

elhuyar

363 zk. | 2026ko iraila

7,50 euro



Elkarrizketa
Maite Solas
Zubiaurre

Alzheimerraren ikertzailea

Megakonstelazioak ez,
megaontzidiak

**Txernobyl eta nuklearrak
40 urteren ondoren**



Transkribatu, azpigitulatu, itzuli eta bikoiztu azkar eta erraz

Sei hizkuntzatan lan egiteko aukera



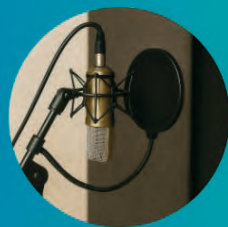
Transkripzioak



Azpigituluak



Itzulpenak



Bikoizketa

Kalitatea

Punta-puntako teknologia

Abiadura

Lortu emaitzak segundo gutxian

Erraza

Lortu emaitza klik bakar batean

Segurua

Zure datuen konfidentzialtasuna bermatu

Eleaniztuna

Euskara, gaztelania, frantsesa, ingelesa, katalana eta galegoa

Elhuyarren bermea

Arreta pertsonalizatua

Kulturaren ahala

Zientzialariek ontzat ematen dute *Homo sapiens* espeziea Afrikan sortu zela, duela 300.000 urte inguru. Handik, mundu osora hedatu zen, eta, gaur egun, habitat guztietara egokitu da. Ez dago zalantzarik egokitze horretan kultura funtsezkoa izan dela eta dela orain ere.

Zenbaterainokoa da, baina, kulturaren bultzada gure espeziearen hedapen ekologikoan? Arizonako Estatu Unibertsitateko (ASU) Charles Perreault antropologoak galdera horri erantzun dio, eta hau [ondorioztatu](#) du: kulturari esker, eboluzio genetiko hutsaren bidez baino 300 aldiz azkarrago hedatu ziren sapiensak planeta osora. Beste era batera esanda: 300.000 urte inguruan lortu du moldaketa genetikoaren bitartez 88 milioi urtean egingo zukeena.

Ondorio horretara iristeko, ikertzaileak beste 6.000 ugaztun basatirekin alderatu du gizaki modernoan banaketa geografiko eta ekologikoa. Horrela baieztatu du beste ugaztun-espezieek, batez beste, 64 kilometro koadroko azalera hartzen dutela. *Homo sapiens*ak, berriz, 51 milioi kilometro karratu.

Horrez gain, habitat hain desberdinetara (basamortuak, oihanak, tundrak, goimendiak...) soilik eboluzio genetikoaren bitartez moldatu izan balitz, 2.200 leinu desberdinetan adarkatuko litzateke. Aitzitik, giza espeziearen dibertsitate genetikoa askoz ere txikiagoa da txinpantzeen talde jakin baten barruan dagoena baino.

Era berean, kultura-aniztasunak tokiko espezializazioa eragiten duela adierazi du Perraultek. Hortaz, talde etnolinguistikoek espezieak baino lurralde txikiagoak eta zedarrituagoak hartzen dituzte.

Azken finean, Perraultek berretsi du berrikuntza sozialak eta teknologikoak, ezagutzaren metaketak eta transmisioak, eta lankidetzan aritzeko gaitasunak eman diotela gure espezieari biologia gaingintzeko ahala.

Gaur egunera etorrita, garapen teknologikoaren azelerazioaren ahalei eta ondorioei heltzeko gaitasuna eman beharko litzuke kultura zientifikoak. ●

34

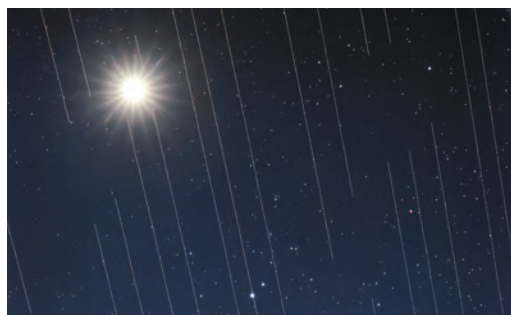
ELKARRIZKETA

Maite Solas Zubiaurre

ALZHEIMERRAREN IKERTZAILEA



Maite Solas Zubiaurre ikertzaileak bi dirulaguntza handi jaso ditu duela gutxi, alzheimerrean metabolismoak duen eragina ikertzeko. Ikerketari buruz ez ezik, tratamenduez, diagnostikoaz, prebentzioaz eta generoaz ere aritu da Solas elkarrizketan.



Megakonstelazioak ez, megaontzidiak

52

Satelitez josita dago zerua. Gaueko zerua argitzen dute, astronomia oztopatzen, hondakin espazialak ugaritzen eta atmosfera kutsatzen. Gizateriaren ondare bat eraldatzen ari dira, gutxi batzuen erabakiz.

44



Txernobyl eta nuklearrak, 40 urteren ondoren

2026ko apirilaren 26an, 40 urte bete ziren Txernobylgo zentrallean inoizko istripu nuklear larriena gertatu zenetik. Erradioaktibitatekin babesteko, eskusio-eremu bat sortu zuten inguruan. Denborarekin, eremu hura naturaren biziberritzearen ikur bihurtu da.

- 04** IKUSMIRAN
Zientzialariak lanean
- 14** ALBISTEAK
- 26** IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Haritz Sardon Muguruza
- 28** ANALISIAK
Trantsizio energetikorako proposamenak
- 34** ELKARRIZKETA
Maite Solas Zubiaurre
- 42** ERREPORTAJEA
Posta-kodeak eragina du haurren burmuineko egituran
- 44** ERREPORTAJEA
Txernobyl eta nuklearrak, 40 urteren ondoren
- 52** ERREPORTAJEA
Megakonstelazioak ez, megaontzidiak
- 60** ERREPORTAJEA
Dorre kuantikoa
- 62** MUNDU DIGITALA
Adimen Artifizialeko agenteen aroa, ez arazorik gabea
- 66** ISTORIOAK
Agnes Pockels, harraskako uraren fisika
- 70** EKINEAN
Angela Alonso Jurnet
- 72** GAI LIBREAN
Itsas zaborra Bizkaiko golkoan: zer dakigu eta zergatik da funtsezkoa herritarrek zaborra ezagutzea?
- 76** GAI LIBREAN
Itxuraz harago, zahartzaro ona
- 82** GAI LIBREAN
Tradiziotik berrikuntzara: erremonteko saskiaren iraultza

Zientzialariak lanean

Bi ikertzaile ibis ermitauen (*Geronticus eremita*) saldo bat gidatzen ari dira Jaengo soro eta olibondo-sailetan zehar. Alemaniako hego-ekialdetik Espainiako hego-mendebalderako 50 eguneko migrazio-bidaia amaitzen ari dira.

[Waldrappteam](#) kontserbazio-taldean, Europan ibis ermitauak berriro sartzeko helburuz ari dira lanean. Hegaztiak eskuz hazten dituzte, eta lotura estua sortzen da hegaztien eta zaintzaileen artean. Hala, hegaztiak pozik jarraitzen diete beren harrera-gurasoei, eta haiek gidatzen dituzte migrazioan.

Talde horretako kidea da Gunnar Hartmann, Koblenzeko Unibertsitateko (Alemania) ikaslea, eta haren lana zen ibilbidearen planifikazioan laguntzea eta argazki bidez bidaia dokumentatzea. Argazki honekin irabazi du *Nature* aldizkariak antolatzen duen [Scientist at Work](#) argazki-lehiaketaren 2026ko edizioa.

Hurrengo orrietan, gainerako argazki sarituak.



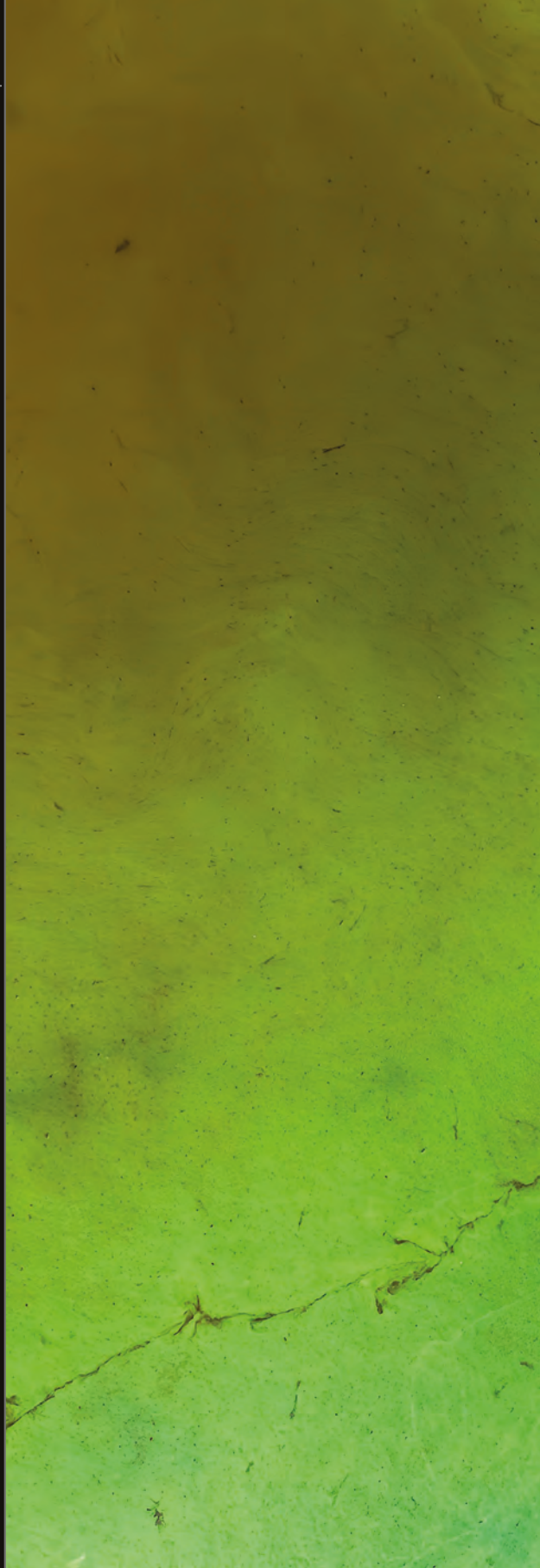




Itsas biologo bat, balea-marrazo baten
azaleko mikrobiomaren lagin bat hartzen,
Austrialiako mendebaldeko kostaldean.
ARG.: Robert Harcourt.



Ikertzaileak ur-laginak hartzen ari dira Kanadako aintzira bateko alga-loraldian. *Microcystis aeruginosa* eta *Dolichospermum flos-aquae* algak uda oro geruza berde kirasdun bat osatzen dute, arrainak hiltzen eta ur-hodiak buxatzen dituenak. Lakuko ur-lagin horietako DNA aztertuz, algak lakuko beste espezie batzuekin nola elkarrengaitzen duten ikertzen ari dira. ARG.: Haolun 'Allen' Tian.









Itsaso Gorrian, Saudi Arabiako kostaldean, inkubazio-ganbera bat ezarri dute, klima-aldaketak eragindako ur-tenperaturaren igoerara koralak nola egokitzen ari diren aztertzeko. Ganbera horri esker, koralek eta haien alga sinbiotikoek kontsumitzen eta ekoizten duten oxigeno-kantitatea neur dezakete. ARG.: Uli Kunz.



Aedes aegypti eltxo bat argi ultramorepean aztertzen ari da ikertzaile bat Notre Dame Unibertsitatean (Indiana, AEB). Eltxoaren distirak adierazten du koloratzaile fluoreszente batekin eta eltxoak hiltzen dituen konposatu batekin osatutako azukrezko edabeaz elikatu dela. Nitisinona konposatua eltxoak eta odolez elikatzen diren intsektuak hiltzeko erabili ote daitekeen ikertzen ari dira. ARG.: Shayanta Chowdhury.



Lehen zenbaki baskonikoa izan daitekeena agertu da Irulegin



ARG.: Aranzadi.

Irulegiko eskua azaldu zen etxe berean aurkitutako zeramikazko ontzi batean, zenbaki bati erreferentzia egin diezaiokeen ikurrak topatu dituzte: "Abar" inskripzioa. Testuaren azterketa epigrafiko eta linguistikoa egin duten adituen arabera, litekeena da hamar zenbakiari egitea erreferentzia. Zenbaki baskoniko bat izan daitekeela adierazi dute.

Javier Velazak, Joan Ferrerrek eta Joaquín Gorrotxategik egin dute azterketa linguistikoa, eta, haien interpretazioa zuzena balitz, zenbaki baskoniko baten lehenengo testigantza izango litzateke. Garrantzia handia eman diote aurkikuntzari, hizkuntza baskonikoaren eta iberieraren artean zer lotura dagoen argitzeko pista eman ditzakeela uste baitute. Ez bakarrik beren artean, biek antzinako euskararekin

eta egungo euskararekin duten harremana argitzen joateko gakoak ere eman ditzake.

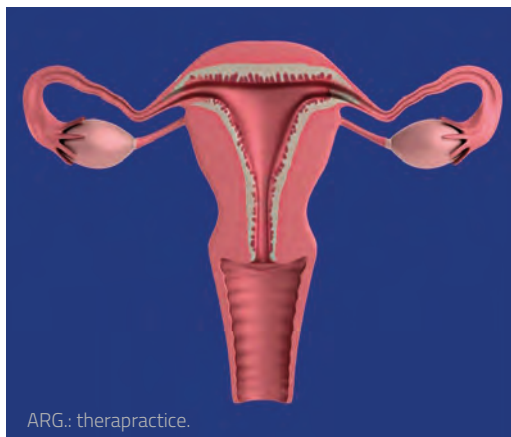
Izan ere, azken aldian egindako ikerketek agerian jarri dute euskararen eta iberieraren zenbaki-sistemek antza dutela, eta hain zuzen hamar zenbakiarena da adibide esanguratsuenetako bat: iberieraz "abar" eta euskaraz "hamar" esaten dira. Zenbakiaren inskripzioa ontziaren edukierarekin lotuta egon daitekeela uste dute Aranzadiko iker-tzaileek.

Beste pieza bat ere topatu dute. Italiatik ekarritako bernizez margotutako ontzi baten puska bat da, eta "basi" du idatzia. Ontziaren jabeari edo etxeari egin diezaioke erreferentzia, ikertzaileen ustez. ●

Obulutegiek funtzioa aldatzen dute menopausia ostean

Menopausiara iritsita obulutegiak inaktibo bihurtzen zirela uste zen. Alabaina, ikerketa batek agerian jarri du ezen, ugalketa-gaitasuna galtzen badute ere, obulutegiak immunitatearekin lotutako egitura bilakatzen direla.

Chicagoko Northwestern Unibertsitateko ikerketalde batek argitu nahi izan du zein aldaketa gertatzen diren obulutegietan urteak pasatu ahala. Horretarako, analisi histologikoak eta transkriptomikoak egin dituzte hainbat saguren obulutegietan. Ikerketak argitu du sagu helduenen obulutegiko zelulek guztiz galdu zutela ugalketa-funtzioa. Aldiz, beste zelula-mota batzuen presentzia areagotu zen, hala nola linfotitoena eta makrofagoena. Horrek iradokitzen du obulutegiak immunitatearekin lotutako organo bilakatu zirela.



Ikertzaileek diote menopausian zehar eta ondoren obulutegietan gertatzen diren aldaketek uste baino eragin handiagoa izan dezaketela inguruko ehunen zahartze-prozesuan. Gauzak horrela, eta segurutzat jotzen zenaren kontrara, obulutegiak ez dira funtziorik gabeko organo bilakatzen ugalketa-gaitasuna galtzen dutenean. ●

Erreginaren gelaxka berezia



ARG.: Yu Fang/Chinese Academy of Agricultural Sciences.

