuen askotan.

1847ko udan ekin zion anestesiko hobe bat bilatzeari. Kloroformoarekin zortea izan zuten. Gutxi-xeago inhalatu izan bazuten, ez zien eraginik egingo; eta, gehiegi hartuz gero, berriz, ez zuten kontatzerik izango. Ongi atera zitzaien, ordea, eta berehala hasi zen Simpson kloroformoarekin lanean.

Azaroaren 8an erabili zuen, lehenengoz, erditze batean. Honela jaso zuen esperientzia: "Erditzea hasi eta hiru ordu eta erdira, lehen etapa amaitu baino lehen, kloroformoaren eraginpean jarri nuen, koilaratxokada bat likidorekin bustiz zapi bat, inbutu-forman biribildua, eta inbutuaren mutur zabal edo irekiarekin ahoa eta sudur-zuloak inguratuz. Fluidoa lurrundu zenean, berritu egin genuen, gutxi gorabehera hamar edo hamabi minutura. Inhalazioa hasi zenetik hogeita bost bat minutura atera zen haurra".

"Gero, nigana itzuli, eta esan zidan izugarri gustura egin zuela lo, eta behar zuela gainera, hain nekatuta sentitzen baitzen, ezen ezingo baitzion aurrean zuen lanari ekin... Erizainak haurra ekarri zionean, ez zitzaigun gutxi kostatu zur eta lur zegoen ama hura konbentzitzea erditzea bukatua zela eta huraxe zuela haurra".

Anestesiko gisa eterra baino hobe zenez, las-ter zabaldu zen kloroformoaren erabilera. Erditzeetarako erabiltzea, ordea, ez zen ongi ikusia izan, eta aurkari asko izan zituen. Izan ere, erditzearen mina kentzea Jaungoikoaren borondatearen kontra zihoan, honela baitzioen Genesiak: "Emakumeari esan zion: Zure erditzeen oinazeak biderkatuko ditut, eta minez erdituko zara zure haurrez".



Mediku askok onartu zuten kasu batzuetan erabiltzea, aparteko esku-hartzerik behar zenean; baina erditze normaletarako ez zuten beharrezkoa ikusten, azken finean erditzearen mina zerbait naturala baitzen.

Simpsonen, berriz, garbi zuen emakumeen alferrikako sufrimendu hari amaiera jarri behar zitzaiola. Lau urtez kloroformoa erabiltzen aritu ondoren, honela idatzi zuen: "Gero eta gusturago nago kloroformoa emagintzan erabiltzearekin,

“Simpsonengana gero eta emakume gehiago iristen ziren, baita atzerritik ere”

eta, batzuetan, nire buruari galdetzen diot nola hartuko ote duten gure bilobek hau izaten ari den aurkaritza”.

Anestesiak gain, ekarpen gehiago ere egin zituen Edinburgoko obstetrak. Esaterako, fetuaren bihotz-taupadak monitorizatzearen garrantzia nabarmendu zuen, besteak beste, ikusi zuelako askotan taupadak moteltzea fetua arriskuan dagoen seinale izaten dela. Eta iradoki zuen erditzea eraginda haurraren bizia salba zitekeela arrisku-kasu batzuetan.

“Simpsonen forzepsak” asmatu zituen, aurretik zeudenak baino askoz ere hobeak; eta asko erabili ziren gerora. Eta xurgapen bidez haurra ateratzeko gailu bat ere asmatu zuen, bentosa obstetrikorekin aitzindaria, bentosak garatu baino ehun urte lehenago.

Bestalde, emaginak ospitaleetan integratzearen alde egin zuen. Eta arreta handia jarri zuen ospitaleetako infekzioetan. Izan ere, sukar puerperalak amen heriotzen erdiak eragiten zituen. Simpsonek ondorioztatu zuen sukar puerperala eta kirurgia ondoko sukarra gauza bertsua zirela eta biak ere oso kutsakorrek zirela. Eta argudiatu zuen ezen, medikuek eskuak eta tresnak desinfektatuz gero, asko murriztu zitezkeela infekzio horiek.

Ospitaleetan gaixo gehiegi pilatzeak zituen ondorio kaltegarriez ohartarazi zuen, eta erakutsi zuen hilkortasun-tasek lotura estua zutela ospitaleetako baldintza eskasekin eta ebakuntza ondoko infekzioak oso lotuta zeudela ospitaleen diseinu desagokiarekin, aireztapen txarrekin

eta kudeaketa-arazoekin. Eta beharrezkoa zela ospitale hobeak eraikitzea.

Eta bestelako gaiak ere ikertu zituen; esaterako, hermafroditismoa, gai erabat tabua garai hartan. Baita arkeologia ere. Eta Samuel Hahnemann homeopatiaren sortzailearen ideiak ere aztertu zituen. Ondorioztatu zuen ez zutela inolako oinarririk.

Hala ere, kloroformoa izan zen sona handiena eman ziona. Aurkari asko izan arren, Eskozian zabaltzen joan zen erditzeetan erabiltzea. Eta Simpsonengana gero eta emakume gehiago iristen ziren, baita atzerritik ere.

1953ko apirilaren 7an, John Snow medikuak Viktoria erreginari eman zion, Leopoldo printzeaz erditzeko. Orduan isildu ziren kritikak. ●





“Mundua hobetzeko ikertzen dugu”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Arrate Santaolalla Ramírez

Ingurumen-ingeniaria



Arrate Santaolalla Ramírez

Gasteiz, 1991.

- Industria Kimikaren Ingeniaritzako Graduko titulua lortu ondoren, **Ingurumen Ingeniari-tza Masterra** egin zuen.
- 2021eko uztailean, doktorego-tesia defendatu nuen, EHU Ingurumen Ingeniaritzako **Nazioarteko Doktorea**-ren aipamenarekin.

Ukaezina da gaur egun ingurumenaren zaintzak eta leheneratzeak duen garrantzia. Hori ikertzen du Arrate Santaolalla Ramirezek, baina ez zen horregatik hasi horretan. Onartu du, hala ere, betitik iruditu zaiola funtsezkoa ingurumena zaintzea, baina, batez ere, gustuko ikasgaiekin eta irakasleekin topo egin izanak eraman dute bide horretatik. Are gehiago; ingurumenarekin lotutako sailatar, bizi-zientzietatik iristen dira asko; Santaolalla, ez: "Industria Kimikaren Ingeniaritzako Gradua ikasi nuen EHU, eta, hor bertan, laugarren mailan, ingurumen-teknologiak izeneko ikasgai bat zegoen, eta konturatu nintzen gustatzen zitzaidala".

Hala, Ingurumen Ingeniaritza masterra egitea erabaki zuen. Han ezagutu zituen master-amaierako lanaren zuzendariak izango zirenak, eta haiek proposatuta hasi zen ingurumen-ingeniarietan ikertzen.

Santaolallak azaldu duenez, prozesu industrialak aurrera doaz, eta hondakinak sortzen dira. "Hondakin horiek kudeatu behar dira, eta, teknologiak horretan laguntzen du". Horren adibide da bere lana: "Guk metalak berreskuratzen ditugu. Mikroorganismoak erabiltzen ditugu solubilizazio-prozesu batean, metalak berreskuratze".

Berez, bi alderditan aplikatu eta ikertu dute bio-prozesu hori. Batetik, biomekanizazioan, mikro-egituren ekoizpenean; eta, bestetik, biolixibia-

zioan, tresna elektriko eta elektronikoen zirkuitu inprimatuetan dauden metalak berreskuratze, adibidez. "Izan ere, gero eta gehiago metatzen dira munduan, eta horien kudeaketa arazo oso larria da. Gu horretan zentratzen gara", zehaztu du.

Finantziazioa, zailtasun nagusia

Santaolallak aitortu du pozik dagoela ikerketamunduan egiten ari den lanarekin, bere aletxoak jartzen ari dela iruditzen baitzaio. Baina oztopo handi bat ere aurkitu du: finantziazioa lortzea. "Bekak eta diru-laguntzak, normalean, beste talde batzuei ematen dizkiete; agian, ikerketa oso garrantzitsuak egiten dituztelako. Baina, hori hala izanda ere, ingurumena gure osasunarekin erlazionatuta dago, eta ez dugu ahaztu behar funtsezkoa dela zaintzea".

Haren iritziz, dibulgazioak lagundu dezake babes handiagoa lortzen, baita irakaskuntzak ere. "Dibulgazioa ikerketaren parte da. Jendeak ikusi behar du zertan egiten dugun lan, zer lortzen dugun, zer ondorio dituen... Nire ustez, horrek lagundu dezake ikerketaren garrantziaz jabetzen eta finantziazioa hobetzen".