Erle erreginak hazteko mikroingurune bereziak behar direla argitu dute zientzialariek. Ez omen dira edozein baldintzatan ondo hazten. Kakahuete-formako gelaxkak eta baldintza biokimiko jakin batzuk behar dituzte.

Gelaxka horiek sortzen dituzten erle langile gazteak identifikatu dituzte, orain arte ikertzaileek ezagutzen ez zituztenak, eta erlauntzan funtsezko lana dutela argitu dute, erreginak gelaxka arruntetara pasatu dituztenean ez baitira ondo hazi.

Beren gelaxkak eraikitzen dituzten erle langileak besteak baino gazteagoak dira eta aktibitate metaboliko desberdina dute.

Ikerketak agerian utzi du oraindik asko dagoela argitzeko, erlauntzen arkitektura eta bertan sortzen diren mikroinguruneak ondo ulertu nahi badira. ●

Amazoniako kultura eta ezagutza murriztuko du klima-aldaketak

Klima-aldaketak eragin nabarmena izan dezake Amazoniako biztanleek erabiltzen dituzten landare askotan, eta, ondorioz, biztanle horien kultura eta ezagutza. Izan ere, kulturalki garrantzitsuak diren landareen eskuragarritasuna murrizteak, hizkuntza indigenen desagertzeko joerarekin batera, Amazoniako landare-espezieen erabilerei lotutako ezagutza dokumentatuaren laurdena galtzea ekar lezake mende amaierarako. Horixe da *Naturen* argitaratu duten [lan](#) baten ondorio nagusia. Lanak agerian uzten du klima-aldaketak Amazoniako ondare biokulturalari dakarkion mehatxua.

Amazoniako oihana ondare biologiko eta kulturalaren gune garrantzitsua da. Munduko biodibertsitatearen % 10 baino gehiago biltzen du, eta 400 talde indigena baino gehiago bizi dira han.

Amazoniako landareen erabilerari buruzko 90.000 dokumentu baino gehiago bildu zituzten ikertzaileek, 1504tik 2023ra bitartekoak. Eta ikusi zuten Amazoniako biztanleek ia 5.796 landare-espezie

erabiltzen dituztela, Amazonian ezagutzen diren landareen herena. Aurretik kalkulatzan zenaren bikoitza da hori.

Ondoren, 8.429 landare-espezieen banaketan 2060 eta 2080 artean klima-aldaketak nola eragingo duen simulatu zuten, eta ikusi zuten klima-aldaketak gehiago eragingo diela amazoniarrek erabiltzen dituzten espezieei, erabiltzen ez dituztenei baino. Gainera, ereduek aurreikusi zuten klima-aldaketaren eszenatoki baikorrean ere amazoniarrek erabiltzen dituzten landareen % 28 desagertuko direla. Horiekin batera desagertuko dira landaren horien erabilerak, eta, beraz, Amazoniako kultura eta ezagutzaren zati bat.

Ikertzaileek iradoki dute galera horiek ondorio kritikoak izango dituztela Amazoniako gizarteentzat, eta datu hauek abiapuntu gisa balio behar luketela Amazoniako ondare biokulturala zaintzeko eta leheneratzeko. ●



ARG.: Amazônia Real/CC-BY.

» Euskalduna bazara, egizu zure hautua: informa zaitez euskaraz.

Irakurri eta babestu BERRIA

Urteko ekarpena

100€

(0,27 euro egunean)

Gazteen* ekarpena

30€

(*) 30 urtetik beherakoak

Ekarpen berezia

120€

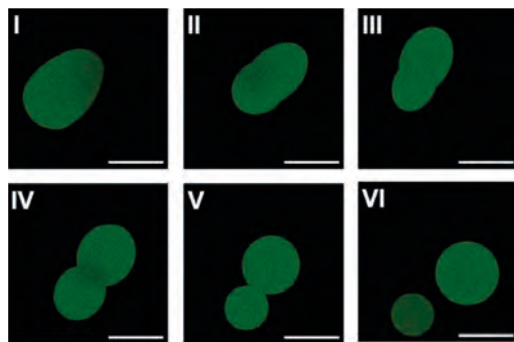
aukeratu zenbatekoa
(urtean 120 € edo gehiago)



Lehen zelula sintetikoa sortu dutela iragarri dute

Zelula baten oinarrizko funtzioak (elikatu, hazi eta ugaltu) betetzen dituen egitura sintetiko bat sortu dutela iragarri dute Minnesotako Unibertsitateko ikertzaileek. Aldizkari zientifiko batean argitaratu aurretik iragarri izanak kritikak piztu ditu zientzia-komunitatean, eta batzuek ez dute uste zelula deitzerik dagoenik ere egiturari, ez baitauka autonomia osoa, eta ugalketa-zikloa ere oso mugatua baitu, besteak beste. Hala ere, gehienek onartzen dute pauso garrantzitsua dela zelula sintetikoa lortzeko ikerketan.

Genoma artifizial bat du, 90.000 base-parez osatua eta zazpi plasmidotan banatua. Banaketa horrek funtzio desberdinak bereizita programatzeko aukera ematen du. Bikoizteko prozesua ere bereizita da: proteinak mintzean metatuz joaten dira, zelula bitan banatzen duten arte. Gainera, nolabait, eboluzionatzeko gai dela erakutsi dute: besteak baino azkarrago hazten zen aldaera bat sortu zuten, eta beste aldaerak ordezkatzeko gai izan zen.



Spudcell zelularen bikoizketa. ARG.: Kate Adamala, Adamala Lab.

Ikertzaileek nabarmendu dute honek erakusten duela biziaren oinarrizko funtzioek ez dutela txinparta magiko baten beharrik, eta sor daitekeela zelula bat, bizirik gabeko substantzia kimikoetatik abiatuta. ●

Barreari lotutako bi zirkuitu neuronal desberdin topatu dituzte garunean



Garuneko eremu desberdinetan sortzen dira barre espontaneoak eta barre konbertsazionalak. ARG.: Pxhere.

Barreak giza harremanetan dituen funtzioak agerikoak badira ere, zientzialariek ez dute ondo eza-gutzen garunean zer eremu hartzen duen. Garuna elektrikoki estimulatu jakin dute barreari lotutako [bi zirkuitu independente eta bereizi daudela](#), bat barre konbertsazionalari lotua eta bestea kontrolik gabe eta modu espontaneoan pizten den barreari lotua.

Barre espontaneoak sortzen duten zirkuituak kontrol motorrarekin eta erregulazio emozionalarekin lotutako eremuetan sortzen dira. Ondorioz, barremota horrek aldarteak hobetzen du eta poz- eta euforia-sentsazioak sortzen ditu. Barre konbertsazionalaren zirkuitu neuronalak, ordea, hizkuntzarekin lotutako garuneko eremuan sortzen dira, eta ez dute halako poz-sentsaziorik eragiten.

Ikertzaileek uste dute barre espontaneoak eboluzioan askoz ere lehenago sortu zela. Barre konbertsazionalak hizkuntzarekin batera sortutakoa izan liteke, negoziazio sozialarekin oso lotuta. Oraindik argitzeke dago, aldiz, zer zirkuituri jarraitzen dien barre urduriak. ●

Lur azpiko mikorrirek 110 kuatrilioi kilometroko sare globala osatzen dute

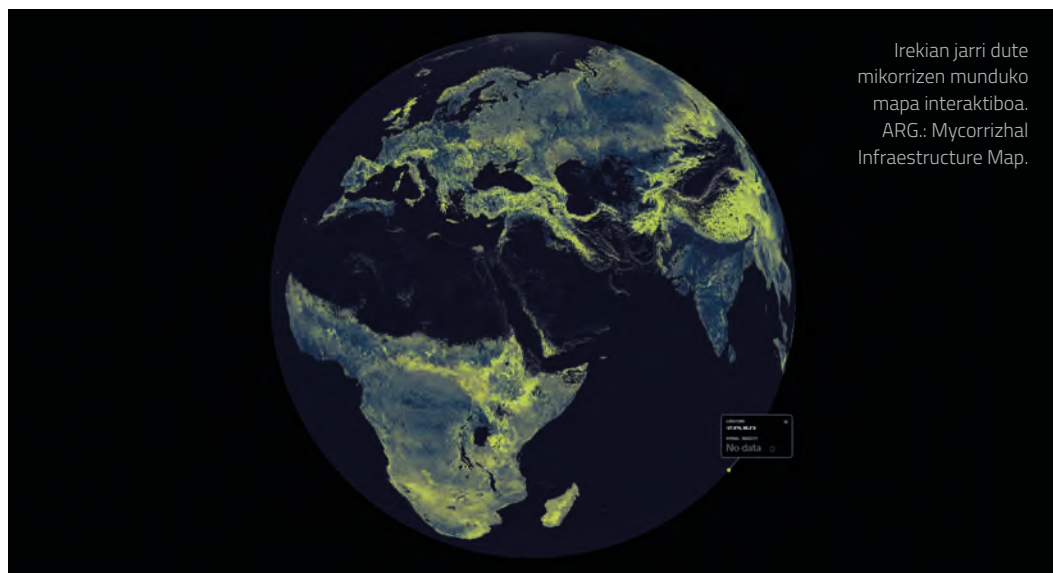
Bazekiten mikorriak landareen bizitzarako ezinbestekoak zirela, baina inork ez zuen kalkulatu zenbat eta non dauden. Desertuetatik hasi eta baso tropikaletaraino lurreko biomak aztertuta jakin dute, orotara, Lurretik Eguzkirako distantzia baino mila milioi aldiz handiagoa den sare bat osatzen dutela.

Lur azpiko mikorriak hodi mikroskopikoak dira, giza ile bat baino finagoak, baina Lurraren zirkulazio-sistema globala osatzen dutenak: hortik garraiatzen dira landareek lurretik xurgatzen dituzten nutrienteak eta ura. Landare-espezieen % 70k ezin du biziraun mikorrizarik gabe; beraz, ezinbestekoak

no horren zati bat lur azpiko onddoei ematen diete. Hala lortzen dute onddoek karbonoa lur azpian barneratzea. Horren truke, onddoek lurreko fosforoa, nitrogenoa eta ura jasotzen laguntzen diete landareei.

Mikorriza gehien eta gutxien dituzten lekuak

Munduko mapa osatu dutenean, deigarria egin zaie mikorriza-dentsitate handienak larreetan topatu izana: mikorriren biomasa globalaren % 40 daude haietan. Kontrara, nekazaritza intentsiboak mikorrirei kalte egiten diela argitu dute, mikorriren kopurua % 47 murrizten baita monokultiboetan, fungizidak eta ongariak erabiltzeagatik.



dira munduko biodibertsitatea bermatzeko. Orain, jakin da klima-erregulatzeko ere gakoak direla, gizakiok atmosferara igortzen dugun CO₂-aren % 11 finkatzen baitute lurpean. *Science* aldizkarian [argitaratu dituzte datuak](#).

Prozesua landareetan hasten da: atmosferako karbonoa fotosintesiaren bidez finkatzen dute, eta karbo-

Gutxitan gogoratzen gara lur azpiko bizidunak, baina zientzialariek azpimarratu dute klima-aldaketari aurre egiteko eta biodibertsitatearen galera ekiditeko ezinbestekoak direla. Areago, adierazi dute mapa hau oso kontuan hartu beharrekoa dela lurrak eta ekosistemak babesteko politikak diseinatzeko direnean. Denen eskura jarri dute [mikorriren munduko mapa interaktiboa](#).

Txakala hedatzen ari da Europan, otsoaren gainbeheraren bizkar

Txakala hedatzen ari da Europan, eta ikerketa berri baten arabera, otsoaren gainbehera da horren arrazoi nagusia. Joera horrek aurrera egingo duela ere iragarri dute, eta kalkulatu dute txakalak kontinentearen % 75era hedatzera irits litezkeela, gaur egungo eremua baino sei aldiz gehiago.



Txakal bat. ARG.: ©Martin Steenhaut/Martinsnature.com.

Otsoak, txakalen lehiakide zuzenak, garai batean oso hedatuta zeuden kontinente osoan; baina gizakiak eragindako jazarpenaren eta giza populazioak handitzearen eraginez izugarri txikitu da otsoen banaketa-eremua. Ipar Amerikan egindako ikerketek erakutsi dute gizakiak bultzatutako otso-gabezia onuragarria dela koioteentzat. Hain zuzen ere, txakalen oso antzekoak dira koioteak, bai tamainari eta bai ekologiari dagokionez. Baina Europan ere dinamika bera gerta ote litekeen ez zegoen argi.

Hain zuzen ere, hori argitu nahian, ikertzaileek 2001etik 2017ra bitartean Europako 13 herrialde-tako 8.991 lekutan bildutako txakal-uluen datuak aztertu dituzte. Eta ikusi dute txakalen presentzia lotuta dagoela elur-estaldurak gutxi irautearekin, tarteko baso-estalkiarekin eta urarekiko hurbiltasunarekin. Baina, faktore horien guztien gainetik, otsoaren presentzia da txakalena gehien baldintzatzen duena: otsorik ez dagoen lekuan dago txakalak egoteko probabilitaterik handiena, eta txikiena, berriaz, otso-talde egonkorrak dauden lekuetan.

Horrez gain, gizakiaren presentziak txakalak otsoetatik babesten dituela ere nabarmendu dute ikerketan. "Giza ezkutu" kontzeptua da hori, non animalia batzuk gizakietatik gertu geratzen diren, haien harpariek edo lehiakideek eremu horiek saihesten dituzten heinean. Hain zuzen ere, otsorik ez dagoen eskualdeetan gizakitik gertu dauden eremuak saihesteko joera dute txakalek; baina otsoak dauden eskualdeetan, gizakiengandik gertu gertatzeko joera handiagoa dute.

Gaur egun, txakalak Europako hego-ekialdean eta erdialdean daude gehienbat, nahiz eta gutxi batzuk agertu izan diren oso mendebaldean (2023an Araban aurkitu zuten bat, errepidean hilda) eta oso iparraldean ere (Artikoan). Ikertzaileek diotenez, kontinentearen azalera osoaren % 75 egokia izan liteke espezie horrentzat. Eta Europan otsoaren berreskurapenak txakalentzako eremu egokiak murriztu ditzakeen arren, litekeena da "giza ezkutu" efektu horrek, klima-aldaketarekin eta lurraren erabileraren aldaketarekin batera, haien hedapena errazten jarraitzea. ●

hik hasi laborategia

- ④ Hiru edo lau saio
- 🕒 Bi ordu eta erdikoak
- 📅 Astean zehar
- ✅ Homologatuak

Izen-ematea irekita

www.hikhasi.eus



2026-2027 IKASTURTEKO
ESKAINTZA BERRIA



*10 laborategi eskainiko
ditu hik hasik irailetik
abendura bitartean*

Adituaren mintzaldia

Irakasleen arteko solasaldia

Gako praktikoak



AZAROAK 6 OSTIRALA, Bilbon



AZAROAK 7 LARUNBATA, Donostian

Informazioa

www.hikhasi.eus



HAUR HEZKUNTZAKO JARDUNALDIA

Ni aitortzetik, gu eraikitza

Haurra subjektu izatetik subjektu komunitario izatera



Bidaia pedagogikoa Danimarkara



2027ko MARTXOAREN 29tik APIRILAREN 3ra

“

*Ikasle bakoitzak bere
lekua aurkitzen duen
eskola baten bila*

Danimarkara goaz ongizatea eta
komunitatea nola eraikitzen dituzten
ezagutzera

Informazioa



Energia berriztagarriei lotutako meatzaritzaren benetako inpaktua



ARG.: Gsmart-ao/CC BY-SA 4.0.

Mineral kritikoen erauzketak sortzen duen inpaktua oso gutxietsia dagoela ondorioztatu dute. Datuek erakutsi dute meatzaritzak zuzenean deforestatzen duen hektarea bakoitzeko inguruan beste 34 hektarea gehiago deforestatzen direla zeharka, meategietako azpiegiturek eraginda: putzuak, hondakinen urmaelak... Ondorioz, meategitik 20 kilometroraino zabaltzen da eragina.

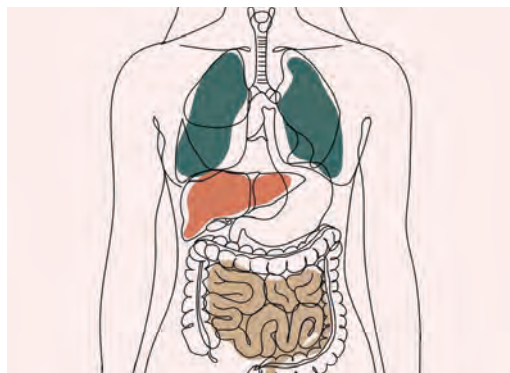
Hain zuzen ere trantsizio energetiko globalerako kritikoak diren mineralen erauzketa da inpaktu handiena duena: kobaltoak eta kupreak eragiten dute deforestazio gehigarri handiena beren inguruan. Burdin meategiek, ordea, urrutiko basoetan eragiten dute.

Ikertzaileen datuen arabera, Afrikan hiru herrialde-tan pilatzen da meatzaritzaren deforestazioaren % 45: Kongoko Errepublika Demokratikoan, Ghanan eta Madagaskarren. Eta ohartarazi dute ezen, klima-larrialdiak eskatzen duen trantsizio energetikoa justua izan dadin, beharrezkoa dela meatzaritzak zeharkako zero deforestazio eragitea. ●

Gibeleko minbizi erasokorrenetako baten itu terapeutiko bat identifikatu dute

EHuko eta IIS Biogipuzkoako zenbait ikertzailek gildatutako nazioarteko ikerketa batean argitu dute MARCO deritzon errezeptorea itu terapeutiko izan daitekeela gibel barneko kolangiokartzinoma tratatzeko.

Kolangiokartzinoma gibelako minbiziaren forma erasokorrenetako bat da, baita pronostiko txarrean dutenetako bat ere. Ikertaldeak frogatu du MARCO errezeptorea tumorearekin erlazionatutako makrofago-azpimota espezifiko batean espresatzen dela. Makrofago horiek tumorearen aurkako erantzuna moteltzen dute, eta, ondorioz, minbizia bera eta tumorearen ondoriozko fibrosia handitzen dute.



Kolangiokartzinoma gibelako minbiziaren forma erasokorrenetako bat da. ARG.: BiancaVanDijk/Pixabay.

Paziente batzuen tumore-laginak aztertuta, ikusi dute MARCOren adierazpen handia duten tumoreak erlazionatuta daudela biziraupen txikiagoarekin eta tumore-ingurune erasokorrarekin. Gainera, frogatu dute MARCOren aurka zuzendutako antigorputz bat tratamenduan erabiltzeak tumorearen tamaina murriztu zuela animalia-ereduetan, eta horrek are gehiago indartzen du estrategia honen balio terapeutikoa. ●

Zelula eukariotoen sorreran hainbat mikroorganismoak parte hartu zuten

Zelula eukariotoen sorrera uste baino luzeagoa eta konplexuagoa izan zela iradoki du ikerketa batek. Orain arte onartzen zen arkea baten eta bakterio baten arteko sinbiosiaz gain, ikerketak dio gutxienez beste bi bakterioek parte hartu zutela, baita birus erraldoiek ere. *Nature* aldizkarian argitaratu dute [ikerketa](#).

Orain arte onartutako hipotesiaren arabera, zelula eukariotoak (animalia, landare, onddo eta protistek) arkeo baten eta bakterio baten arteko sinbiositik sortu ziren. Bakterio hori mitokondrio bihurtu zen gero, eta horrek ahalbidetu zuen zelulen konplexutasunaren garapena. Ikerketa berri honek ez du mitokondrioaren garrantzia ukatzen, baina iradokitzen du prozesua luzeagoa eta konplexuagoa izan zela, eta protagonista gehiago ere izan zirela.

Bartzelonako Ikerketa Biomedikoko Institutuak (IRB Barcelona) eta Bartzelonako Superkonputazio Zentroak (BSC) gidatu dute ikerketa. MareNostrum superordenagailua erabiliz arkeologia molekular konputazionala egin dute. Lehenik eta behin, eukarioto guztien azken arbaso komunak izango lituzkeen geneen eta proteina-familiaren bilduma

berreraiki zuten. Ondoren, haien jatorria aztertu zuten, milaka bakterio, arkeozoo eta birusen genomen datu-baseekin alderatuz.

Mitokondrioaren jatorrian egon zen bakterioaz gain, beste bi bakterio-talderen aztarnak identifikatu dituzte: Myxococcota eta Planctomycetota. Lehenengoak funtzio metabolikoekin lotuta daude; besteak beste, lipidoekin eta mintzekin lotutako prozesuekin. Bigarrenak, berriz, bakterioetan oso ezohikoak diren barne-egiturak dituzte, eta horrek interes berezia ematen dio zelula konplexuen jatorria ulertzeko.

Horiez gain, birus erraldoiek utzitako gene-arastoak ere topatu dituzte; zehazki, Nucleocyto-viricota taldeko birusenak. Horiek ohiko birusek baino genoma askoz handiagoak dituzte, eta zelula bakarreko eukariotoak infektatzen dituzte. Iker-tzaileen ustez, birus horiek mikroorganismoen arteko gene-transferentziaren bitartekari gisa jardun zezaketen. Horrela, ekosistema berean bizi ziren organismoen artean material genetikoaren truketzea erraztuko zuten, eta horrek eukariotoen arbasoaren genoma moldatzen lagunduko zuen. ●



Zelula eukarioto
baten irudikapena.
Irudia: Kelvin Song/CC.

Saguzarrak intsektu-izurrien aurka

Euskal Herriko zazpi saguzar-kolonia handi eta iraunkorretan EHUKo ikertzaileek egin duten [iker-keta baten arabera](#), saguzarrek malgutasunez aldatzen dute dieta, eta unean-unean agertzen diren intsektuak jaten dituzte.



Rhinolophus ferrumequinum saguzarra, ikerketan aztertu duten espezieetako bat. ARG.: Charles J. Sharp/Sharp Photography/CC BY SA 4.0.

Balmasedako, Zarauzko, Matxinbentako, Uxueko eta Casedako saguzarren gorotzak ikertu dituzte, eta jandako intsektuen DNA-laginak aztertuta ikusi dute saguzarrek izurri izatera irits litezkeen intsektuen hiru tona jan dituztela beren ugalketa-eta kumaldi-garaian.

Intsektu horietako asko oharkabea pasatzen dira nekazari-entzat, eta, hortaz, ez dituzte neurriak hartzen haien aurka, baina mahastiei, fruta-arbolei, barazkiei eta fruitu lehorrei eragiten dieten izurrietako intsektuak ere detektatu dituzte saguzarrek jandakoen artean.

Ikerketak agerian utzi du saguzarrek funtzio garrantzitsua betetzen dutela nekazaritza-inguruneetako izurriak murrizteko. ●

Eszenatoki klimatiko onena eta okerreza baztertu dituzte

Klima-ereduak ebaluatzeko nazioarteko ekimenak mende bukaerarako eszenatoki klimatikoaren proiektzioak [berraztertu ditu](#). Zientzialarien ustez, nazioartean energia berriztagarriak zabaldu izanak eta ondorioz jada erregai fosilak baino merkeagoak izateak itzulezina egiten du berriztagarriek hartutako norabidea. Horrek utzi ditu lehen emaitzak: jada ez da errealista ikusten orain arte irudikatzen zen proiektzio klimatiko muturrekoena gertatzea, 5,7 °C-ko igoerara iristea.



ARG.: Pixabay.

Bestalde, politika klimatikoaren eraldaketa-erritmo motelak ikusita, zientzialariek ezinezkoa ikusten dute 1,9 °C-ko igoeraren proiektziorik onenean gertatzea ere. Gogorarazi dute oraindik asko falta dela larrialditik ateratzeko eta ezinbestekoa dela neurri zorrotzagoak hartzea. ●



[Albiste gehiago, webgunean](#)

**Gustuko
dituzun
gaiak
zure esku.**

Non-nahi.
Noiz-nahi.

JARRAI GAITZAZU



Haritz Sardon Muguruza

Kimikaria



*“Nahiz eta maila diferenteetan egon,
hizkuntza bera dugu gure artean”*

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Haritz Sardon Muguruza kimikariak (Donostia, 1983) EHUren Polimero eta Material Aurreratuak: Fisika, Kimika eta Teknologia izeneko sailean egin zuen doktore-tesia, eta, geroztik, horretan aritu da ikertzen, arrakasta handiz. Hain zuzen, gaur egun bere izeneko laborategia zuzentzen du ([Sardon Lab](#)), eta sari ugari jaso ditu; batzuk, nazioartekoak. Azken aitortza Espainiako Kimikako Errege Elkartearen eskutik jaso du: Ikerkuntzako Bikaintasunaren Saria, hain zuzen ere. Polimero jasangarrien garapenean ikeritzen jarraitzeko bultzadatzat hartu du Sardonek. Bere ikerketa-arloari lotuta erantzun die galderei ere.

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

Ni gehien harritu nauena, nire ikerketa-arlo hone-tan, da jendea oso xumea dela. Berdin da norekin hitz egiten duzun, izan kongresu batean, izan bidaia batean, berdin da hitz egitea irakasle ospetsu ba-tekin edo doktoretza egiten ari den ikasle batekin. Zure maila berean jartzen dira, denak daude prest laguntzeko.

Adibidez, doktoretza-ondorengo egiteko irakas-le oso entzutetsu batengana jotzen baduzu, han lekurik ez badauka ere, bideratuko zaitu beste la-borategi batera.

Nolabait esateko, nahiz eta maila diferenteetan egon, hizkuntza bera dugu gure artean. Horrek asko harritu ninduen hasieran, eta asko laguntzen du. Izan ere, lehen barnerakoiagoa nintzen lanean, baina, ikusita zeinen erraza zen edonori edozer gal-detzea, irekiagoa bilakatu nintzen. Asko ikasten da jarrera horri esker.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke?

Bi gauza nahiko nituzke. Batetik, gizarte mailan, gustatuko litzaidake pixka bat antiteknologikoa-goak bilakatzea. Ez dut esan nahi teknologiaren aurka egotea nahi dudarik. Noski, teknologiari zor diogu daukagun garapena. Baina bai egunerokoan uko egitea zenbait gauzatarako erabiltzeari eta oinarrira bueltatzea. Egia esan, jada ari naiz ikusten jende bat hasia dela horretan, eta uste dut gizar-tearentzat onuragarria dela.

Esaterako, erabaki nuen ez erabiltzea sare sozia-lak. Orain LinkedIn bakarrik daukat, eta lanerako erabiltzen dut. Harreman pertsonaletarako, kafe bat hartzeko geratzen naiz, edo elkarrizketa bat izaten dut, Whatsapp bidezko mezu-truke bat izan beharrean. Edo denbora Instagramen pasatu ordez, beste gauza batzuk egiten ditut.

Besteak nire ikerketa-arloarekin zerikusia dauka. Izan ere, plastikoen jasangarritasunean ikertzen dut, eta iruditzen zait material oso baliagarriak di-rela. Baina askoz ere gehiago birziklatu beharko genuke; igual ezin da lortu % 100 birziklatzea, baina bai % 50 edo % 70etik gorra. Material hori berrerabil-tzeko aukera edukitzea nahiko nuke. ●

Trantsizio energetikorako proposamenak

Egungo erronka ekosozial handienetako bat trantsizio energetikoa da. Nazioarteko eta estatu-mailako erakundeek (ez denek) helburu jakin batzuk adostu dituzte, 2030erako eta 2050erako. Estrategia orokorrak ere finkatu dituzte. Haiek ezartzean, baina, eztabaida sozialak eta ideologikoak sortu dira, lekuan leku.

Euskal Herrian, zenbait elkarte osatu dira, eztabaida horiei irtenbidea emateko helburuz. Haien artean daude Stop Fossilak eta Arabako Herri Unibertsitatea (AhU).

Lehenak horrela definitzen du bere burua: "Stop Fossilak elkarte klima aldaketak munduan eta Euskal Herrian dituen ondorioen eta herri bezala daukagun erantzukizunaren inguruan eztabaida sustatu eta proposamenak gizarteratzeko taldea da, arreta berezia jarritz erregai fosilen arazoan eta trantsizio energetikoan".

AhU, berriz, Kultura eta akademia sustatzeko Arabako Elkartea da, akademiako eta gizarteko zenbait esparruren arteko behetik gorako proiektu bat da. Orain arte ekonomia ekologikoaren, geografiaren eta zuzenbidearen ikuspegi poliedrikotik eztabaidatzeari ekin dio AhUk, eta adituen eta arituen ar-



teko elkarlana elikatuz joan da. Gaur egun, energia-trantsizioaren eta lurraldearen plangintzaren arteko gurutzaketari buruzko hainbat hausnarketa partekatu nahi ditu.

Bi elkarte hauetako kide banari eskatu diegu haien ikuspegiaren berri emateko: Stop Fossilakeko Gorka Lournaga Peña ekologia politikoan aditua, eta AhUko Unai Pascual García de Azilu ingurumen-ekonomialaria.



ARG.: KREAN

Gorka Lournaga Peña
Ekologia politikoa aditua
Stop Fossilak taldeko kidea



**Stop Fossilak eta
NEB 50 proposamena**

Unai Pascual García de Azilu
Ingurumen-ekonomialaria
AhUko kidea



**Bidezko trantsizio ekosoziala:
Klima-aldaketa, energia-
natura eta lurraldea uztartuz**

Gorka Laurnaga Peña

Ekologia politikoa aditua
Stop Fosilak taldeko kidea



Euskal Herriak XX. mende fosilistan jarraitzen du. Gure *Petro Herriaren* mix energetikoak hiru ezaugarri nagusi ditu: (1) Kontsumo handia —1,7 milioi auto eta bost aireportu—. (2) Fosilen mendekotasuna —% 80 gasa eta petrolioia—. Eta (3) kanpo dependentzia —ia % 90ekoa—. Gure abiapuntuko egoera kezkarri hori dela eta, *Bizitzaren alde, stop fosilak. Erregai fosiletatik berriztagarrietara, trantsizio justu eta azkarraren alde* izeneko manifestuarekin ekin genion gure taldearen ibilbideari aurtengo urtarri-laren 28an, klima-ekintzaren nazioarteko egunean, diagnostik ekintzara pasatzeko ordua dela aldarrikatzeko.

Gure kezka nagusietako bat denboraren dimentsioa da, jokoan dagoena ez baita soilik trantsizio energetikoa egitea, hura *garaiz* egitea baizik.



Horri dagokionez, azpimarratzekoa da EAEn ez dela parke berriztagarririk instalatu azken hogeit urteetan. Eguzki- eta haize-energia da IPCCren arabera gaur-gaurkoz eskura dugun neurri kostu-eraginkorrena, eta, beraz, deskarbonizazio azkar eta eskalagarri bat eragiteko ahalmen handiena duena.

Trantsizioaren *zenbat-nola-non* galderei erantzuteko, ariketa bat egiten ahalegindu gara gure web-orrian irakur daitekeen [NEB 50 proposamenaren](#) bitartez. Donut Ekonomian eta *Nature Communications* aldizkarian argitaratutako CLEVER Energy Scenario lanetan oinarritu gara 2050erako trantsizio-helburuak proposatzeko. *Nahikotasuna-Eraginkortasuna-Berriztagarriak* (NEB) trinomioan, deskarbonizazioan eta burujabetzan oinarritzen da. Hona laburrean:

- **Zenbat?** Nahikotasun- eta eraginkortasun-politika publikoen bidez azken energia kontsumoa % 45 jaitea proposatzen da. Helburu hori lortzeko, elektrifikazioarekin batera, mugikortasun- eta garraio-ereduaren eraldaketa, ekonomia zirkularraren printzipioek gidatutako industria-birmoldaketa eta eraikitako parkearen berrikuntza sakona behar dira.