Bestalde, gustuko du irakasle-lana: "Nik ikasitako guztia, gazteei irakasten nabil. Baita ikerketa zein garrantzitsua den ere; ez bakarrik ingurumen-arloan, baizik eta arlo guztietan, mundua hobetzeko, nolabait. Horretarako egiten dugu ikerketa".

Etorkizun labur-ertainean, hezkuntzan eta ikertzen jarraitzea gustatuko litzaioke. Izan ere, gustura dago taldean: "Taldea txikia gara, eta uste dut guztiok gaudela gustura, eta egiten duguna oso garrantzitsua dela". ●

Kristal likidoak: materiaren ulermen sakonago baterantz

Naturan badira substantzia batzuk solidoen eta likidoen arteko ezaugarriak dituztenak: kristal likidoak. Ikuspuntu zientifikotik biziki interesgarriak izateaz gain, gaur egungo teknologian giltzarri ere badira. Berriki, kristal likido mota berri bat aurkitu da, zeinak zientzialarien eskemak hautsi baititu. Historia luzeko kontua da, eta haren fisika ulertzeko abenturak aurrera jarraitzen du.

Zein dira materiaren agregazio-egoerak? Galdera hori bigarren hezkuntzako ikasle bati eginez gero, ziurrenik erantzuna honako hau litzateke: egoera solidoa, egoera likidoa eta gas-egoera. Baliteke gaztetxo bizkorren batek plasmak ere zer diren jakitea. Egiaitan, substantzia baten tenperatura igotzen bada, badago haren atomoei elektroiak kentzea eta fase berri batera eramatea. Egoera berri horri plasma deritzo, eta eguneroko bizitzan baliatzen dugu, hala nola hodi fluoresenteetan. Haatik, badago beste egoera berezi bat, irakurleari segur aski erabat ezezaguna egingo zaiona, eguneroko zenbait gailutan presente dagoen arren: kristal likidoa. Kasurik sinpleenean hagatxo-itxurako molekulaz osatutako substantziak dira. Konposatuok jariakorrak badira ere, molekulen arteko elkarrekintzek elkarrekiko paralelo orientatzea eragiten dute. Likido arruntek ez duten ordena gehigarri horren kariaz, kristal likido izena jaso zuten [1]. Zertarako erabiltzen dira, baina, kristal likidoak? Pantaila lauak egiteko, esate baterako. Izan ere, materialon molekulak polarrak izan ohi dira, eta, haien jariakortasunak lagundurik,

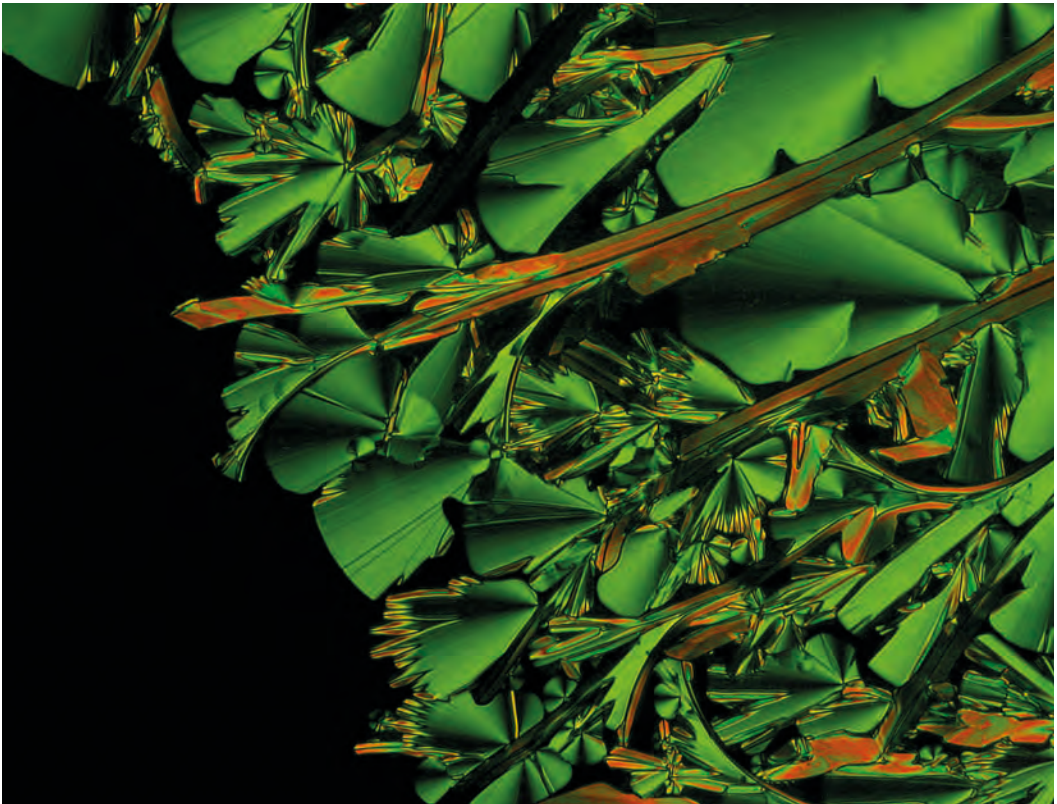
eremu elektrikoen bidez erraz asko orienta daitezke. Hartara, bi argi-polarizatzailearen artean jarritz gero, argia pasaraz edo blokea dezakete. Konplexutasun teknologikoak albo batera utzita, funtsean horrela funtzionatzen dute LCD direlakoek (*Liquid Crystal Display* ingelesez). Azken urteotan diodo organikoetan oinarritutako OLED teknologia asko zabaldu bada ere, LCD industriak pisu nabarmena du oraindik. Orobat, kristal likidoek fotonikan izan dezaketen erabilgarritasuna dela eta [2], ikerketa-esparru bizia izaten jarraitzen du.

XIX. mendean lehen kristal likidoa aurkitu zenetik, urteetan zehar sintetizatu diren konposatuetan hainbat azpifase behatu dira, zeinak molekulek hartzen duten egituraren arabera sailkatzen baitira. Arestian aipaturiko kristal likido *nematikoek* (N letraz adierazten dira) orientazio-ordena besterik ez dute. Kristal likido *esmetikoek* (Sm), ordea, posizio-ordena ere badute. Izan ere, molekulak norabide jakin batean orientatzeaz gain, elkarrekiko paraleloak diren planoetan kokatzeko joera dute, betiere nolabaiteko jariakortasuna mantenduz.



**Idatzi zuk zeuk
Gai librean atalean**

Gai librean aritzeko, bidali zure artikulua
aldizkaria@elhuyar.eus helbidera.

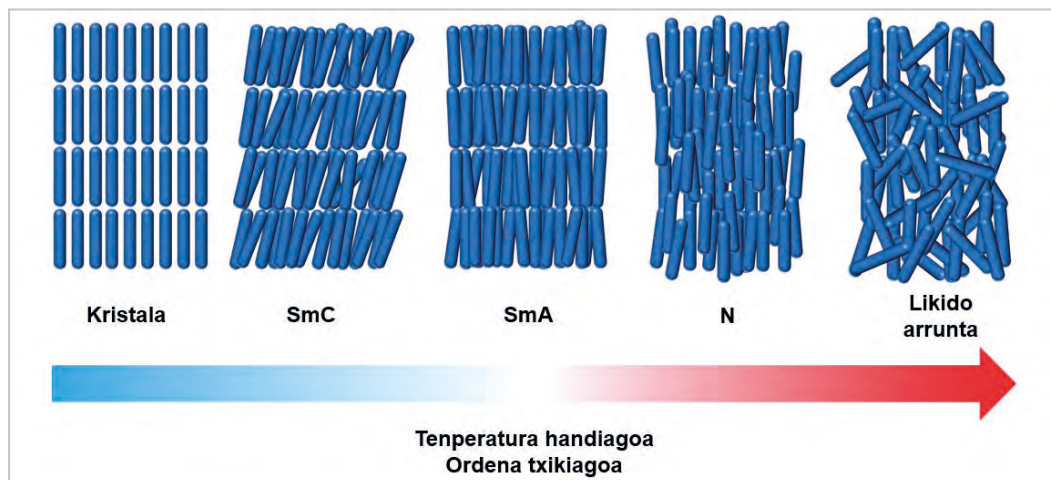


1. irudia. Polarizazio-mikroskopia optiko batez beharriko kristal likido baten argazkia. Likido arruntek ez duten ordena gehigarriak testura bitxiak agertzea eragiten du. ARG.: Josu Martínez-Perdiguero.

XX. mendearen hasieran, Debye eta Born fisikari ospetsuek fase berri baten existentzia proposatu zuten [3, 4]: kristal likido *nematiko ferroelektrikoa* (N_F). Material nematiko arrunten molekulak polarrak badira ere, egitura osoa apolarra da. Hau da, dipolo elektriko (karga positiboen eta negatiboen bereiztea) guztiek ez dute zertan noranzko berean orientaturik egon, elkarrekintza molekularrek ez baitituzte molekulen muturrak bereizten [5]. Fase nematiko ferroelektrikoa, berriz, polarra litzateke; hots, dipolo guztiak egongo lirarteke noranzko jakin batean orientaturik. Iragarpen teoriko horren ondoren, hamarkadak eta hamarkadak igaro ziren, baina ez zen aurkitu fase hori erakuts zezakeen materialik. Sintetizatu ziren kristal likido ferroelektriko bakarrak esmekitikoak ziren, mole-

kulen posizio-ordenak ferroelektrizitatea agertzea errazten omen baitzuen. Ordura arteko araketa antzuak eragin zuen zientzialariek honako ondorio hau ateratzea: jariakortasuna (posizio-ordena txikia) eta ferroelektrizitatea elkarren baztertzailak dira [6]. Izan ere, agitazio termikoa gai izango litzateke materialean sor litekeen irismen luzeko dipoloen ordenamendurik txikiena ere deuseztatzeko. Baieztapen horri jarraikiz, beraz, ez zen harritzekoa horrelako materialik aurkitu ez izana.

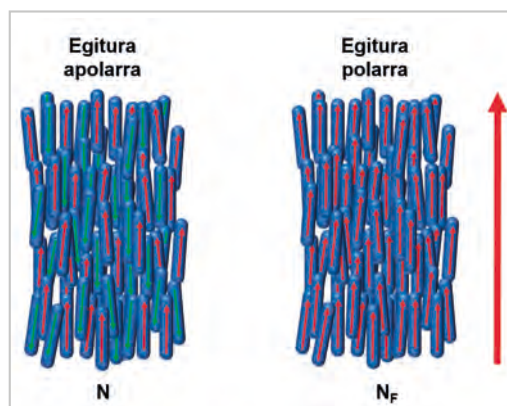
2017an, baina, zenbait kimikarik konposatu bitxi batzuk sintetizatu zituzten [7, 8]. Material horien molekulak oso polarrak ziren, eta, tenperatura jaistean, nematiko-nematiko fase-trantsizio bat gertatzen zela behatu zuten. Nolanahi ere, ten-



2. irudia. Hagatxo-itxurako molekulaz osaturiko kristal likidoen erakutsen zenbait egitura. Muturretan kristal- eta likido-egoerak daude, ordena handieneko eta txikieneko faseak, hurrenez hurren. ARG.: Aitor Erkoreka eta Josu Martínez-Perdigüero.

peratura baxuko fase nematikoaren izaera ezezaguna zen. Ikerkuntza-talde batek kristal likido horietako baten egitura (RM734 deritzona) aztertu zuen [9]. Ikerlariak proposatu zuten RM734 konposatuak lokalki polarra den fase nematiko bat darakusala. Bertan txandakako noranzkodun domeinu polarrak egongo lirateke, zeinetan molekulek zabaldua-egitura (*splay structure* ingelesez) hartuko bailukete; alegia, molekulak jatorri batetik erradialki zabalduko lirateke. Geroago egitura hori N eta N_F faseen artean dagoen tarteko beste fase bati dagokiola aurkitu bazen ere, atariko ikerketa hori garrantzitsua izan zen. Edozein kasutan, Coloradoko Unibertsitateko Material Bigunen Ikerkuntza Zentroko zientzialariak izan ziren material horren ferroelektrizitatea proposatu zuten lehenak, 2020an hain zuzen [10]. Estatuatuaren arabera, kristal likido horrek Bornek auresandako N_F fasea erakusten du, zeinak domeinu polar makroskopikoak baititu. Emaitzok mundu osoko hainbat taldek berretsi dituzte, eta antzeko ezaugarriak betetzen dituzten zenbait molekula aurkitu dira. Esan dezakegu, beraz, materiaren egoera berri bat aurkitu dela.

Orain zientzialariok dugun erronka fase berri hori ulertzea da. Zer ezaugarri ditu N_F faseak? Zein dira dipoloen parekatzea ahalbidetzen duten mekanismo molekularrak? Gu geu, Euskal Herriko Unibertsitateko Fisika Saileko ikertzaileak garen aldetik, saiatzen ari gara galdera horiei erantzuten. Horretarako,



3. irudia. N eta N_F faseen arteko aldea. Lehenengoan ez dago ordena polarrak, dipolo elektrikoek ausazko noranzkoa baitute. Bigarrean, ordea, elkarrekintza molekularrek eragiten dute dipolo guztiak noranzko jakin batean orientaturik egotea. ARG.: Aitor Erkoreka eta Josu Martínez-Perdigüero.

metodo elektrikoak darabiltzagu. Zehazki, *permi-tibitate dielektrikoa* deritzona neurtzen dugu, bai kitzikapen elektrikoaren maiztasunaren funtzioan, baita tenperaturaren funtzioan ere. Magnitude fisiko horrek, nolabait, kanpo-eremu elektriko batek material jakin batean duen eragina kuantifikatzen du. Aldagai hori makroskopikoa bada ere, datuak egokiro aztertuz, badago materialon prozesu molekularrak ikertzea. N_f fasean, konkretuki, permitibitate dielektrikoaren balio erraldoiak neurtu izan dira [11]; haien jatorria, hala ere, ezezaguna da. Horrelako galderei ekinez, hobeto ulertuko dugu fase misteriotso honen izaera. Gainera, material hauen interesa ez da soilik zientifikoa; teknologikoa ere bada. Egiazki, N_f materialak erabilgarriak gerta litezke pantaila efizienteagoak egiteko, gailu elektro-optiko berritzailek egiteko, etab. Azken batean, aintzat hartu beharra dago konposatuon ezaugarri nagusia polaritatea dela; hots, kanpo-eremu elektrikoaren aurrean oso sentikorrak dira. Ondorioz, ez litzateke harrigarria izango urte batzuen buruan denok N_f material bat gure sakelako telefonoetan eramatea. ●

Bibliografia

- [1] Collings P. J. eta Hird M. 2017. *Introduction to liquid crystals: Chemistry and Physics*. CRC Press, London. <https://doi.org/10.1201/9781315272801>.
- [2] Mysliwiec J., Szukalska A., Szukalski A. eta Sznitko L. 2021. "Liquid crystal lasers: the last decade and the future". *Nanophotonics*, 10(9), 2309-2346. <https://doi.org/10.1515/nanoph-2021-0096>.
- [3] Debye P. 1912. "Einige Resultate einer kinetischen Theorie der Isolatoren". *Physikalische Zeitschrift*, 13, 97-100.
- [4] Born M. 1916. "Über anisotrope Flüssigkeiten. Versuch einer Theorie der flüssigen Kristalle und des elektrischen Kerr-Effekts in Flüssigkeiten". *Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 30, 614-650.
- [5] Lavrentovich O. 2020. "Ferroelectric nematic liquid crystal, a century in waiting". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(26), 14629-14631. <https://doi.org/10.1073/pnas.2008947117>.
- [6] Takezoe H., Gorecka E. eta Čepič M. 2010. "Antiferroelectric liquid crystals: Interplay of simplicity and complexity". *Reviews of Modern Physics*, 82(1), 897-937. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.82.897>.
- [7] Mandle R. J., Cowling S. J. eta Goodby J. W. 2017. "A nematic to nematic transformation exhibited by a rod-like liquid crystal". *Physical Chemistry Chemical Physics*, 19, 11429-11435. <https://doi.org/10.1039/C7CP00456G>.
- [8] Nishikawa H., Shiroshita K., Higuchi H., Okumura Y., Haseba Y., Yamamoto S., Sago K. eta Kikuchi H. 2017. "A fluid liquid-crystal material with highly polar order". *Advanced Materials*, 29, 1702354. <https://doi.org/10.1002/adma.201702354>.
- [9] Mertelj A., Čmok L., Sebastián N., Mandle R. J., Parker R. R., Whitwood A. C., Goodby J. W. eta Čopič M. 2018. "Splay nematic phase". *Physical Review X*, 8, 041025. <https://doi.org/10.1103/PhysRevX.8.041025>.
- [10] Chen X., Korblova E., Dong D. eta Clark N. A. 2020. "First-principles experimental demonstration of ferroelectricity in a thermotropic nematic liquid crystal: Polar domains and striking electro-optics". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(25), 14021-14031. <https://doi.org/10.1073/pnas.2002290117>.
- [11] Li J., Nishikawa H., Kougo J., Zhou J., Dai S., Tang W., Zhao X., Hisai Y., Huang M. eta Aya S. 2021. "Development of ferroelectric nematic fluids with giant- ϵ dielectricity and nonlinear optical properties". *Science Advances*, 7(17), eabf5047. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf5047>.