Stop Fosilak eta *NEB 50* proposamena

- **Nola?** Trantsizio justu eta azkar baterako 10 printzipio proposatu ditugu; besteak beste, nahikotasuna, burujabetza, lurraldearekiko bateragarritasuna, inpaktu txikiena izatea eta demokratizazioa. Esaterako, jabetzari dagokionez, proposatzen da instalatutako erdia publikoa izatea 2050erako.
- **Non?** Euskal Herrian bertan gutxienez azken energiaren % 50 sortzea proposatzen da. Bi agertoki modelizatu dira: bat % 50eko burujabetzarekin (*NEB 50* deitu diogu) eta bestea, anbiotsuagoa, % 66koarekin (*NEB 2/3*). Nafarroak baliabide berriztagarri gehiago duenez, han EAerako planteatzen denaren ia hirukoitza instalatzea proposatzen da. Azkenik, sentsibilitate baxueneko eremuak lehenestea proposatzen da, eta, horretarako, beharrezkoa da lurraldeplangintza egoki bat.

NEB 50 gutxieneko agertoki bat dela esan daiteke: kontsumo-jaitsiera handia, burujabetza ertaina eta, ahal den neurrian, teiltuetako fotovoltaikoa erabi-

liz. Gutxieneko agertoki horretan, 5.000 MW berri instalatu beharko lirateke parke eoliko eta fotovoltaiako artean. Gaur egun 2.000 MW inguru daude, eta horietatik 1.500 Nafarroako eolikoak da. Konparaziorako, Labrazako proiektu eolikoak 40 MW ditu. Frontoi baten teiltatuko instalazio fotovoltaiko batek 0,1 MW.

Agertoki horretan, 700 aerosorgailu inguru izan beharko genituzke lurralde osoan —gaur egun daudenak baino gutxiago kopuruari dagokionez, baina handiagoak— eta 7.200 hektarea fotovoltaiakoarentzat, 2050erako. Orotara, Euskal Herriko lurraldearen % 2 baino gutxiago.

Proposamen gehiago behar ditugu eta ongietorriak izango dira, proposamenen garaian baikaude. Eta, ez bada hemen, orduan non? Ez bada jaitsiera hori, zenbatekoa? Ez bada orain, noiz? ●

Bidezko trantsizio ekosoziala: Klima-aldaketa, energia- natura eta lurraldea uztartuz

AhU energiaren, lurraldearen eta klima-aldaketaren aurkako borrokaren inguruko hausnarketak harilkatzeko jaio zen, orain dela urte bat baino gehiago. AhU Euskal Herriko energia-trantsizioaren egungo testuinguruaren diagnostikoa eskaintzen ibili da, erabat finkatutako lurralde-plangintza ahulak markatua, energia-azpiegituren hedapenak lurraldean, paisaian eta espazioaren antolaketan dituen ondorioak aztertuz. AhUk azpimarratzen du bidezko energia-trantsizioa energiaren sektoretik askoz harago doan prozesu estrategiko, kolektibo eta lurralde-jasangarritasunari lotutako gisa jorratu behar dela.



AhUren premisa zera da: krisi ekosoziala gurean da, batzuetan ikusezina badirudi ere, eta bertan txirikordatzen diren bioaniztasunaren eta klimaren krisi globalaren isla da. Horren aurrean, natura, harekiko euskal gizarteak dituen askotariko balioak eta erregai fosilen erabilera murriztean oinarritutako politika publikoak abian jartzeko beharra azpimarratzen dugu.

Orobat ondorioztatzen dugu ezinbestekoa dela jasangarritasunetik oso urruti dagoen gure euskal metabolismo soziala berraldatzeko egiturazko baldintzak ahalik eta azkarren diseinatu eta martxan jarri behar direla. Hortxe kokatzen dugu, hain zuzen ere, energia berriztagarrietan oinarritutako eredu baten beharra, beti ere lurraldea eta bertan bizi diren pertsonak eta natura errespetatuko dituen.

Euskal lurraldetasunaren askotariko ikuspuntuak kontutan hartuz, gizarteak berak ondorioztatu behar du zein den bidezkoa izan behar duen energia-eredu hori. Horretarako, datuak, prozesu partehartzaileak eta askotariko ikuspegi eta balioak elkarrekin partekatu behar dira. Horretarako sortu



Unai Pascual García de Azilu

Ingurumen-ekonomialaria
AhUko kidea

da AhU, bide horretan lagungarri izan daitezkeen tresnak sortu eta partekatzeko. Erronka, zalantzarik gabe, konplexua da.

AhUren hausnarketetatik eratorritako ondorioetako bat haxe da: lurralde-ikuspegitik, Euskal Herriak lurralde-antolamendurako eta hirigintzarako lege garrantzitsuak ditu. EAEn, adibidez, Lurralde Antolamenduaren Legea, Lurralde Antolamenduko Zuzentarauak, Lurralde Plan Partzialak eta Lurralde Plan Sektorialak daude. Hala ere, lurralde-antolamenduaren oinarriak sarritan urratzen dira. Beraz, gizarteak adi egon behar du botere publikoen jarduna fiskalizatzeko. Azpimarratu behar da, baita ere, noski, enpresa pribatu erraldoiek, Solaria kasu, duten lobby-boterea gizarteari inposatzeko arriskuaren aurrean erantzun bateratuak emateko beharra. Hori egin ezean, trantsizioaren inguruko teoria borobilak hutsaren hurrengo bilakatzen baitira.

Energia-trantsizioa gauzatzeko, lurraldearen kudeaketak tratamendu bidezkoa eta demokratikoa izan behar du: herritarrei parte hartzeko aukera eman behar zaie, informazioa modu garden eta eskuragarrian jasotzeko aukera bermatuz, kontuan hartuta lurraldea ondasun publiko babestu beharreko bat dela, jabetza norena den alde batera utzita. Adibidez, lurralde-antolamenduaren politikak ezin du egon natura babestetik eta nekazaritza-politikatik aparte. AhUk gai horiek guztiak jorratzen ditu, zehaztasun teknikoarekin eta baita herritik sortzen diren hausnarketak jasoz. ●

Maite Solas Zubiaurre

Alzheimerraren ikertzailea

*“Nire hipotesia da alzheimerra
gaixotasun metabolikoa dela”*

Ana Galarra Aiestaran • Elhuyar Zientzia

Argazkiak: Gorka Rubio/©Foku



Maite Solas Zubiaurre ikertzaileak (Elgoibar, 1983) bi dirulaguntza jaso ditu duela gutxi, alzheimerrean metabolismoak duen eragina ikertzeko: batetik, Europako Batasunak ikerketa zientifiko esanguratsuenei ematen dien ERC Consolidator Grant izenekoa, eta, bestetik, Pasqual Maragall Fundazioak alzheimerra eta adinari lotutako neuroendekapenezko beste gaixotasun batzuk ikertzeko ematen duena. Babes horrek erakusten du zenbaterainoko garrantzia duen Solasen ikerketak. Ikerketari buruz ez ezik, tratamenduez, diagnostikoaz, prebentzioaz eta generoaz ere aritu da Solas elkarrizketan.

Nola iritsi zara alzheimerra ikertzeraz?

Zuzenean iritsi naiz, egia esan. Hasieratik neukan ikertzeko grina, eta kimika, biologia eta horrelakoak gustuko nituen. Hala, farmazia aukeratu nuen, eta, horren barruan, farmakologia gustatzen zitzaidan gehien. Gero, farmakologiako sailera joan nintze-nean tesia egiteko galdetzeraz, esan zidaten sailean denak neurozientzietan aritzen zirela. Eta alzheimerrak beti erakartzen du, gizartean daukagun arazo larrienetako bat baita. Hortaz, hor sartzeara erabaki nuen, eta ordutik ez naiz atera.

Hasi zinenetik, asko aldatu da alzheimerri buruzko ikuspegi zientifikoa?

Bai, dezente aldatu da. Alois Alzheimer neurologoak idatzi zuen lehen aldiz alzheimerraz, 1906an, eta ordurako jada esan zuen garunean metatzen zirela bi proteina arraro, baita neuronak hiltzen zirela ere. Gaur egun badakigu zein diren proteina horiek eta ikusten dugu neuronak hiltzen direla, baina birtartean igaro den denbora honetan guztian galdera izan da: zerk eragiten du bi proteina horiek modu arraro horretan tolesten hastea? Tesia egiten hasi nintzenean, jada kausa horren bila genbiltzan. Eta hori oraindik ere erantzun gabeko galdera da.

Baina egon dira aldaketak. 1990eko hamarkadan egon zen korrante oso indartsu bat proteina horietan jartzen zuena foku guztia. Korrante hori bultzatu zuena oraindik bizi da, eta jarraitzen du bere tesia babesten. Baina beste batzuek uste dugu badagoe-la beste arrazoren bat horren gainetik. Nire tesia, hain zuzen ere, arrisku-faktoreei buruzkoa izan zen, eta horretan jarraitzen dut.

“Orain badakigu faktore genetikoa daukaten gaixoak % 5 baino gutxiago direla”

Arrisku-faktoreen barruan, tesian estresaren eragina ikertu nuen; orain, berriz arazo metabolikoetara aldatu naiz: obesitatea, diabetesa... eta ildo horretan jarraitzen dut.

Estresa eta metabolismoa aipatu dituzu; ingurune-eragileak, baita fisiologikoak ere. Ez, ordea, genetikoak.

Bai, hor aldaketa handia egon da. Izan ere, orain badakigu faktore genetikoa daukaten gaixoak % 5 baino gutxiago direla. Hori lehen ez zekiten, eta jarraitzen du halako mito faltsu bat izaten gizartean.

Zientzialarientzat ez, baina nire amari galdetzen badiozu, adibidez, esango dizu familiako gaitza dela. Eta norbait diagnostikatzen dutenean, jende askok jarraitzen du pentsatzen familian nork eduki zuen lehen.

Jatorri genetikoa dutenak, baina, % 5 baino gutxiago dira, eta kasu horiek eragiten dituzten mutazioak oso-oso definituta daude. Analisi genetiko bat eginenez gero eta horietako mutazioen bat edukiz gero, aukera pila bat daukazu alzheimerra garatzeko. Baina kasu gutxi dira, eta nahiko bereziak, gainera. Oso goiz hasten dira, eta bilakaera oso azkarra dute.

“Gaixotasunaren hasieran astrozitoak hipermetaboliko bihurtzen direla dirudi”

Kasuen % 95ean, ordea, jatorria ez da genetikoa, eta bilakaera ere ez. Pazienteak beranduago diagnostikatzen dira, eta, gero, oso progresio motela dute. Hortaz, pazienteak urteak eta urteak daude gaixorik, horrek dakarren zamarekin, gizartearentzat, eta, batez ere, beraientzat eta beren ingurukoentzat. Hori da, gainera, zamarik handiena, ingurukoena; eta hori askotan ahazten zaigu. Pasqual Maragall Fundazioaren iazko kanpainaren leloa horixe izan zen: “Nork zaintzen du zaintzailea?”

Hitz egingo dugu alderdi sozialaz, baina, fisiopatologiara itzulita, zuk astrozitoak ikertzen dituzu, neuronak baino gehiago.

Hori da. Garunean zelula-mota desberdinak daude, eta alzheimerrean badakigu neuronak hil egiten direla. Baina beste zeluletan ere badaude aldaketak, eta badute zeresana. Metabolismoaren ikuspegitik begiratuta, garunak glukosa pila bat kontsumitzen du: gure gorputzaren pisuaren % 2 inguru pisatzen du, eta, egonean, gorputzeko glukosaren % 25 erabiltzen du, gutxi gorabehera.

Alzheimerrean normalean sintomak jada aurreratuta daudenean antzematen da. Fase horretan pazientearen garuna aztertzen badugu PET bidez [positroi-emisio bidezko tomografia], ikusiko dugu hipometabolismoa dagoela, glukosa gutxiago gastatzen dutela. Horri azalpen hau ematen zitzaion: neurona horiek aktibitate gutxiago dutenez, garun horrek glukosa gutxiago gastatzen du.

Hori ikusita, ikusi nahi izan nuen zer gertatzen zen glukosa murrizten bagenien garuneko zelulei; zehazki, astrozitoei. Eta hor dago serendipia hori, hor dago zorte-puntu bat edukitzea. Izan ere, saguetan, uste nuen astrozitoei glukosa kentzean alzheimerrean azeleratuko nuela. Baina emaitza kontrakoa izan zen: saguek hobera egin zuten!

Hortik sortu zitzaidan alzheimerrean gaixotasun metaboliko baten ikuspegitik aztertzeko ideia. Hala, planteatzen dudana da gaixotasunaren hasieran garuna nahasi egiten dela eta astrozitoak hipermetaboliko bihurtzen direla. Nolabait esateko, astrozitoak igartzen hasten dira hor arazoren bat



dagoela, eta, arazo horri aurre egiteko, hasten dira glukosa gehiegi erabiltzen. Gero, une bat iristen da zeinetan nekatu egiten baitira, eta orduan apurketa metabolikoa gertatzen da. Fase horretan egiten badiegu pazienteei PETa, ikusten dugu garuna hipometabolikoa dela.

Literatura begiratu nuen, eta bazeuden ikerketa batzuk hasierako faseetako hipermetabolismo hori erakusten zutenak. Ikerketa horietako bat Pascual Maragall Fundazioko ikertzaile batek egina zen.

Eta orain Pasqual Maragall Fundazioarekin ari zara elkarlanean, Jordi Duran Castells ikertzailearekin batera.

Pasqual Maragall Fundazioak urrea dauka, 4.000 pertsonako talde bat baitauka, alzheimerre duten pazienteen senidez osatuta: seme-alabak, anai-arrebak... Senide horiek ez dakite alzheimerren mutazioa duten edo ez, edo alzheimerre garatuko duten edo ez, baina ikerketan parte hartzen hasten diren unean kognitiboki osasuntsu daude, testak oso ondo egiten dituzte, eta ez daukate baltare arazorik.

Pertsona horiei epe luzeko jarraipena egiten diete. Talde horretako batzuk jada positibo ematen ari dira adierazle batzuetan, baina oraindik kognitiboki osasuntsu daude, ez daukate sintomarik. Baina PETean hipermetabolikoak dira.

Bestalde, Jordi Duran oso aditua da glukogenoan. Glukosa metatzeko modu bat da, eta astrozitoek badute hura gordetzeko gaitasuna. Horrela, glukosarik ez dagoenean, glukogenoa apurtu daiteke

eta glukosa erabili. Hori, garunetik kanpo, gibelak egiten du.

Jordik Lafora gaixotasuna ikertzen du. Gaixotasun oso arraro eta larria da, nerabezaroan azaltzen dena, eta glukogenoa garunean modu aberrantean eta gehiegizkoan metatzeagatik agertzen dena. Epilepsia eta dementzia eragiten ditu, eta ez du sendabiderik. Kontua da kongresu batean topo egin genuela. Gure ikerketek hasi ginen hizketan, eta, hantxe, kafetegian, sortu genuen Pasqual Maragall Fundaziora aurkeztu dugun proiektua.

*“Pasqual Maragall
Fundazioak urrea dauka,
4.000 pertsonako talde bat
baitauka”*

Orain, bost urte dugu proiektu hori gauzatzeko, eta dugun abantaila da aztertu dezakegula zer gertatzen den hasierako fase horietan. Ez baita gauza bera, inondik inora ere, sagu ereduekin edo pertsonekin ikertzea. Noski, saguak behar dira pertsonetan egin ezin diren ikerketa batzuk egiteko, baina erabilera horrek ere sortzen ditu arazo etikoak. Eta, bestetik, saguek berez ez dute alzheimerrik. Hortaz, erabiltzen ditugun saguak genetikoki eraldatuak dira, eta duten alzheimerre genetikoa da. Alegia, pertsonetan gutxi azaltzen den alzheimer-mota bat.