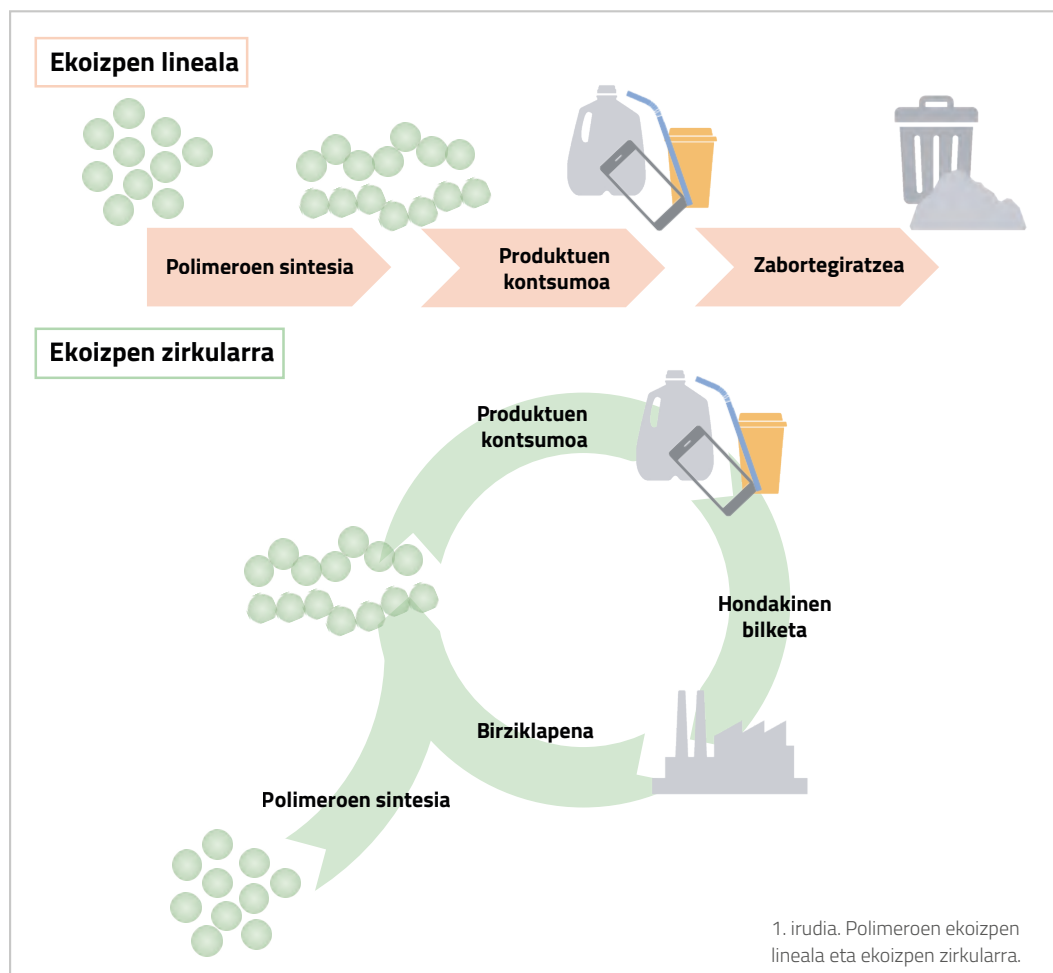
ESKER ONAK

Aitor Erkorekak eskerrak eman nahi dizkio Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza Sailari Doktoreak Ez Diren Ikertzaileak Prestatzeko Doktorego Aurreko Programaren bidez jaso-tako dirulaguntzagatik.

Plastiko hondakinetik farmazia industriara

Plastikoak munduko kontsumo-produktu sintetiko ugariena dira; 2021ean, 390 milioi tona metrikora iritsi zen urteko ekoizpena. Ditutzen propietateei esker, hala nola pisu arina, kostu txikia eta prozesagarritasun erraza, aplikazio askotarako aukeratzten dira halako materialak; besteen artean, ontzi arinetarako, eraikuntzarako, elektronikarako, gailu biomedikoetarako eta energia biltegitratzeko.

Maila molekularrean, plastikoak monomero-kate luzeak dira, hau da, molekula baten errepikapenez sortutako kateak, eta kate horien mugimenduaren eta antolamenduaren arabekoak dira materialen propietateak. Nahiz eta polimeroen erabilerak abantaila handiak ekarri dizkion gizarteari, plastikoen kudeaketa ez da garatu ekoizpenaren errit-



mo berean; ondorioz, plastiko-hondakinen pila-
ketak eta mikroplastikoen presentzia eragin dira.

Nahiz eta gizartea kontzientziazten ari den
plastikoen kudeaketa jasangaitzaren inguruan eta
plastikoen kontsumoa 10 milioi tona murriztu den
2017tik hona, plastiko asko ekoizten jarraitzea
espero da. Hori dela eta, kontsumo ondorengo
plastikoak kudeatzeko eta ahal den neurrian bizi
berri bat emateko premia ikusi da, eta hori aztertzea
da nire doktore-tesiaren helburua.

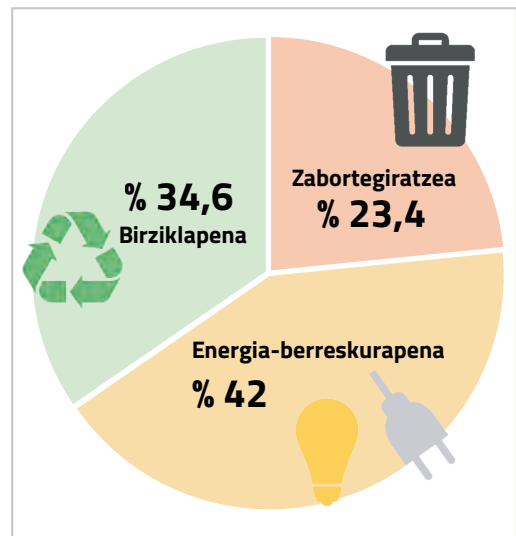
Polimeroen birziklagarritasuna

Europar Batasuneko Ingurumen Batzordea
ahaleginak egiten ari da plastiko komertzialen
jasangarritasuna areagotzeko, horretarako politika
eta programa espezifikoak aplikatuz. Ahalegin
horien artean, orain arteko ekoizpen lineala ekoiz-
pen zirkularra eraldatu nahi du, birziklapena
bultzatuz; hau da, plastiko berriak ekoizteko, kon-
sumo ondorengo plastiko-hondakinak erabiltzea
gomendatzen du, kalitate handiko iturri gisa.

Ekoizpen linealean, polimeroa sortzeko, mono-
meroak hartu eta polimeroaren sintesia egiten
da. Ondoren, polimero hori prozesatzen da, nahi
den produktua lortu ahal izateko; hau da, forma
eta kolorea ematen zaizkio. Behin produktua kon-
sumitu ondoren, plastiko-hondakina zaborte-
gian pilatu edo energia berreskuratzeko erabiltzen da
(1. irudia).

Ekoizpen zirkularrean, berriz, plastikoari bizi berri
bat eman nahi zaio, berriro ere kontsumo-produktu
bilakatuz. Kasu honetan, lehenik, polimeroa
sintetizatu eta prozesatzen da, ekoizpen linealean
egiten den modu berean, baina, behin polimeroaren
erabilera amaitzean, hondakinak bildu, eta espezia-
lizatutako industrietara eramaten dira. Industria
horietan, plastikoari birziklapen-prozesu bat
aplikatzen zaio, eta berriro ere erabilgarri egiten da
(1. irudia).

Birziklapen-prozesuak garatu diren arren, oraindik
bide luzea dago egiteko; izan ere, 2020an bildutako
hondakinen % 23,4k zaborte-
gian amaitu zuen, % 42
energia berreskuratzeko erabili zen eta % 34,6ri
bakarrik eman zitzaion bizi berri bat (2. irudia).
Hala ere, nabarmena da pixkanaka gero eta gehiago
birziklatzen dela: 2006tik hona, % 117 igo da
material birziklatuaren erabilera, eta zaborte-
gietan utzitako hondakinak % 47 murriztu dira.

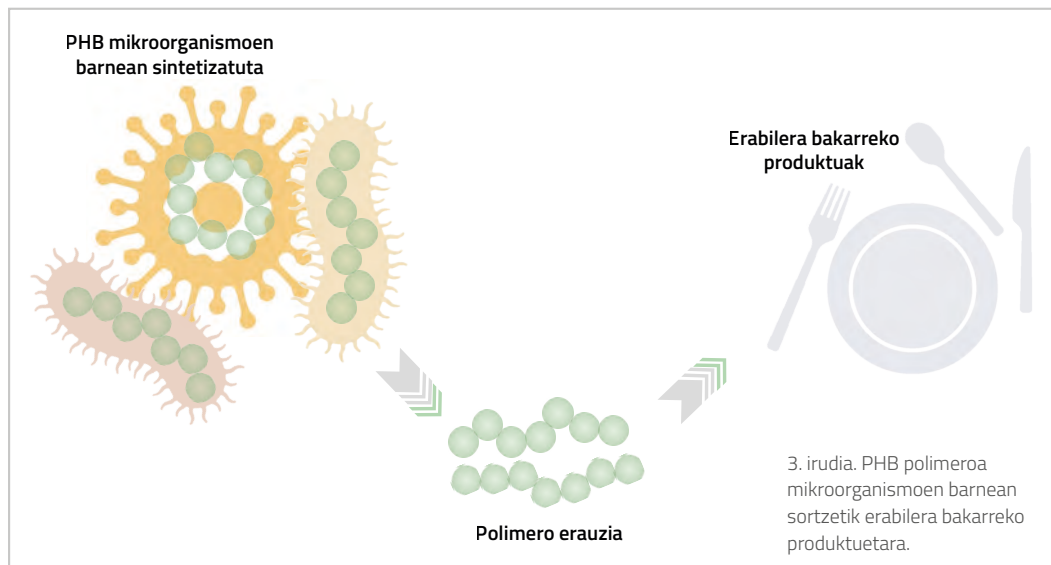


2. irudia. Hondakinen kudeaketaren sailkapena 2020an.

Zertaz hitz egiten dugu birziklapena diogunean?

Gaur egun, plastiko-hondakinak birziklatzeko
prozesu ohikoena mekanikoki birmoldatzea da.
Hala ere, prozesu horretan polimeroak propietateak
galtzen ditu. Hori dela eta, birziklapen mekanikoak
ziklo jakin batzuk bakarrik onartzen ditu, eta, az-
kenean plastikoa ezin da birziklatu modu horretan.

Zorionez bada plastikoari birziklatze-ziklo amaigabe
bat emateko aukera, birziklatze mekanikoaren
ordez birziklatze kimikoa aplikatuz. Birziklatze-
metodo honek aukera ematen du polimero-kateak
berriro ere monomero bihurtzeko, eta, hala,



hasierako polimeroa berriz sintetiza daiteke. Beraz, behin eta berriz sor daiteke propietate berdineko plastiko birziklatua, eta, ondorioz, lehengai berriak erabiltzeko beharra gutxitzen da.

Nondik datoz polimeroak?

Garrantzi industrialak duten polimero gehienak petrolioan oinarrituta daude; lehengaiak petroliotik findu eta polimerizazioetarako erabiltzen dira. Fintzeko prozesuan baldintza gogorak erabiltzen dira, tenperatura eta presio altuak esaterako, eta, gainera, metanoa eta karbono dioxidoa —klima-aldaketaren erantzuleak— isurtzen dira atmosferara.

Kalte horiek murrizteko ahaleginean, oinarri biologikoa duten polimeroen erabilera industrialak handitzen hasi da. Polimero horien artean ezagunenetarikoa bat azido polilaktikoa (PLA) da, zenbaitetan elikagaiak ontziratzeke erabiltzen dena. Polimero horren monomeroak landareetatik lortzen dira, eta, ondorioz, petrolioaren erabilera murrizten laguntzen du. PLA polimeroarekin batera, azken urteetan bada interesa erakartzen ari den beste polimero biooinarritu bat: polihidroxibutiratoa (PHB).

Zergatik da hain berezia polihidroxibutiratoa?

PHB polimeroak hesi-propietate bikainak ditu, hau da, ez die molekula txikiei polimeroan zehar iragazten uzten, eta, beraz, oso material aproposa da elikagaiak kontserbatzeko. Polimero honen berezitasun nagusia, ordea, jatorrian datza, mikroorganismo batzuek sortzen baitute beren barnean. Ondorioz, polimeroa mikroorganismoetatik erauzi, eta zenbait produktu sortzeko erabiltzen da, hala nola erabilera bakarreko mahai-tresnak eta elikagaietarako ontzi arinak (3. irudia).

Polimero hau, gainera, biodegradagarria da, eta horrek areagotu egiten du harekiko interesa, denborarekin naturara itzuliko baita ur, karbono dioxido eta biomasa moduan. Hala ere, PHBak badu eragozpen nagusi bat: garestia da, petrolioan oinarritutako polimero konbentzionalak baino garestiagoa. Horregatik, PHBa behin eta berriz erabiltzeko beharra ikusi dugu, erabilera bakarreko aplikazioetarako polimero errentagarria izan dadin.

PHB plastikoa ezin da mekanikoki birziklatu, prozesuak eskatzen duen tenperaturan degradatu egiten delako, eta, gainera, prozesuan zehar pro-

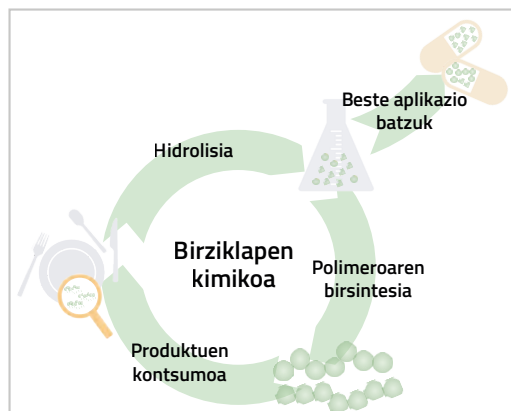
pietateak galduko lituzkeelako. Beraz, ondorioztatu dugu polimero honentzako birziklapen-prozesu egokiena birziklapen kimikoa dela.

Polihidroxiutiratoaren birziklapen kimikoa

Polimeroaren arabera, birziklapen kimikoa modu batera edo bestera egin daiteke, baina ikusi dugu egokiena hidrolisia egitea dela. Hidrolisi-prozesuan, ura erabiltzen da polimeroa zatitzeko eta, horrela, monomeroak lortzeko.

PHB polimeroaren hidrolisirako egokiena polimeroa uretan jarri eta temperatura 180 °C-ra igotzea da, ikusi dugunez. Prozesuan laguntzeko, katalizatzaile natural bat ere gehitu da, eta 12 orduz utzi da erreakzionarazten. Denbora horren ondoren, produktua erresonantzia magnetiko nuklearra izeneko teknika baten bidez aztertu da, eta ikusi da lortutako monomeroa azido 3-hidroxiutirikoa dela.

Azido 3-hidroxiutiriko molekulak bide bat baino gehiago eskaintzen ditu birziklatzeko. Batetik, berriro ere PHB polimeroa sintetizatzeko aukera ematen du, horrela birziklapen-zikloa gutxitu itxita. Hala ere, badira interes handiagoa duten beste zenbait aplikazio, bereziki kosmetika- eta farmazia-industriekin lotutakoak (4. irudia).



4. irudia. PHB polimeroaren birziklapen kimikoak ematen dituen aukerak.

Kosmetikan, azido 3-hidroxiutirikoa azaleko zenbait gaixotasun tratatzeko erabiltzen da; haien artean, fotozahartzea, aknea, pigmentazioaren nahasmenduak eta psoriasis. Era berean, garrantzi farmazeutikoa duten konposatu ugari sintetizatzeko lehengaia da, hala nola agente antitumoralak, obesitatearen aurkako agenteak, antibiotikoak eta bitaminak.