Alzheimerra ez da, orduan, gaitz bakar bat. Hau da, izen eta sintoma beraren barruan egon daitezke aldaera desberdinak?

Hala da, bai. Hori botikekin ikusten da, adibidez. AEBko sendagaien eta elikagaien agentziak, FDAk, onartu zuen lehena Adukanumaba izan zen. Beta-amiloide plakak desegiteko balio du, baina kasuen % 3rentzat bakarrik zen onuragarria. Ikertzaile askok kanpaina egin zuten erabakiaren kontra, eta nik ere babestu nuen kanpaina hura, ez baitugu uste % 3ak justifikatzen duenik botika kaleratzea. Are gehiago: hiru saio egin ziren botika harekin, eta haietako bakarrean eman zuen % 3a. Bestee-tan, ezta hori ere. European ez zen onartu, eta orain ekoizteari ere utzi diote.

“Uste dut soluzioa ez dela izango botika bakar bat, eta diagnostiko goiztiarra ere ez dela etorriko adierazle bakar batetik”

Aldiz, Europako sendagaien agentziak (EMA) onartu ditu lekanemaba eta donanemaba. Horiek ere beta-amiloide plakak desegiteko funtzioa dute, baina pazienteen % 30entzat bakarrik dira egokiak, eta albo-ondorio nabarmenak dituzte. Egia da itxaropena piztu dutela, baina garrantzitsua da jendeak jakitea oso erabilera mugatua dutela eta onura ere ez dela erabatekoa.

Hori ulertzea inportantea da; bestela, medikuak norbait ez badio errezetatzen, pazienteak pentsa dezake aukera bat ukatzen diola. Eta ez da hori. Kontua da, gainera, gaitzaren lehen faseetan hartu behar direla, eta diagnostikoa, normalean, oso berandu etortzen da.

Metabolismoan eraginda, agian ireki daiteke beste bide terapeutiko bat? Adibidez, GLP-1 agonistak, lehen diabetesarentzat erabiltzen zirenak, orain obesitaterako ere erabiltzen dira, eta ikusten ari dira garunean ere eragiten dutela.

Hain zuzen ere, ikusten ari dira Ozempic-en erako botika horiek balio dezaketela parkinsona tratatzeko. Saio bat jada III. fasean dago, eta nik badut itxaropena. Izan ere, botika horiek eragin zuzena dute garunean. Argaltzeko erabiltzen direnean ere, eragina garunaren bidezkoa da, jateko grina kentzen baitute.

Hala ere, nire irudipena da soluzioa ez dela izango botika bakar bat, eta diagnostiko goiztiarra ere ez dela etorriko adierazle bakar batetik. Diagnostiko goiztiarrerako, seguru asko, adierazle bat baino gehiago izan beharko dira kontuan, eta haien arteko konbinazioak emango digu arriskuaren berri. Adibidez, arrisku aterogenikoa neurtzeko, odolean dauden kolesterol-mota desberdinen mailak, triglizeridoak, bihotzaren jarduera eta beste faktore batzuk hartzen dira kontuan. Bada, berdin alzheimerra diagnostikatzeko.

Hori da gaixotasun metaboliko gisa ulertzearen abantaila. Eragingo dute parametro batek baino gehiagok, eta etorriko dira bizimodutik, elikadura-



...tik, estresetik, hanturatik... Eta, gero, tratamenduak izan beharko du pertsonalizatua.

Horrez gain, badago korrante bat ulertzen duena garunaren garapenean gertatzen diren aldaketen ondorio dela alzheimerra, baina ez zahartzaroan, baizik eta askoz ere lehenago. Garapenari berari lotutako asaldua izango litzateke.

Gaitzari lotutako faktore asko aipatu dituzu. Horien artean, zenbateko garrantzia dute sexuak eta generoak?

Izugarrizko garrantzia. Emakumeek askoz ere arrisku handiagoa dute alzheimerra garatzeko gizonek baino. Eta hor dago sexuaren aldagai bat, hormonon eragina ikusten baita. Badakigu, adibidez, menopausian gertatzen den estrogeno-jaitsierak arriskua handitzen duela. Hala ere, oraindik asko dago ikertzeko; esaterako, ez dakite garbi zer ondorio duen ordezkio hormona-terapiak.

Baina dena ez da sexua. Generoa ere bada. Badirudi emakume askok gizartean duten rolaengatik pairatzen duten estresak eta zamak ere eragiten duela alzheimerra garatzeko arriskuan.

Oraingoz, prebentzio eraginkorrena hori da, hain zuzen, bizi-ohitura osasungarriak izatea: elikadura, ariketa fisikoa eta kognitiboa...

Hortaz, esan dezakegu alzheimerra, berez, osasun publikoko arazo bat dela, ez dela gaixotasun indibidual bat?

Bai, bai, guztiz. Osasun publikokoa da, argi eta garbi. Horrela ikusi beharko genuke, eta horrela hartu

beharko genuke. Behar dira hezkuntza, baliabideak eta tresnak bizimodu osasuntsua izateko, eta ikuspegi soziala.

Azken finean, gizartea zahartzen ari da, eta alzheimerra eta gaixotasun neurologikoak hazten ari dira. Horrek sekulako inpaktu ekonomikoa dauka, baita emozionala ere. Eta alderdi hori ere aintzat hartu behar da. Familiek zama handia dute, eta hori osasun publikoko auzia da, zalantzarik gabe.

“Badirudi emakumeak gizartean duten rolak ere eragiten duela alzheimerra garatzeko arriskuan”

Elhuyar aldizkariak elkarrizketa hau hamar urte barru egingo balizu, zer gustatuko litzazuke konstatzea?

Bada, gustatuko litzaidake esatea lortu dugula frogatzea hasierako fase horietan badagoela hipermetabolismo hori. Eta agian ez dugu izango botikarik, baina espero dut adierazleak izatea. Eta gustatuko litzaidake gizarteak ere beste era batera ikustea gaixotasun honek duen eragina. ●

Posta-kodeak eragina du haurren burmuineko egituran

Irati Diez Virto • Elhuyar Zientzia

Zein modutan dira ezberdinak haurren burmuinak beren artean? Zein da ezberdintasun horren arrazoi nagusia? Ikerketa batek argitu duenez, erantzuna maila sozioekonomikoa da.

Ez daude bi burmuin erabat berdinak. Giza burmuin guztietan funtzio batzuk eremu jakin batzuetan daude kokatuta: entzumena, ikusmena, gorputze-ko mugimenduen kontrola eta abar. Guztion artean partekatzen ditugun eremu horiek burmuin osoaren erdia besterik ez dira; beste erdiaren egitura espezifikoa da pertsona bakoitzarentzat.

Hamarkadetan zehar, neurozientzia saiatu da ezberdintasun horien zergatia azaltzen. Hainbat faktore ikertu dira, hala nola adimena, loa, jarduera fisikoa, osasun mentala, pantailen erabilera edo elikadura. Alabaina, zaila suertatu da faktore horietako bakoitzak zenbaterainoko garrantzia duen zehaztea.

2017an abian jarri zen Amerikako Estatu Batuetan Nerabeen Garuneko Garapen Kognitiboaren Azterketa (ABCD, ingeleseko sigletan). Azterketa horrek nerabeen osasuna eta burmuinaren garapena ikertzea du helburu. [Washingtongo Unibertsitateko Medikuntza Eskolako ikerketa-talde batek](#) 9 eta 10 urte bitarteko 4.000 haur baino gehiagoren datuak hartu ditu handik, beren burmuinak alderatzeko eta alde horien zergatia ulertzeko.

649 aldagai erabili dituzte haurren burmuinen egituran eraginik duten aztertzeko; haien artean, eguneroko ohiturak, familien ezaugarriak eta ingurumen-aldagaiak. Aldagai horien guztien artean, posta-kodearen bidez irudikatutako maila sozioekonomikoak izan du asoziazio indartsuena.

“Desberdintasun sozialak eta ekonomikoak kontuan izan gabe, zaila izan daiteke burmuinaren eta portaeraren arteko asoziazioak ulertzea”

Faktore hori burmuineko sistema motore eta sensorialekin erlazionatu da gehienbat, eta horrek harritu ditu ikertzaileak. Uste zen maila sozioekonomikoak erlazio estuagoa izango zuela arretarekin edo kontrolarekin, baina ez da hala izan. Beraz, gehiago sakondu zuten. Beste datu batzuk aintzat hartuta, ikusi dute erlazio zuzena dagoela maila

sozioekonomikoaren eta loaren, estimulatzailen efektuaren, estresaren eta asaldurarekin lotutako beste fenomeno batzuen artean. Egileek adierazi dute ezin dela kausalitatea ziurtatu, baina uste dute korrelaziotik harago doan erlazio bat dagoela.

Beste ezusteko bat izan da adimen-kozienteak erlazio estua duela maila sozioekonomikoarekin. Egileen esanean, horrek ez du adierazten haurren inguruak erabat zehazten duenik haren gaitasun kognitiboa, baizik eta, agian, adimen-kozienteak ez duela zehazki neurtzen guk neurtzea nahi duguna. Desberdintasun sozialak eta ekonomikoak kontuan izan gabe, zaila izan daiteke burmuinaren eta portaeraren arteko asoziazioak ulertzea. Haur baten

adimenaren zantzua zirudienak bere haurtzaroko baldintzak islatu ditzake.

Argitu behar da maila sozioekonomikoa familiako diru-sarreretatik harago doala. Barne hartzen ditu auzoa, baliabideen eskuragarritasuna, egonkortasun ekonomikoa edo haurtzaroko ingurunea, eta aldagai horiek eragin zuzena izan dezakete haurren estres-mailan eta lo-ohituretan. Beraz, egileek zabaldu nahi izan duten mezua zera da: haurrak hazten diren inguruneak ez du soilik eragiten beren ongizatean edo hezkuntza-aukeretan, baita burmuineko egituraren ere. ●

Maila sozioekonomikoak
erlazioa du adimenarekin.
ARG.: picjumbo_com/Pixabay.







Txernobyl eta nuklearrak 40 urteren ondoren

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

2026ko apirilaren 26an, 40 urte bete ziren Txernobylgo zentrolean inoizko istripu nuklear larriena gertatu zenetik. Erradioaktibitatekin babesteko, eskusio-eremu bat sortu zuten inguruan. Denborarekin, eremu hura naturaren biziberritzearen ikur bihurtu da. Bitartean, energia nuklearrari buruzko ikuspegia ere aldatzen joan da Europan.

Duela 40 urte eta erdi, akats batzuen ondorioz, Txernobyngo zentral nuklearreko laugarren erreaktorearen nukleoa gehiegi berotu zen, eta lehertu egin zen. Leherketak material erradioaktibo ugari askatu zuen, eta hodei toxikoa 162.000 km² hedatu zen.

Istripuaren ondotik, Sobietar Errepublika Sozialisten Batasunaren gobernuak 130.000 pertsona atera zituen beren etxeetatik, zentralaren inguruan 30 km-ko erradioko eskusio-eremua ezarri zuen, eta garbiketa-lanak agindu zituen. Oraindik ere, lur haiek eskusio-eremuan daude, baina, Ukrainiako gerra hasi aurretik, Txernobyngo hirian, zentraletik 14 kilometrora, 2.000 pertsona bizi ziren, nahiko bizimodu arrunta eginez. Izan ere, leku askotan, erradiazioaren % 90-95 desagertu da.

Hala baieztatu du German Orizaola Pereda Ovie-doko Unibertsitateko zoologoak. Duela 10 urte joan zen lehen aldiz ikertzera eremu hartara, eta, geroztik, behin baino gehiagotan izan da, bilakaera ikusteko. Gerra hasi zenetik, ordea, ikerketak eten da daude, eta saminez jarraitzen ditu hango berriak.

Orizaolak ondo gogoan du Txernobylen ingurura ikertzera joateko aukera sortu zitzaionekoa: “Zoriz izan zen; Uppsalako Unibertsitatean lanean ari nintzela, kongresu batean topatu nuen ikertzaile bati esker. Bere ikertaldeak erradiazioa ikertzen zuen, eta nik, berriz, anfibioak. Europako proiektu batean sartu nintzen, eta gero nire proiektuekin jarraitu nuen”.

Aitortu du ez ziola beldurrik eman: “Leku bakana da, oso-oso interesgarria ikuspegi zientifikotik, eta

gainera, banekien ez zegoela arriskurik. Ezin zara han bizitzen geratu, baina, lanean igarotzen duzun denboran eta zentzuzko neurri batzuk hartuta, badakizu ez zaizula ezer gertatuko. Dokumental eta turismo-agentzia batzuek arriskutsua balitz bezala saltzen dute, eta zeinen ausartak diren erakutsi nahi duten *matxoek* hori bilatzen dute, gainera. Baina, berez, horretarako baino interes handiagoa du natura-turismorako, balio natural izugarria delako”.

“Ikusi orduko jabetzen zara zenbaterainoko ahalmena duen naturak bere onera etortzeko”

Nolanahi ere, alderdi zientifikoak erakarrita joan zen hara Orizaola: “Ikusi orduko jabetzen zara zenbaterainoko ahalmena duen naturak bere onera etortzeko”. Hain zuzen, eremu hark lezio asko ematen dituela uste du, eta bi nabarmentzen ditu: “Bata teknikoa da: zer bilakaera duten konposatu erradioaktiboek eta nola kudeatu behar den istripu nuklear bat. Eta bestea da niri interesatzen zaidana: zer gertatzen den bere kasa uzten baduzu 4.500 km²-ko eremu bat”.

Azalera hori Bizkaia eta Gipuzkoak elkarrekin dute, baina handiagoa da. Ikertzailearen esanean, Bizkaia jenderik gabe utziz gero, deboraren poderioz, basoak sortuko lirateke denean, eta aberastasun natural izugarria sortuko litzateke. “Hori da Txernobylen leziorik handiena. Natura kontserbatu nahi dugula diogu, eta, era berean, mendi-lasterketak

antolatzen ditugu, turismoa sustatzen dugu... Horrela, jarduera batzuetarako leku erakargarri bat izango dugu. Baina hori ez da natura kontserbaztea. Ondo egin nahi badugu, beste era batera egin beharko dugu”.

Ikertzaileari deigarria zaio, adibidez, nola hazten diren basoak: “Basoen ertzetan, ikusten dituzu zuhaitz gazteak, metro gutxi batzuetakoak, inguruko lurrak hartzen. Hemen, berriz, basoak zedarrituta daude, azpiegiturak edo bestelako mugak jartzen dizkiegu”. Aitortu du hegazti batzuk gutxitu direla, adibidez, soroetan bizi ziren enarak, baina

horiek erraz migratzen dute beste leku batzuetara. Oro har, dibertsitatea handitu egin da.

Anfibioak, adierazle onak

Anfibioak, Orizaolaren espezialitatea, animalia aproposak dira ekosistemen leheneratzea aztertzeko, ingurumen-kalitatearen adierazle onak baitira. “Batetik, lurrean eta uretan bizi dira. Hibernatzeko lurrazpian sartzen dira, eta putzuen hondoan ere ibiltzen dira. Hortaz, leku horietan erradiazioa balego, eragingo lieke. Bestetik, ez dira askorik mugitzen. Horrek erradiazio-maila desberdinak dituzten lekuetako anfibioak konparatzeko aukera



German Orizaola Pereda erradioaktibitate-maila neurtzen. ARG.: German Orizaola Pereda.

ematen digu". Kontrolerako, berriz, Ukrainiako beste lekuetako anfibioak erabiltzen dituzte.

Orizaolak gogora ekarri du hara iritsi eta berehala ikusi zuela egoerak ez zeukala zerikusirik espero zuenarekin: "Uste izatekoa zen kutsaduraren kalteak agerikoak izango zirela. Baina erreaktorearen ondoko putzura iritsi, eta anfibioz gainezka zegoela ikusi nuen! Eta batera eta bestera zebiltzan basurdeak eta altzeak..." Lehen begiratuan, ez zirudien kalte handirik zutenik.