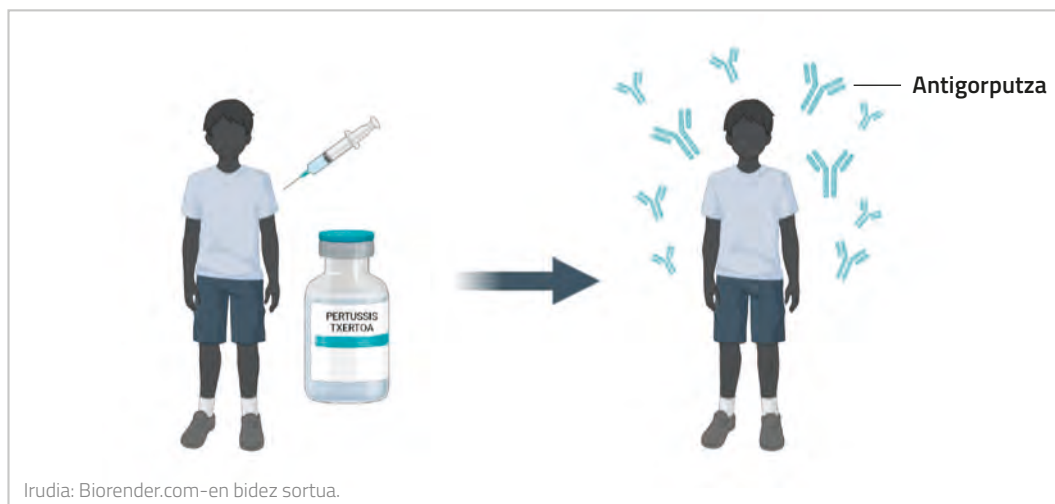
Azido 3-hidroxiutirikoa beste bide batzuetatik ere lor daiteke, baina oso prozesu zailak izaten dira, eta produktu-kantitate oso txikiak lortzen dira. Beraz, ondorioztatu da molekula interesgarri hori lortzeko modu erraz eta jasangarria dela PHB polimeroaren hidrolisia. Gainera, natura zaintzeko aukera ematen du, plastiko-hondakin batetik hasiz garrantzi handiko lehengai bat lortzen baita. ●

Bibliografia

- [1] Plastics Europe, Plastics-the Facts 2022. (Brussels, Belgium).
- [2] European Environment Commission, Waste and recycling, https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling_es, (2023ko otsailaren 6an kontsultatua).
- [3] J. M. Garcia eta M. L. Robertson, Science, 2017, 358, 870–872.
- [4] C. Jehanno, J. W. Alty, M. Roosen, S. De Meester, A. P. Dove, E. Y.-X. Chen, F. A. Leibfarth eta H. Sardon, Nature, 2022, 603, 803–814.
- [5] D. Seebach, M. Albert, P. I. Arvidsson, M. Rueping eta J. V. Schreiber, Chimia, 2001, 55, 345.
- [6] L. Massieu, M. L. Haces, T. Montiel eta K. Hernandez-Fonseca, Neuroscience, 2003, 120, 365–378.
- [7] N. Altaee, G. A. El-Hiti, A. Fahdil, K. Sudesh eta E. Yousif, Springerplus, 2016, 5, 762.

Kukutxeztula: hurbileko begirada bat

Kukutxeztula arnasbideetako infekzio kutsakor bat da, *Bordetella pertussis* bakterioak eragiten duena eta hilgarria izan daitekeena zenbait populazientzat. Mundu mailako immunizazio-kanpainak egoera arintzen lagundu duten arren, 3-5 urtean behin gora-kadak erregistratzen dira. Urruti joan gabe, Osakidetzak agerraldi baten berri eman zuten Gipuzkoan 2023ko ekainean. Berrikuspen honetan, gaixotasuna, bakterioa eta haren birulentzia-faktoreak landu ditugu.



2019. urtean, behe-arnasbideetako infekzioek 2,4 milioi pertsona hil zituzten munduan [38], eta 5 urtetik beherako haurrak eta adineko pertsonak izan ziren kaltetuenak [43]. Infekzio horien erantzuleak birus edota bakterio patogenoak izaten dira, eta pneumoniaren bakterioak, esaterako, heriotzen ia erdiak eragiten ditu [29, 43]. Bestalde, ezin aipatu gabe utzi *Coronaviridae* familiako birusak, hotzeria arruntaren eta SARS, MERS edota

COVID-19 gaixotasunen eragileak. Berrikuspen honetan, nolanahi ere, kukutxeztula izan dugu aztergai, zeina *Bordetella pertussis* bakterioak eragiten baitu.

Gaitz zahar baten itzulera

Kukutxeztula edo kukurruku-eztula izen bitxia daukan gaixotasun bat da. Hala ere, ondo deskribatzen du kutsatutako pertsonak, ezgul-gertakari

baten eta hurrengoaren artean, arnasa hartzean egiten duten soinuak. Hasieran ohiko eztularen antza izan dezakeen arren, sintomak asteak edota hilabeteak iraun dezakete. Arnasa hartzeko zailtasuna, eztul-gertakari zakarrak eta sukarra eragin ditzake, besteak beste. Haur jaioberrietan apnea ere ohikoa izaten da. Gaixotasuna hasierako etapetan gairatu ezean, kasurik larrienetan heriotza eragin dezake, eta gaixoen %90 pneumoniagatik hiltzen dira [23].

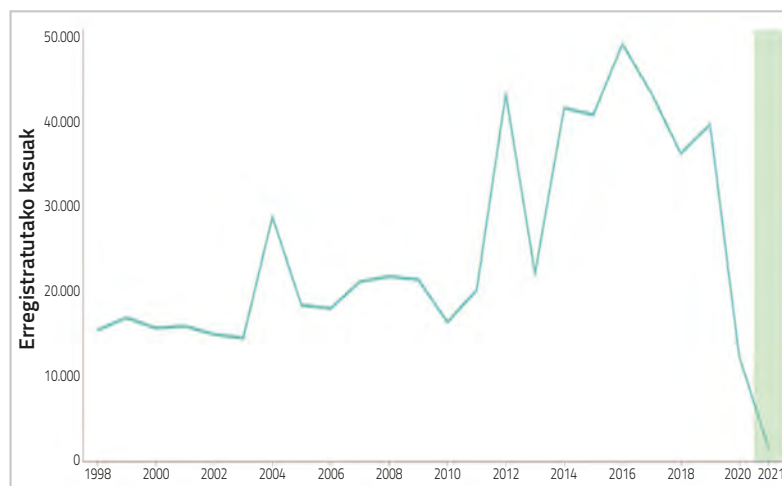
Infekzio honek haur asko gaixotzen eta hiltzen ditu oraindik munduan, baina txertoekin ekidin daiteke [16]. Osasunaren Mundu Erakundeak (OMEk) argitaratutako azken txostenaren arabera, kukutxeztularen aurkako txertoak eskuragarri egon baino lehen, haurtzaroko gaixotasunik ohikoenetako bat zen. 1950 eta 1960ko hamarkadetan, eskala handiko txertatze-kanpainak intzidentzia eta hilkortasuna % 90 jaitea eragin zuten, industrializatutako herrialdeetan behintzat (OME, 2021).

Herrialde bakoitzak immunizazio-kanpaina propioa izan dezake. Adibidez, Europako programen inguruko informazioa jasotzen du Europako Gaixotasunen

Kontrolerako eta Prebentziorako Zentroaren (ECDC) webguneak. Dena den, une honetan, ohikoena da difteria, tetanos eta kukutxeztularen aurkako txerto hirukoitza batera jasotzea. Haurtzaroen zehar jasotzen da, hiru dositan. Mundu mailako estimazioen arabera, 2021ean txerto horren mundu mailako immunizazio-estaldura % 81ekoa izan zen, 2008az geroztiko baxuena [35].

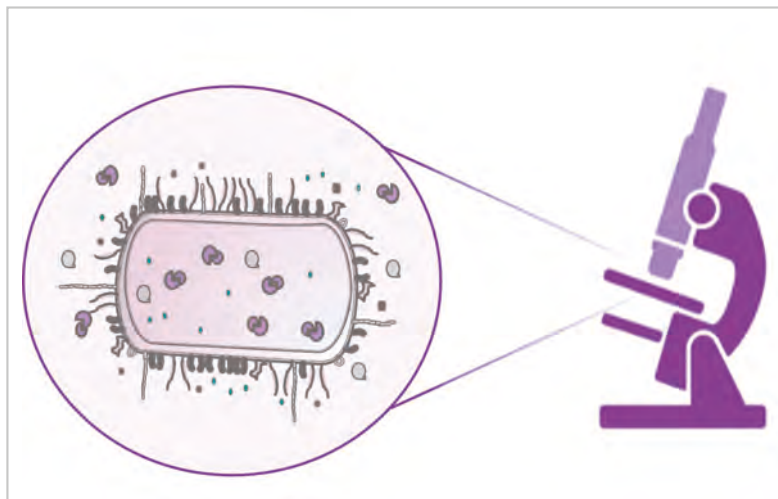
Esan bezala, haurtzaroen jasotako txertoei esker, helduek oso sintoma arinak izaten dituzte gehienetan. Horrez gain, haurdunaldian amek jasotako txertoek ere haurren ospitaleratzea eta heriotza ekiditen lagundu dute. Kasu horretan, amak sortutako antigorputzak plazentaren bidez pasatuko dizkio haurrari, eta, hala, babeska eman [23].