Gerora egin dituzten ikerketetan baieztatu dute esklusio-eremuak handik kanpo daudenak bezalakoak direla denean: maila fisiologikoan, immunitarioan, zelularrean... Diferentzia bakarra aurkitu

dute, oso ikusgarria: erradiazioa pairatzen duten igelek kolore ilunagoa dute.

Hain zuzen, 2017-2019 artean, 189 ekialdeko zuhaitz-igel (*Hyla orientalis*) aztertu zituzten, erradiazio-maila desberdineko 12 puntutan. Azalaren kolorea ez ezik, igel bakoitzak jasotako erradiazio-dosia eta oxidazio-estresa ere neurtu zituzten.

Esklusio-eremutik kanpoko ia igel guztiek espezie horretan ohikoa den kolorea zuten; hau da, berde distiratsua. Barrukoak, berriz, nabarmen ilunagoak ziren, batzuk beltzak izateraino. Igelik ilunenak, gainera, istripuaren garaian erradiazio gehien jaso zuten eremuetakoak ziren. Aldiz, ez zuten loturarik



Bi igelak espezie berekoak dira, eta Txernobylen inguruan bizi dira: ezkerrekoa, esklusio-eremuaren barruan, eta eskuinekoa, kanpoan. Istripua gertatu zenean, melanina gehiago zuten igelek arrakasta handiagoa izan zuten, melaninak erradiazioaren kalteez babesten baitu, eta beren geneak transmititu zizkieten hurrengo belaunaldiei. ARG.: German Orizaola Pereda.

topatu une hartan jasotzen zuten erradiazio-mai-laren eta kolorearen artean.

Horrela azaldu du Orizaolak: “Badakigu melaninak Eguzkiaren erradiazio ultramoretik babesten gaituela, baina, onddoekin eta beste organismo batzuekin laborategian egindako ikerketetan, frogatu dute beste erradiazio-mota batzuetatik ere babesten duela. Bada, hori ikusi dugu Txernobyngo igeletan ere. Istripua gertatu zenean, melanina gehiago zuten igelek arrakasta handiagoa izan zuten, eta beren geneak transmititu zizkieten hurrengo belaunaldiei. Eboluzioaren adibide ederra da, eta oso eboluzio azkarrarena, gainera”.

Anfibioez gain, bakterioak ere ikertu dituzte. Askoz ere azkarrago eboluzionatzen dute, eta haietan bai ikusi dituzte alde nabarmenak erradiazio handieneko lekuetatik kanpokoetara. Lehenengoez osatzen dituzten komunitateak uranio-meategietakoen eta naturalki erradiazio altua duten tokietakoen antzekoak dira.

Ugatzun handiak ere ugaritzen

Basurdeak eta altzeak ere aipatu ditu Orizaolak, eta 2015ean, justu bera lehen aldiz Txernobylera joan aurretik, Portsmouth Unibertsitateko ikerketa bat argitaratu zen, zeinak baieztatu baitzuen ugatzun handiak ugaritzen ari zirela erradioaktibitateak kutsatutako eremuan. Are gehiago: espezieetako batzuk hondamendiaren aurretik baino ugariagoak ziren 30 urte geroago.

Zehazki, Bielorrusiako kutsatutako eremuan bizi ziren ugatzun handiak aztertu zituzten. Animalia-kopurua kalkulatzeko, bi metodo erabili zituzten:

batetik, 1987tik 1996ra, neguan helikopteroz zuzenean egindako zenbaketak; eta, bestetik, 2008tik 2010era, animaliek elurretan utzitako aztarnei jarraituz egindako neurketak. Gero, Bielorrusiako kutsatu gabeko beste eremu batzuetan antzeko metodoekin lortutako emaitzekin alderatu zituzten kopuruak.

“Igelen kolore-aldaketa eboluzioaren adibide ederra da, eta oso eboluzio azkarrarena, gainera”

Horrela egiaztatu zuten kutsatutako eremuan al-tzeen, orein arrunten eta basurdeen populazioak nabarmen handitu zirela 1987tik. Oreinen kopurua, adibidez, 1996koa halako hamar zen, eta otsoen dentsitatea, berriz, 1996koa halako zazpi.

Horrez gain, Orizaolak anfibioetan frogatu duen bezala, ikusi zuten animalien dentsitatea ez zegoela erlazionatuta lurzoruaen erradioaktibitate-mailarekin. Hala, Portsmouth Unibertsitateko ikertzaileek ondorioztatu zuten giza jarduerak (nekazaritzak, ehizak, basozaintzak...) kalte handi-agoa egiten ziela ugatzun handiei, erradioaktibitate kronikoak baino.

Gerrak baldintzatuta

Orizaolak beste ugatzun handi batzuk ikertzeko as-moa zuen orain: Przewalski zaldia. Azaldu duenez, COVID-19aren pandemiaren aurretik dena prest zuten, eta baimenak eskatzekoak ziren justu gerra hasi zenean.

“Guretzat proiektu oso berezia zen, ez bakarrik espezie enblematikoa delako —sekula etxekotu gabeko zaldi-espezie bakartzat daukate askok—, baizik eta adibiderik onena delako aztertzeko zer bilakaera izan duen istripuaren aurretik ez zegoen espezie batek. Izan ere, ez istripua gertatu zenean, ez aurretik ere, inguru haietan ez zegoen zaldi hori. Gainera, badakigu zenbat banako sartu zituzten: 31. Hasieran dezente hil ziren, orduan ez baitzeuzkaten orain ditugun protokoloak, baina, edozein modutara, orain 200 inguru daude”.

“Europako Batzordeak energia nuklearrari bultzada ematea erabaki du”

1990eko hamarkadaren amaieran sartu zituzten, eta eremu guztian hedatzen joan dira, gero eta iparralderago eta gero eta ekialderago. “Ornodun handiak dira, gu bezala; hortaz, adierazle onak dira ikusteko zer gertatzen zaien kanpotik sartutako ornodun handiei. Gainera, eremuan bertan elikatzen dira”.

Beraz, haien osasun-egoera aztertzeko asmoa zuten. “Baina, halako batean, inbasioa hasi zen. Izugarria da ezagutzen dituzun lekuetatik tankeak igarotzen ikustea telebistaz. Eta are lazgarriagoa gure lankide izan direnen bizipenen berri izatea”, onartu du.

Horrez gain, zentralari eraso egingo ote dioten edo estalkiak kalteak jasango dituen kezka ere badago.

Bestela ere ondorioak egongo direla ohartarazi du Orizaolak: “Lehen, ez genuen oztopo berezirik mugaz bestaldera zeuden ikerketa-lekuetara joateko. Orain, inguru horiek minatuta daude, eta militarrez josita. Animalia handiei minek eragingo diete, baina, batez ere, gizakien presentziaren ondorioak jasan-go dituzte. Lehen gizakirik gabeko eremu zabal bat zena, bi eremutan banatzen ari dira, eta ez da itzuliko aurreko egoerara”.

Hain zuzen, *Science* aldizkariak berriki argitaratutako [artikulu](#) batean, gerraren inpaktu ekologikoaren berri eman dute. Kameren bitartez behatu dute erasoak jasan dituen eremua, eta baieztatu dute animaliek beren portaera-ereduak aldatu dituztela. Hala ere, Orizaolak badu hara ikertzera bueltatzeko itxaropena.

Energia nuklearrari buruzko iritzia eskatuta, berriaz, adierazi du askoz ere gehiago kezkatzen dutela erregai fosilek, energia nuklearrak baino. Uste du orain lehentasuna erregai fosilak erabiltzeari uztea dela, karbono-isuriak murrizteko; eta, horretarako, berriztagarriekin batera, nuklearra lagungarria izan daitekeela.

Zentral nuklear berriak Europan

Neurri batean, ikuspegi hori bat dator Europako Batzordearenarekin. Txernobylg, eta, batez ere, Fukushima zentralaren hondamendien ondotik, indarra galdu zuen energia nuklearraren aldeko jarraitzaileak Europan. Orain, ordea, Europako Batzordeak energia nuklearrari bultzada ematea erabaki du, petrolioarekiko mendekotasunak dituen ondorioei erantzuteko.



Txernobyldgo zentraleko laugarren erreaktorea, estalki babesle berriarekin. ARG.: Omar David Sandoval Sida / CC BY SA 4.0 / Wikimedia Commons.

Jada 2022an pauso esanguratsua eman zuen energia nuklearra energia-iturri berdeen zerrendan sartzean. Frantziak, Suediak, Eslovakiak, Hungariak, Bulgariak eta Poloniak txalotu egin zuten. Aitzitik, Italiak, Alemaniak, Espainiak, Belgikak eta Austriak bestelako iturri batzuk onetsi zituzten, hala nola eguzki-energia eta eolikoa.

Izatez, azken urteotan Europan instalatu den energia elektriko gehiena bi mota horietakoa izan da; bereziki, eguzki-energia. Hala ere, elektrifikazioa oraindik ez da nahikoa garatu petrolioaren beharra nabarmen murrizteko. Horrenbestez, 2026ko martxoan, Europar Batzordeak iragarri zuen 330 miloi euro bideratuko zituela energia nuklearra garatzeko. Zati bat fusio nuklearraren ikerketarako izango da, baina, gainerakoa, zentral nuklearrak sustatzeko izango da.

Gaur egun, Frantzia da, alde handiarekin, energia nuklearraren ekoizlerik handiena Europan: herrialde horretan ekoizten den elektrizitatearen % 65-70 errektore nuklearretan sortzen da. 2022an, hu-

rrengo hamarkadan gutxienez 6 errektore eraikitzeke asmoa iragarri zuen Emmanuel Macronek. Datorren urtean, 2027an, hasi beharko lukete lanek.

Hala ere, dena ez dute aldeko. Paradoxikoki, klimaldaketak berak zailtasunak ekarri dizkie zentraleri: ur asko behar dute sistemak hozteko, eta, azken udatan, bat egiten ari dira beroaldiak eta lehortea. Horrelakoetan, zenbait zentralak errektoreak gelditu egin behar izan dituzte.

Horrez gain, aurreikusten zailagoak diren bestelako fenomenoak ere gertatu dira: 2025eko udan, izugarri ugaritu ziren marmokak Ipar itsasoan, Gravelines zentral nuklearrak errektoreak hozteko ura hartzen duen inguruan. Bada, marmokek hodiak buxatu zituzten, eta zentrala gelditu behar izan zuten. Basabizitzak ematen dituen ezustekoen beste adibide bat. ●

Megakonstelazioak ez, megaontzidiak

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Satelitez josita dago zerua. Milaka dira, eta ehunka milaka gehiago jārri nahi dituzte. Haien bidez, mundu osorako Internet, datu-zentro espazialak eta gauez eguzki-argia izateko aukera agintzen dute. Baina, aldi berean, satelite horiek gaueko zerua argitzen dute, astronomia oztopatzen, hondakin espazialak ugaritzen eta atmosfera kutsatzen. Gizateriaren ondare bat eraldatzen ari dira, gutxi batzuen erabakiz.



Artizarra eta Pleiadeak,
satelitez jositako zeruan.
ARG.: T. Hansen/IAU OAE/CC-BY.

Orain urte asko ez dela, gauez izarrei begira jartzen zenak noizean behin ikusiko zuen izar bat zirudien baina poliki-poliki mugitzen ari zen puntu argitsu bat. “Bat ikusten zenuen, eta agian 20 minutura beste bat ikus zenezakeen, edo batere ez gehiago”, gogoratzen du, nostalgiaz, Aranzadiko Astronomia saileko kide Juan Antonio Alduncin Garridok. “Orain etengabe pasatzen dira. Zerua asko aldatu da”.

2019an hasi zen aldaketa. Orduan hasi ziren jaurtitzen lehen Starlink sateliteak, SpaceX enpresa-renak. Geroztik ehunka jaurti dituzte urtero, eta dagoeneko 10.000tik gora dira. Badira antzeko egitasmo gehiago ere, nahiz eta ez diren kopuru horietara iristen: OneWeb (654 satelite), Amazon Leo (300), Xingwang (190), Yaogang (179) eta abar (2026ko maiatzeko datuak). “Megakonstelazio deitzen zaie”, dio Alduncinek. “Niri, ordea, izen politegia iruditzen zait hain gauza itsusiarentzat; konstelazioak, betidanik, izar-taldeak izan baitira. Megaflota deitzen diet nik”.

2025ean 4.510 objektu bidali ziren espaziora (% 82 AEBtik); gehienak Starlink eta antzeko komunikazio-satelite txikiak, Interneten munduko estaldura hobetzea helburu dutenak. Hain zuzen ere, Interneterako konexioa demokratizatzen dutela argudiatzen dute horretan ari diren enpresek.

Alduncinek konparaketa argigarri bat egiten du: “Imajina dezagun planeta guztian elektrizitatea bermatzeko bazter guztiak bete beharko liratekeela norabide guztietan ikus daitezkeen goi-tentsioko kablez. Joango ginateke, adibidez, Pirinioetara, eta ikusiko genituzke mendi eta bailara guztiak kablez zeharkatuta. Denok daukagu argindarra izateko es-

kubidea, baina ez genuke onartuko paisaiari halako erasorik egitea". Bada, antzeko zerbait gertatzen ari da gaueko zeruarekin. "Zerura begira jartzen zarenean, dagoeneko bereizi egin behar duzu ikusten ari zarena izar bat den edo satellite bat den. Gaueko zeruaren edertasuna maite dugunontzat, izugarria da nola ari den kutsatzen paisaia hori".

Astronomiarako oztopo

Satelite-megaontzidiak ez dira soilik astronomia-zaleentzako edo gaueko zeruko paisaia maite dutenentzako enbarazu bat. Ikerketan ere eragiten dute, eta hainbat behatokitara arazoak izaten ari dira. "Astronomiako ikerketaren zati handi bat irudien bidez egiten da", nabarmendu du Alduncinek. "Izarren edo galaxien irudiak hartzen ari direnean, marra mordo bat agertzen dira, jasotzen ari diren informazioa erabat distorsionatzen dutenak, eta datu-bilketa oztopatzen dutenak".

Lurreko teleskopioei eragiten die gehien, baina baita espazioan daudenei ere. Esaterako, SPHEREx espazio-teleskopioa, 700 km-ko orbitan dagoen arren (Starlinkak baino urrunago), ez da nahikoa argi-kutsadurari ihes egiteko. Harekin lanean ari diren astronomoek [salatu dutenez](#) 2025eko maiatzetik irailera bitartean jasotako irudien % 73,3 satellite artifizialen arrastoekin kutsatuta zeuden.

Eta irrati-teleskopioei ere eragiten diete. "Oso urruneko galaxietatik eta objektuetatik datozen irrati-uhin ahulak detektatzen saiatzen diren irrati-teleskopioei, satelliteen interferentziak lana zailtzen die", azaldu du Alduncinek. "Finean, astronomia profesionala oztopatzen dute".

Zaborra pilatzen

Beste ikuspuntu batetik, kezka begiratzeko dio egoerari Beatriz Jilete Callejak ere. Zabor espaziala monitorizatzeko sistemen ingeniaria da, eta [Ética Espacial](#) taldeko partaidea: "Beheko lur-orbita, 150 eta 2.000 km artean, betetzen hasita dago; talkak gertatzeko arriskua esponentzialki handitu da".