Kukutxeztula *Bordetella pertussis* izeneko bakterioak eragiten du, eta arnasbideetako jariakinekin edo listu-tantekin kontaktua izatean kutsatu daiteke. Jules Bordetek eta Octave Gengouk identifikatu, isolatu eta erein zuten lehenbizikoz, 1906an [4]. Horri eta immunitateari lotutako beste zenbait aurkikuntzari esker, Bordetek Medikuntza eta Fisiologiako Nobel saria jaso zuen 1919an.



Europar erregistratutako kukutxeztul-kasuak 1998-2021. (ECDC).

Bordetella pertussis
bakterioaren eta haren
birulentzia-faktoreen irudi
eskematikoa.
Irudia: Biorender.com-en
bidez sortua.



Gaixotasuna aspalditik ezaguna izanagatik ere, oraindik gairitu ezinean gabiltza; izan ere, kutsatutako kopuruak gora egiten du 3-5 urtean behin. Gaur egun, hainbat herrialdetako osasun-zerbitzu publikoen arazoa da. Esaterako, Europa osoa epidemia egoeran dago 2011tik (ECDC); gurean, beriz, Osakidetzak agerraldi baten berri eman zuen Gipuzkoan 2023ko ekainean.

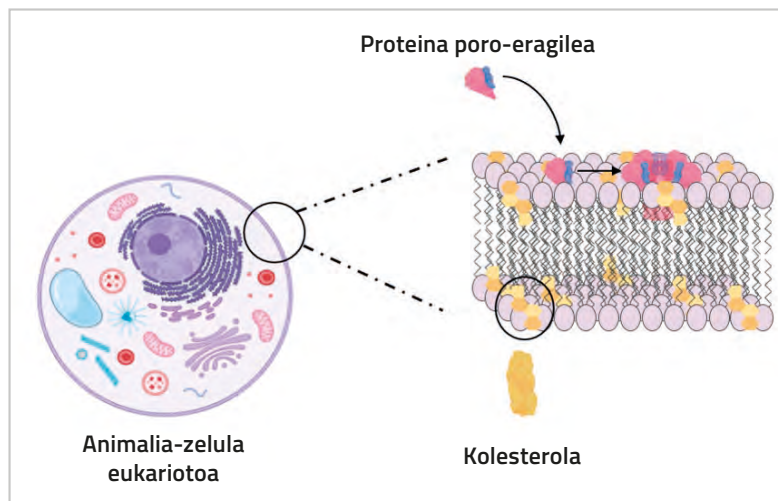
Egia esan, badira urte batzuk OMEk kezka adierazi eta gaixotasunaren gorakada mundu mailan gertatzen ari dela onartu zuenetik. Arnasbideetako beste infekzio batzuetan ez bezala, kasu honetan agerraldiak ez dira uniformeak izaten; hau da, ez daude leku edota urtaro konkretu batzuei lotuta. Zenbait ikerketa epidemiologikok adierazi dute litekeena dela gorakada immunitatea galtzeari lotuta egotea [22, 20, 34]. Bestela esanda, kuko-txetzularen aurkako immunitatea behin-behinekoa da, eta, beraz, iraungitze-data dauka. Estimazioen arabera, immunitate naturalak 3,5-30 urtera arte irautea du, eta txertoen bidez lortutakoak, 4-14 urte. Hortaz, behin gaixotasuna pasatuta ere oso ohikoa da berriz kutsatzea. Hala ere, sintomen

larritasuna immunitatea eskuratu zen unetik pasatutako denborari lotuta dago [46].

Zelula-mintzetan barrena

B. pertussis bakterioak gizakien arnasbideetako mukosarekiko afinitate espezifikoa du. Horrek esan nahi du bertan itsasteko gaitasuna daukala. Goi-eta behe-arnasbideak inbaditu eta bertan bizi ahal izateko, hainbat birulentzia-faktore erabiltzen ditu. Batzuek zelula ostalarietara itsasten laguntzen diote, eta beste batzuk, aldiz, epitelio geruza hondatzeko eta immunitate-sistema saihesteko erabiltzen ditu. Irakurleak birulentzia-faktore horien inguruko informazio gehiago nahi badu, ondoko berrikuspenak irakurtzera gonbidatzen dugu [15, 9].

Bakterio honek erasorako erabiltzen dituen molekulen zerrenda luzea da. Haien artean, Adenilato Ziklasa toxina poro-eragilea dago, immunitate-sistemako zelulei erasotzen dien proteina bat. Hala, gizakion defentsak ahultzen ditu, eta bakterioa erraz zabal daiteke gorputzean [25, 7].



Proteina poro-eragileen
jarduna zelula-mintzean.
Irudia: Biorender.com-en
bidez sortua.

Toxina poro-eragileak (ingelesez *Pore-forming toxins*) zulagailu biologiko gisa deskribatu daitezke dudarik gabe, mintza alde batetik bestera gurutzatzen duten kanal urtsuak eratzen baitituzte [8, 30]. Mintz biologikoak zelularen osotasuna eta arkitektura mantentzeko aldamio sendo eta dinamikoak dira. Lipidoz, proteinaz eta azukrez osatuta daude, eta zelulen barne- eta kanpo-ingurunea bereizten dituzte [45]. Zelulan zer sartu edo handik zer irten daitekeen ere erregulatzen dute. Horrenbestez, haiek hondatzeak zelularen heriotza eragin dezake [3, 24, 47]. Bizi-erreinu guztietan topa dezakegu toxina poro-eragileren bat ekoizten duen organismoen bat: bakterio patogenoak, nematodoak, onddoak, protozoo parasitoak, igelak, landareak eta organismo garatuagoak izan daitezke [19]. Dena den, toxina horiek guztiek zelulei erasotzeko erabiltzen dituzten mekanismo molekularrak antzekoak dira.

Adenilato Ziklasa toxinak, beste proteina poro-eragile batzuek bezala, oso modu berezian jarduten du. Hasieran, bakterioak ekoizti eta kanpo-ingurunera jariatzen duenean, uretan disolbagarria

izaten da, eta eskualde hidrofobikoak ezkutuan izaten ditu. Aldiz, zelula ostalariarekin topo egiten duenean, itxuraz aldatzen da: uretatik babestuta zeuden eskualde horiek bistaratzen ditu, eta mintzean txertatzen da [8, 17, 32, 42]. Jarraian, poroa eratu ahal izateko, zenbait proteina elkartzen dira, eta egitura konplexuago bat osatzen dute. Hala funtzionatzen dute kolizinek, zitolisinek, hemolisinek, difteria toxinak, antrax toxinarekin babes-antigenoak edota *Repeats in ToXins* (RTX) familiako toxina poro-eragileak [28]. Poroaren eraketa bera oso prozesu dinamikoa da, eta, hortaz, behatzen zaila. Hori erronka bat da ikertzaileontzat.

Lipido eta proteinak, a ze pareak!

Toxina poro-eragileek, zelula-mintzean behar bezala txertatzeko, mintzeko lipidoen laguntza izaten dute askotan. Lipidoek prozesua zuzenean nahiz zeharka doitu dezakete, hain zuzen ere. Alde batetik, proteinekin modu espezifikoan elkarreragin dezakete [26, 36, 40]; bestetik, mintzaren ezaugarri biofisikoak (jariakortasuna, fase-bereizketa, lodiera, tentsioa, etab.) modula ditzakete [10, 21, 39]. Beraz, proteinaren egitura eta funtzioa alda ditzakete.

Mintzeko kolesterolak, esaterako, era askotako mintz-hartzaileen jarduera kontrolatzen du, interakzio espezifiko bidez. Halaber, zenbait proteinak kolesterola espezifikoki ezagutzen duten eskualdeak eduki ditzakete: neurotransmisoreen hartzaileek eta ABC (ingelesez *ATP-Binding Cassette*) garraiatzaileek, adibidez. Eskualde horiek CRAC (ingelesez *Cholesterol Recognition Amino acid Consensus*) edo alderantzizko CARC motibogisa izendatzen dira, eta, askotariko egiturak dituzten arren, antzeko mekanismoak erabiltzen dituzte kolesterolari lotzeko. Literaturan irakur daitekeenez, zenbait aminoazido sarritan agertzen dira segmentu horietan, jada ezaguna den eta deskribatuta dagoen patroia bati jarraituz [14, 13].

Ikertzaile askok mintzeko lipidoen eta proteinen arteko interakzioan jarri dute arreta, hain justu ere. Interes handiko gaia da gaur egun, eta hainbat diziplina zientifiko uztartzen ditu: biokimika, biofisika, zelulen biologia eta bioinformatika, besteak beste. Gure taldeak Adenilato Ziklasa toxinen eta mintzaren arteko elkarrekintza aztertu du azken urteotan, biofisika eta biokimika uztartuz batez ere. Berriki frogatu dugu proteinaren aktibitate toxikoa mintzeko kolesterolaren menpe dagoela [18], eta proteinaren eta kolesterolaren arteko elkarrekintza espezifikoa dela [1].