*"Zerura begira jartzen
zarenean, dagoeneko bereizi
egin behar duzu ikusten
ari zarena izar bat den edo
satellite bat den"*

Europako Espazio Agentziaren azken [Espazioko Ingurumen Txostena](#) txostenaren arabera, 17.500 satellite inguru daude Lurraren orbitan; horietatik 15.200 daude aktibo. Horiez gain, 10 cm-tik gorako objektuak 45.000 inguru dira. "Hamar zentimetrora arteko objektuak ikusteko gaitasuna dugu Lurretik, eta horiei egin diezaiekegu jarraipena", azaldu du Jiletek. Baina ereduak diote 1-10 zentimetroko 1,2 milioi objektu egon daitezkeela, eta zentimetrotik beherako 140 milioi inguru. "Objektu horiek sekulako abiaduran ari dira mugitzen: 24.000 km/h inguru. Energia zinetiko horrekin, balak dira, ikusi ezin ditugun balak. Satellite bat zulatu dezakete, eta horrek, aldi berean, zati gehiago sortzen ditu, eta horiek beste zati batzuekin talka egin dezakete, eta abar".

Zaborra pilatzearen ondorioz talketan gerta litekeen erreakzio-kateari Kesslerren sindromea dei-

Juan Antonio Alduncin Garrido
Aranzadi Zientzia Elkarteko
Astronomia saileko kidea



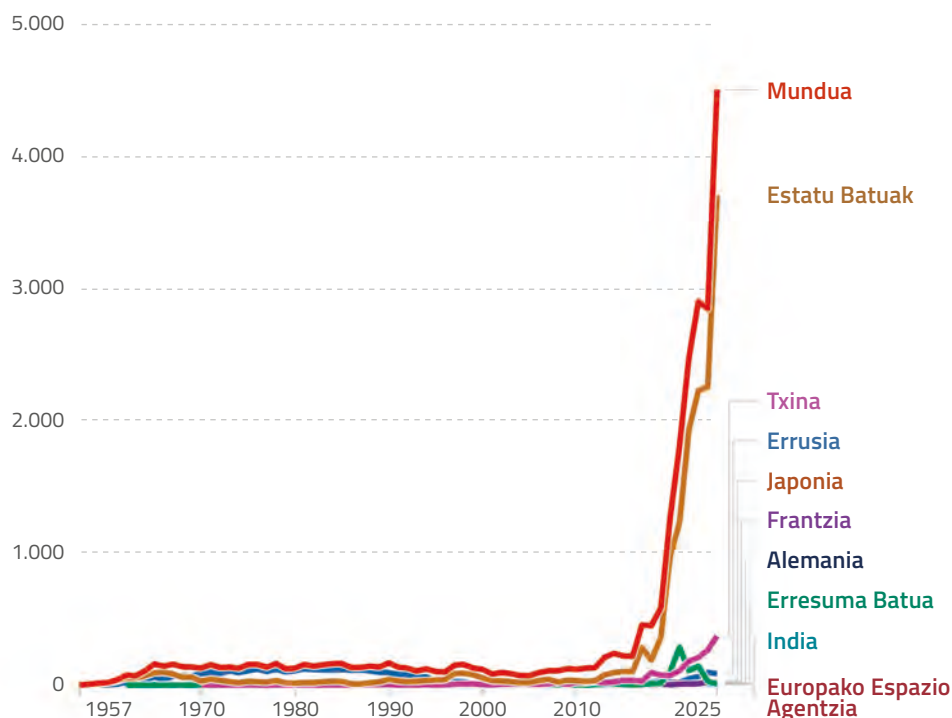
Beatriz Jilete Calleja
Zabor espaziala monitorizatzeko
sistemen ingeniaria
Ética Espacial taldeko partaidea



tzen zaio. “Hipotesi teoriko bat da, baina mehatxu hori gertagarria izaten hasita dago, batez ere 500 km-ko orbitan (Starlinkak dauden eremuan)”, ohar-tarazi du Jiletek. “Dagoeneko ez da zientzia-fikzioa. Egoera kezkarria da, eta espazioko trafikoa arautzen hasi beharko genuke. Lurreko, itsasoko eta aireko trafikoa bezalaxe, nazioartean arau batzuk jarri beharko lirateke”.

Hainbat herrialde ari dira euren legeak garatzen. Bitartean, NBEk 1967an onartu zuen [Kanpo Espaziorako Hitzarmena](#) dago, ezartzen duena espazioa eta zeruko gorputzak gizateria osoaren ondare direla, nazioek ezin dutela haietaz jabetu, ezin dela arma nuklearrik jarri eta esplorazioa helburu baketsuekin soilik egin daitekeela. “Printzipio horiek oso ongi daude, baina motz gelditzen dira gaur

Urtean espaziora jaurtitako objektu-kopurua (Sateliteak, zundak, espazio-ontziak...)



Irudia: Our World in Data/CC-BY.



60 Starlink satellite Falcon 9 suziri batean, orbitarako bidean. ARG.: SpaceX.

egun egiten ari garen espazioaren ustiaketarako”, dio Jiletek.

Esaterako, nork erabakitzen du zenbat satellite jar daitezkeen orbitan? “Inork ez”, erantzun du Jiletek. “Herrialde bakoitzak erabakitzen du zein satellite jaurti daitezkeen. Ez dago nazioarteko erregulaziorik. Oraintxe bertan, espazioa *mendebalde basatia* da”.

“Herrialde bakoitzak erabakitzen du zein satellite jaurti daitezkeen; oraintxe bertan, espazioa mendebalde basatia da”

Eta iragarpenak beldurgarriak dira. Askoz ere megaontzidi gehiago, bakoitza mila satelitetik gorakoa, jartzeko eskaerak eginak daude hainbat herrialde-tan; eta SpaceX-k urte hasieran egin zuen [eskaera](#) beste milioi bat satellite jaurtitzeko, espazioko [datu-zentroak](#) izango liratekeenak. Astronomo batzuek [kalkulatu dutenez](#) hori betetzen bada, zeruan izar baino satellite gehiago ikusiko dira.

Are kaltegarriagoa izan liteke, argi-kutsadurari dagokionez, [Reflect Orbital](#) egitasmoa. “Eguzki-argia nahieran” dio egitasmoaren leloak. 50.000 ispilu jarri nahi dituzte orbitan, gauez eguzki-argia saltzeko. Ispilu bakoitza ilargi betea baino lau aldiz distiratsuagoa litzateke, eta, jakina, inguruko eremuak ere kutsatuko litzuke. Egitasmoa gauzatuko balitz gaueko zerua hiru edo lau aldiz distiratsuagoa bihurtu liteke. “Basakeria bat da”, dio Alduncinek. “Honek argi-kutsadura beste eskala batera eramango luke. Ez lirateke soilik puntu distiratsu batzuk; gaua argituko lukete, eta horrek eragina izango luke naturan eta baita gizakion osasunean ere”.

Atmosfera kutsatzen

Alabaina, argia ez da sateliteek eragiten duten kutsadura-mota bakarra. Are, litekeena da oraindik ezagutzen ez dugun poluzio-modu berri bat gertatzen aritzea atmosferan. Gero eta satellite gehiago ari dira atmosferan birsartzen eta desintegratzen. Prozesu horretan batez ere aluminio oxidoak sortzen dira. 250 kg-ko satellite tipiko batek 30 kg aluminio oxido uzten ditu hainbat hamarkadaz atmosferan iraun dezaketen nanopartikulatan. Megafloten eraginez, urtean 360 tona aluminio oxido askatzera irits daitekeela [kalkulatu dute](#).

Horren eragina zein izan daitekeen ez dago argi oraindik, baina ikerketa batzuk iradokitzen ari dira [ozonoan](#) eta [kliman](#) eragin esanguratsua izan dezaketela. Gerta liteke berotze globala areagotzea, eta baita kontrakoa ere, eguzkia islatuta. “Atmosferan material berriak injeztatzen ari gara, eta ez dakigu horrek zer ondorio izan ditzakeen”, dio Jiletek. “Oso gutxi dakigu horri buruz, baina ikerketa-lerro oso oso aktiboa da, oraintxe bertan”.

ESAk, adibidez, “[Zero zabor](#)” plan bat dauka, 2030erako zabor espaziala sortzeari uzteko. Horren barruan, [Draco](#) misioan parte hartzen ari da Jilete bera. “Satelite bat prestatzen ari gara, atmosferan birsartzen eta desintegratzen denean zer gertatzen den ikertzeko”. Besteak beste, esperimentu bat egingo dute aluminio oxido horiek nola sortzen diren ulertzeko, eta erretzen direnean aztarnarik utziko ez duten material berriak diseinatu ahal izateko. “Ikerketa pilo bat ari dira abian jartzen sateliteen aztarna atmosferikoa neutroa izan dadin”.

Bestetik, kontuan hartu behar da, azken urteetan, satelite horiek guztiak orbitan jartzeko, izugarri ugaritu direla jaurtiketak. Ia [egunean suziri bat](#) jaurtitzen da. Eta horrek ere [kutsatu egiten du atmosfera](#). Dena dela, “egia da inoiz baino gehiago jaurtitzen ari garela, baina horren aztarna, abiazio zibilarekin konparatzen badugu, oso txikia da oraindik”, neurriratu du Jiletek, hala ere kontuan hartzea dela ukatu gabe.

“Ni espazioaren zale amorratua naiz, baina baliabideen erabilera jasangarria egin behar dugula ere uste dut”, aldarrikatu du Jiletek. Europa zentzu horretan egiten ari den lana azpimarratu du. “Europan

sortzen den satelite bakoitzak zer baliabide kontsumitzen dituen eta zenbat kutsatzen duen monitorizatu nahi da, satelitearen azken torlojuraino kontuan hartuta. Hori da jarraitu beharko genukeen bidea”.

“Zerua gizateriaren ondarea da, eta hala egon beharko luke aintzatetsia”

Hain zuzen ere, European 2025eko ekainean aurkeztu zen [EU Space Act](#) lege-proposamena, Europa osoan espazio-merkatu bakarra sortzeko diseinaturik, arreta berezia jarritzaz hondakin espazialen aurkako segurtasunean, zibersegurtasunean, jasangarritasunean eta enpresa-lehiakortasunean. “Pixkanaka ari dira legeak artikulatzen European eta hainbat herrialdetan, baina, noski, nazioarte mailan izan behar du, bestela ez genuke ezer lortuko”, dio Jiletek. “Zerua gizateriaren ondarea da, eta hala egon beharko luke aintzatetsia”, gaineratu du.

Denon zerua

Izan ere, gaueko zeruak balio zientifikoa, kulturala eta sinbolikoa ditu. Eta bi adituen ustez, ondare hori babestu beharko litzateke interes komertzialen aurrean. “Uste dut denon eskubidea dela, kostalde garbiez eta hondartzak egokieraz gozatzeko eskubidea den bezalaxe, planetak, Esne Bidea eta kons-telazioak ikusteko aukera ematen digun zeruaz gozatzeko gauza artifizialetan askoren interferentziarik gabe”, adierazi du Alduncinek. “Hori da une honetan gehien kezkatzen nauena. Eta kezkarria eta tristetia iruditzen zait, baita ere, hainbesteko garrantzia

ematea komunikazioei, denaren gainetik eta beste ezer kontuan hartu gabe”.

“Munduko komunitate indigena askorentzat garrantzi kultural handia du oraindik gaueko zeruak”, ohartarazi du Jiletek. “Zeruaren balio kultural hori eta zientifikoa oso ondo uztartzen ari dira CPS nazioarteko lankidetzan”. Nazioarteko Astronomia Elkarteren (IAU) zeru lasaia eta iluna babesteko zentroa da [CPS](#) (IAU Centre for the Protection of the Dark and Quiet Sky). Bada, erakunde horretatik eskatu dute sateliteen magnitudeak ez lukeela izan beharko 7tik berakoa. Magnitudea zenbat eta txikiagoa orduan eta distiratsuagoak dira sateliteak, eta 7tik gorakoak ez dira begi bistaz ikusten Lurretik. “Horrek bermatuko luke ondorengo belaunaldiak ere Esne Bidea ikusten jarraitu ahal izango dutela”, dio Jiletek.

Izan ere, konpainia pribatu batzuk ari dira denon zerua eraldatzen. “Aktibo dauden sateliteetatik erdia-edo Elon Muskenak dira —dio Jiletek—; dena hiru jaunen artean dago”. Funtsean, herrialde bateko korporazio bat ari da gaueko zerua, orbita eta atmosfera hondatzen mundu guztiarentzat. “Benetan eragiten dio mundu guztiari, sateliteak planeta guztiaren inguruan baitabilta bueltaka”, dio Alduncinek.

Gaueko zeruaren etorkizuna ilun ikusten du Alduncinek —edo argiegi, nola begiratzen zaion—; ez bakarrik sateliteengatik, baita Lurreko argikutsaduragatik ere. “Hogei urtetik gora daramatzagu agintariak kontzientziatzen argia neurritz erabiltzeko. Eta kasu askotan argiteria publikoan dezente hobetu bada ere, aldi berean ikaragarri handitu da



argiteria pribatua, hala nola gasolindegietakoa, hotelena, erakusleihoetakoak, panel argidunak...; argiteria publikoak adina argi edo gehiago ematen dute, eta oso modu deskontrolatuan, gainera”.

“Gehiegizko argitasun horren guztiaren ondorioz, gaueko zerua ez da behar bezain iluna, eta gero eta izar gutxiago ikus daitezke”, dio Alduncinek. “Baina jendearen gehiengoa konturatzen ez den bitartean gehiegizko argitasuna txarra dela, ez dut uste arazoa konponduko denik. Belaunaldi berriek



Satelite-arrastoak Pentre Ifan-go (Gales)
trikuharriaren inguruan. ARG.: Max Alexander.

asko galduko dute. Galera kultural eta zientifikoa benetan penagarria da. Eta sateliteekin dauden aurreikuspenak beldurgarriak dira”.

Baikorragoa da, aldiz, Jilete: “Lan-talde askotan egi-ten ari diren ahalegin guztiak ikusita, etorkizunari itxura ona hartzen diot. Nik 11 urte daramatzat arlo honetan lanean eta hasi nintzenetik hona eztanda bat izan da: ikerketa-lerro berriak, sateliteen diseinu-aldaketak, kontzientziazioan, legeen ar-loan... Nik uste bide onean goazela. Gainera, azken

batean, negozio bat den aldetik ere, denei intere-satzen zaie ongi ateratzea. Hori bai, kontua izango da nahikoa azkar ibiliko ote garen, katastroferik gerta ez dadin”.



ARG.: CIC nanoGUNE

Dorre kuantikoa

Elhuyar Zientzia

Donostian, BRTA aliantzako CIC Nanogune zentroan, txip kuantikoak diseinatzeko eta testatzeko dorre bat martxan dago joan den otsailetik. Dorre horretan, konputazio kuantikoan mundu mailako laborategi aurreratuenetakoa izateko anbizioarekin ari dira lanean, Quantum Motion enpresarekin batera.

Ordenagailu kuantikoek gaur egungo ordenagailuentzat ezinezkoak diren kalkuluak egiteko ahalmena izango dute, teoriarik behintzat. Ordenagailu horiek farmako berriak garatzen edo klimataldaketari aurre egiten lagunduko omen dute. Baina, horretarako, kalkulu-ahalmen handiagoa lortu

behar dute. Eta hori iritsiko da ordenagailuek qubit asko dituztenean, milaka qubit dituzten txip kuantikoak garatzen direnean.

Oraindik hortik urrun gauden arren, helburu horrekin ari dira lanean, joan den otsailetik, Donostian

martxan jarri zuten dorre kuantikoan. Hangoak ez dira ohiko laborategiak, hardware kuantiko-ko laborategiak baizik; silizioan oinarritutako txip kuantikoak garatzeko azpiegitura berezia dute, eta laborategi horietan ordenagailu kuantikoek kalkuluak egiteko behar dituzten txipak diseinatu eta probatzen dituzte.

Honela azaldu du Fernando González-Zalbak, dorre kuantikoko ikerketaburuak: “Guk konputazio kuantikorako txipak diseinatzeko ditugu, eta, gero, batez ere, gure diseinuen nahi ditugun funtzioak betetzen dituztela probatu eta balioztatzen dugu. Proba horiek egiteko, ekipamendu oso berezia behar dugu”.