Zertarako oinarritzko ikerkuntza?

Gizakiak kukutxeztularekin elkarbizitzen ikasi du, eta egoerak nabarmen egin du hobera txertoak guztiontzat eskuragarri daudenetik. Hori, duda barik, oinarritzko ikerkuntzari eta ikerkuntza aplikatuari zor diegu. Bakterioak gizakiei kalte egiteko erabiltzen dituen tresnak identifikatu, deskribatu eta ulertzea ezinbestekoa izan da gaixotasunen mekanismo molekularrak zein diren azaltzeko eta kukutxeztulari aurka egin ahal izateko.

Toxina poro-eragileei dagokienez, ingurunearen arabera izaera aldakorra dute. Oso azkar aldatzen dute itxura, eta, ondorioz, oso zaila da hain prozesu dinamikoak behatu ahal izatea. Dena dela, ez dira mekanismo bakanak, naturan beste zenbait proteinatan ere gertatzen dira: ornodunen immunitate-sistemako zenbait proteinatan edota proteina amiloideetan, besteak beste [27, 37]. Hortaz, proteina horiek ulertzeko egindako esfortzua lagungarria izan daiteke beste esparru batzuetarako ere.

Aipatu dugu jada toxina poro-eragileak benetan kaltegarriak izan daitezkeela giza osasunerako. Aitzitik, luzaroan ikertu dira, eta, gaur egun, badakigu erabilgarriak izan litezkeela etorkizun handiko zenbait aplikazio bioteknologikotarako eta terapiarako: minbizi-zelulei erasotzeko [31], bakterio patogenoak hiltzeko [5], detekziorako biosentsoreak egiteko [2]... Era berean, dagoeneko frogatu dute Adenilato Ziklasa toxina txerto garraiatzaile moduan erabili daitekeela [6]. Aplikazio horien guztien garapenerako, prozesu hauen atzean dauden arau fisiko-kimikoak ulertu behar izan dira lehenbizi, eta, horretarako, oinarritzko ikerkuntza behar da. Horrez gain, diziplina askotako ikertzaileen arteko elkarlanak eta komunikazioak bidea erraztu eta azkartuko du, zalantzarik gabe. ●



Bibliografia, webgunean

**bat****Soziolinguistika aldizkaria**

BAT ALDIZKARIA 126. ZENBAKIA **TXILLARDEGI-HAUSNARTU** **SARIAK (2022)**

XAN AIRE > Elkarrekintzaren eragina euskararen erabileran: Lehen pistak Ipar Euskal Herriko ikastoletan.

IÑAKI BERISTAIN AGIRRE > Gizarte elebidun bateko gazteen hizkuntza hautaketan eragiten duten faktoreen azterketa.

IMANOL ARTOLA ARRETXE > Tolosaldeko Ikasle Eusleak. DBHko ikasleekin gauzatutako lau asteko ariketaren emaitzak eta ikasleen iritziak.

ALEX VADILLO OTXOA > Hizkuntzen erabileraren kale-neurketa Gasteizen. Hainbat apunte.

NAROA ANABITARTE > Hizkuntza eta garuna: hainbat metaforaren inguruko gogoeta.

EIDER GURRUTXAGA LARRAÑAGA > Sarean ehundutako hizkuntzen (ko) ofizialtasunaren eraentza juridikoa Espainiako estatuan: euskara, galiziera, valentziera eta katalanaren marko juridikoaren alderaketa hedabideen alorrean.

harpidetu edo oparitu

URTEAN 40 EURO

ABANTAILAK:

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

<https://bat.soziolinguistika.eus>

943 592 556 – bat.aldizkaria@soziolinguistika.eus



SOZIOLOGUISTIKA
KLUSTERRA

Euskara biziberritzeko
ikergunea

uztaro

giza eta gizarte-zientzien aldizkaria

2023

Uztaro aldizkaria jaso nahi dut.

Izena-abizenak:

Helbidea:

Kodea eta herria:

Telefonoak:

Helbide elektronikoa:

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

Ordainketa:

Banketxea:

Zenbakia (20 digitu):

Sinadura

2023. urterako harpidetza (4 zenbaki): 25,00

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

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



Harpidetza-txartela:

UDAKO EUSKAL UNIBERTSITATEA

Erribera 14, a. D 48005 Bilbo

Telefonoa: 946790546

Helbide elektronikoa: argitalpenak@ueu.eus

www.uztaro.eus

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



ARG.: EHU



ARG.: Sdecoret/Shutterstock.com



ARG.: Naroa Martínez Braceras

EKINEAN

“Nor gara gu naturari prezioa jartzeko?”

Aitor Marcos Díazez ibilbide bihurtu-etsua egin du finantzak ikasten hasi zenetik, ekonomia ekologikoa ikertzera. Aitortu duenez, hasieran, ez zuen garbi zer bide hartu. Betitik izan ditu gogoko ekonomia, politika, antropologia, eta inguruan dauden gizarte zientzia guztiak. Hala ere, lana errazago topatuko zuelakoan, Finantza eta Aseguruetako gradua ikasi zuen. Orain, berriz, kontsumo jasangarrian egiten ari da doktoregoa (...).

GAI LIBREAN

Aaren mitoa: materia eta automata

Disclaimer batekin hasi nahiko nuke: Ez nago ikaskuntza sakon (*Deep learning*) eta ikasketa automatikoaren (*Machine learning*) teknologien kontra. Oso garapen garrantzitsuak iruditzen zaizkit. Baina gaur Adimen Artifizial izenarekin deitzen ari garen plataforma horiek ilusio fundazional baten gainean eraiki direla uste dut, eta uste dut garrantzitsua dela lilurari aurre hartu eta aurre egitea teknologia hauen garrantzia ulertzeko gai izango bagara. Positiboan jarrita gure instituzio kultural eta epistemikoak (...).

GAI LIBREAN

Lurraren eboluzio klimatikoaren aztarnen bila

Egun Lurrean gertatzen ari den klimataldaketaren aurrean iragarpen sendoak egiteko, ezinbestekoa da jakitea historian zehar klimak zer bilakaera izan duen. Arrokek osatzen duten erregistro geologikoak aukera ematen du milioika urtean klima nola aldatu den aztertzeko. Gure inguruan badira mundu mailako zenbait gertakari klimatikoren ezagutza ekarpen nabarmenak egin dituzten segida geologikoak (...).

Abendura arte



aldizkaria.elhuyar.eus



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

Zer eta nor

elhuyar
ezagutuz aldatzea

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

Zuzendariak:

Egoitz Etxebeste Aduriz (e.etxebeste@elhuyar.eus),
Ana Galarraga Aiestaran (a.galarraga@elhuyar.eus).

Publizitate-arduraduna:

Itziar Nogeras Berra (i.nogeras@elhuyar.eus).

Hizkuntza-arduraduna:

Saroi Jauregi Aiestaran.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Rocio Alonso Estrada, Jone Amuategi Aulestiarte,
Julen Astigarraga Urzelai, Aitor Erkoreka Pérez, Elena
Gabirondo Amenabar, Igor Leturia Azkarate, Josu
Martínez Perdiguero, Marta Olazabal Salgado, Manu
Ortega Santos, Helena Ostolaza Etxabe.

Azaleko argazkia:

Martin Prochazkacz/Shutterstock.com

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 PEFC agiria du (ingurumen-
kudeaketa jasangarriko basoetatik
erauzten da). Oinarri begetaleko tintak
erabiliz inprimatu da.



Banatzailea:

Elkar.

Harpidetza paperean eta edizio digitala:

- Urtean 4 zenbaki (martxo, ekaina, iraila eta abendua).
- Euskal Herria eta Espainia: 28 €.
- Beste herrialdeak: 40 €.

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2603-6614

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

Elhuyar Fundazioak ez du derrigor bere gain hartzen
aldizkarian adierazitako esanen eta iritzien erantzun-
kizunik.

Babesleak:



Gobierno de Navarra
Nafarroako Gobernua



**Horrelako
itzulpenik jaso
nahi ez baduzu...**

**kontratatu
Elhuyarren
itzulpen-zerbitzua**

Europar Batasuneko
hizkuntza ofizial
guztien arteko
itzulpenak

itzulpenak.elhuyar.eus

elhuyar
ezagutuz aldatzea

KAFE HUTSA

1.20 €

CAFÉ VACÍO





Behar dituzun erantzunak

Zientzia.eus

**Zientziari buruzko albisteak,
audioak, bideoak, agenda, argazkiak.**

26.000 edukitik gora. Entzun, irakurri, ikusi...
... eta ikasi!

elhuyar
ezagutuz aldatzea