Esaterako, txipek funtziona dezaten, zilindro itxurako diluzio-hozkailu batean sartzen dituzte. Horren bidez zero absolututik gertuko tenperaturak lortzen dituzte. “Tenperatura ultrabaxuetaraino hozten duen hozkailu bat da”, azaldu du González-Zalbak. “Zero absolututik oso gertu dauden tenperaturak dira horiek, zero azpitik 273 °C ingurukoak”. Ikerketa hauetarako ezinbestekoa da tenperatura horietan lan egitea: “Gure lanerako funtsezkoak diren efektu kuantikoak indar handiagoz agertzen dira tenperatura baxu horietan.”

Laborategian etengabe entzuten da helioa ponpatzean ateratzen den soinu erritmikoa. Izan ere, tenperatura hainbeste jaisteko, nitrogeno likidoa eta helioaren bi isotopo berezi erabiltzen dituzte. Nitrogeno likidoaren depositua astean behin betetzen dute; beharrezkoa da sistemak funtziona dezan. Baina hotz ultrabaxua helioari esker lortzen dute.

Txipak diseinatu eta probatzeko hiru hozkailu dituzte, oraingoz. Baina, laborategian sei hozkailurentzako espazioa dute. Hain zuzen ere, dorre kuantikoak bost solairu ditu, eta solairu bakoitzak gisa horretako azpiegitura bat har dezake. Arrazoiak argia da: urte gutxian hazteko asmoa dute.

González-Zalbak berak ere argi utzi du: “Gure taldearen eta ikerketa-zentroaren anbizioa da arlo honetan erreferentziazko zentro bihurtzea, alegia, siliziozko teknologian oinarritutako txip kuantikoen garapenean erakunde liderretako bat izatea”.

Txipak egiteko silizioaren aldeko apustua egin dute. Hain zuzen ere, silizioan oinarritutako teknologia kuantikoek etorkizun handia dutela azpimarratu dute ikertzaileek. Izan ere, konputazio klasikoaren oinarritzko materiala da, eta arrakasta lortuz gero, gaur egungo txipen industria eta azpiegitura erraldoi bera baliatu ahal izango da ordenagailu kuantikoak egiteko.

Orain arte CIC Nanogunen 4 qubit-eko txipekin lan egin dute, baina dagoeneko bit kuantiko gehiago dituen txip bat prest dute, eta milaka qubit-eko txipa diseinatzeko bideari ekin diote. ●

Adimen Artifizialeko agenteen aroa, ez arazorik gabea

Adimen Artifizialaren arloan, agente deritzen tresnak bogan daude azken hilabeteotan. Testuzko galderei erantzuten dieten txatbotez harago, agente hauek hainbat ataza egin ditzakete modu erabat autonomoan, hasi gure posta antolatu eta erantzutetik aldagai ugari dituzten sistema konplexuak automatizatzeraino. Baina txatbotak bezala agenteak ere LLM edo Hizkuntza Eredu Handien teknologian oinarritzen direnez eta, ongi dakigunez, teknologia horiek perfektuak ez direnez, arazo eta zalantzez beterik dago agenteen mundua ere.

Asko hedatu da eta nonahi entzun dugu azken aldian [Agentic AI](#) terminoa. Euskarara “AA agentiko” moduko zerbaiten gisa itzuliko litzatekeen adierazpide horrek asko hedatzen ari diren Adimen Artifizialeko agenteei egiten die erreferentzia. Baina zer dira agente hauek zehazki? Zertan ezberdintzen dira txatbot batetik edo RAG sistema batetik? Galdera horiei erantzuten saiatuko gara artikulu honetan.

[Aurreko zenbakian MCP protokoloa zer zen azaldu genuen](#): AA sistemek kanpoko munduarekin elkarrreragiteko protokolo estandar bat, alegia. Ikusi genuen nola baliatzen zuten [RAG sistemek](#) ([azken aurreko zenbakian](#)) protokolo hau informazio-iturri ezberdinei modu berean deitzeko. Bada, galdera bati testuzko erantzunak ematen dizkieten txatbotez eta RAG sistemez harago, AA agenteak ere LLMetan oinarrituta dauden baina ekintzak gauzatu ditzaketen AA sistemak dira. Funtzio-namendua RAGen kasurako ikusi dugun bezain sinplea da: MCP zerbitzuei buruzko informazioa pasatu LLMari, horiek baliatuta erabiltzailearen eskariari erantzuteko eskatu, eta MCP zerbitzu horien orkestrazioa LLMak berak egingo du, eta agentea horrek erabakitako funtzio-deientzako bitartekaria besterik ez da izango.

Agente bat, adibidez, gure udaleko webguneko laguntzailea izan daiteke baina kultur edo kirol-ekitaldietako erreserbak egiteko gaitasuna ere izango duena. Edo online denda bateko webgunean katalogoa ikuskatzeko aukera eman ondoren erosketa gauzatu ere egingo duen laguntzailea eta mezularitzako enpresa bati jasotzera joateko eta paketea nora bidali esango diona.

Agente autonomoak

Gainera, funtzio finko bat izan dezakete eta eten-gabe autonomoki jardun daitezke maiztasun jakin batekin aktibatuta. Eta hartzen dituzten erabakietatik eratorritako ekintza horiek gainbegiratu beharrik gabe gauzatu ditzakete. Adibidez, agente bat presta daiteke orduero gure posta begiratu dezan eta, mota jakin bateko eskakizunak daudenean, galderari erantzuteko behar duen informazioa gure disko gogorreko karpetetako dokumentu batzuetan begiratu dezan eta zuzenean erantzunezko mezu elektronikoak idatzi eta bidal ditzan. Edo sare sozial batean gai jakin baten inguruan argitaratzen diren post guztien jarraipena egin eta guk nahi dugun ildoko erantzun-mezuak idatzi eta bidaliko duen beste bat.

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea



ARG.: Woonsen16/Shutterstock.com

Sinplea dela esan badugu ere, orain aipatu moduko gauzak egin ahal izateko, AA agente batek bestelako osagai batzuk ere izan ditzake, hala nola tenporizadore bat, esandako maiztasunarekin aktibatu ahal izateko, eta memoria-sistema bat, aurreko elkarrekintzak gogoratzeko.

Adibideetan aipatu ditugun moduko agente gehienak enpresek eta erakundeek egiten dituzte beren barne-erabilerarako, edo bezeroak artatu eta laguntzeko. Baina gure ordenagailuko atazak automatizatzeko ere, gero eta errazago izango dugu. Jada ikusten ari gara txatbotak sistema eragileetan integratuta datozela, eta gero eta gehiago bihurtuko dituzte horiek agente, ekintzak aurrera eramateko gaitasuna emanez. Hor dugu [OpenClaw](#) ere, programatzaile austriar batek sortutako software libreko agentea, gure ordenagailuetan instalatzeko modukoa.

Arazoak ere badira

Bizitza honetan, baina, ezer ez da perfektua eta arazorik gabea, eta hala gertatzen da agenteen kasuan ere. Arazoetako bat agenteen kostua da. Horiek baliatzen dituzten LLMak normalean erraldoi teknologikoen jabetzakoak izan ohi dira, haien zerbitzarietan exekutatzen dira, eta eskaera bakoitzeko eta eskaeraren luzeraren arabera ordaintzen zaie. Agente batek gure eskaera bati erantzuteko dei asko egin diezaieke MCP zerbitzariei eta horien erantzunekin beste eskaera asko eta luzeak egin LLMari, eta, ondorioz, fakturak espero baino askoz handiagoak izango dira.

Beste arazo bat da automatizazioaren poderioz gerta daitekeen argitaratze- eta transakzio-kopurua gehiegizkoa izatea. Adibidez, gero eta eragile gehiagok jartzen badituzte martxan agenteak webgune, komunikabide eta sare sozialetan beren

“LLMei agentzia ematearen arrisku nagusia ez dator azkarregiak, kontzienteak eta gaiztoak bihurtzeko eta nahita kalteak eragiteko aukeratik”

ideologiako iruzkinak argitaratzen, moderatzeko eta are erabiltzaileek irakurtzeko ere eduki gehiegi sortzen da. Bestalde, erosketetan, kontsulta-mota garrantzitsuetan eta antzekoetan giza ikuskape-na egin nahi bada (beharko litzateke), baliabide dezente jarri beharko dira agenteek automatikoki kudeatutako eskaera guztiak ikuskatzeko. GitHub [software librearen biltegian](#) kasua esanguratsua da: agenteak direla-eta [biderkatu egin dira software berrien edo aldatuen bidalketak](#); baina asko kalitate eskasekoak izan ohi dira, berrikuste-lan handia eskatzen dute...

Pribatutasunaren auzia ere kontuan hartzekoa da. Esan dugu agenteek erraldoi teknologikoen LLMake erabiltzen dituztela. [Bada, euren agenteak erabiltzen baditugu, enpresa horiek orain arte baino askoz gehiago jakin dezakete gutaz, eta publizitatea are intrusiboagoa egiteko edota gu are menpekoago bihurtzeko](#) baliatu.

Arazo nagusia, agentzia

Aipatu ditugun arazo horietako batzuk konpon daitezke gure makinetan eta gure kontrolpean exekutatutako diren LLM txikiagoak eta libreak baliatuta; adibidez [Oraik garatutako Kimu](#). Arazorik gehienak eta handienak, baina, (eta zilegi bekigu hitz-jokoa) agenteek duten agentziaren kausaz datoz. Adimen Artifizialaren testuinguruan, agentziak esan nahi du sistema baten gaitasuna ekintzak autonomoki gauzatzeko. Justuki, agente baten bereizgarria da, bestelako AA sistemetatik (txatbotak, RAG sistemak...) ezberdintzen dituen.

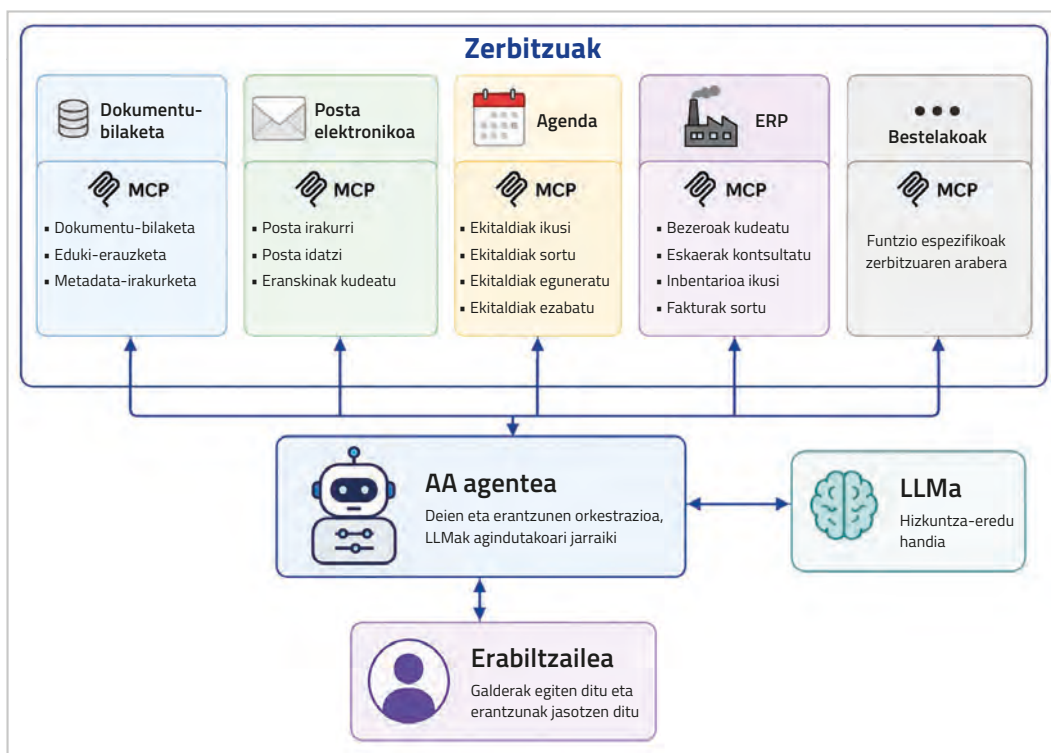
Agentzia da gaur egun AAren arrisku-iturri nagusia, [Yoshua Bengio](#) eta besteren arabera. Ikertzaile kanadar hau AAren aitajaunetakotzat hartua da, gaur

egun bere ikerlerro nagusietakoa AAren segurtasuna da, eta bera da gai horretaz benetan eta seriozki kezkatzen den figura esanguratsuenetakoa. 2023an 30 herrialdek berari enkargatu zioten [International AI Safety Report](#) (AAren Segurtasunari buruzko Nazioarteko Txostena) koordinatzeko eta mundu mailako 96 ikerlarirekin idazteko. 2025ean atera zuten horren lehenengo bertsioa. Bertan esaten da AA sistema batek kaltea eragiteko bi gauza behar dituela: asmoa eta gaitasuna.

Asmoari dagokionez, diote gaur egungo LLM batzuek jokabide maltzurak edo autopreserbaziozkoak erakutsi izan dituztela, eta zalantzarik ez dute horrek gora jarraituko duela eta etorkizuneko sistemek kalte egiteko adinako gaitasun intelektuala izango dutela. Horregatik, proposatzen duten neurrien artean dago momentuz kalte egiteko gaitasunik ez ematea, hau da, agentziarik ez ematea, LLMake seguruak eta [gizateriaren helburuekin le-rokatuak](#) izatea ziurtatzeko ikerketa gehiago egin artean.

IBM multinazional ezagunak ere ohartarazi du agentziaren arriskuen inguruan, aurtan argitaratu duen [gida](#) batean. Diotenez, AA agenteak barruko infiltratu edo informatzaile bat balira bezala tratatu beharko lirateke, eta beste edozein barne-mehatxurekin egiten den bezala aztertu eta kudeatu beharko genituzke haien arriskuak. Hainbat neurri proposatzen dituzte arriskuok txikitzeko, eta, hein batean behintzat, justu agenteen bereizgarri eta abantaila den agentzia horren aurkakoak dira.

Agenteak nola zabaldu diren ikusita, argi dago ez dietela kasu handirik egin... Beno, pentsatuko dugu oraindik ez dituztela zentral nuklearrak agente bi-



dez automatizatu ([Homer Simpson](#) nahiago!) edo mehatxu nuklearren azterketa eta armategien kontrola ez diotela AA agente bati eman (1983ko [WarGames](#) filmetik ez al genuen ezer ikasi? ;-).

Adimendunegiak ez, akastunak

Hala ere, nire ustez gaur gaurkoz LLMei agentzia ematearen arrisku nagusia ez dator azkarregiak, kontzienteak eta gaiztoak bihurtzeko eta nahita kalteak eragiteko aukeratik. Alderantziz: gaur egungo adimen artifiziala nahiko tentela ere bada sarritan eta akats ugari egiten ditu. Beraz, agenteek egun eragin ditzaketen kalteak gehiago izango dira hutseginkortasunaren kausaz.

Izan ere, jada izan dira gorabeherak AA agenteekin. Lehen aipatu dugun OpenClaw-k, esaterako, bere funtzioen neurria gaintitu eta erabiltzaileen dokumentuak ezabatu izan ditu. [Programatzeko laguntzaile batzuk produkzioko datu-baseak ezabatu izan dituzte](#); bestalde, jakina da hauek maiz kode akastuna edo segurtasun-zuloak dituen sor deza-ketela, eta erreparatu gabe zuzenean produkziara eramateko edo argitaratzeko ere esan dakiekeen... Eta sarean kasuak aipatzen dira non erosketetako txatbot edo agenteen akatsengatik erabil-

tzaileak beharko lukeen baino gehiago ordaindu behar izan baitu edo [zenbaitetan baita gutxiago ere](#).

LLMek eurek egin ditzaketen akatsez gainera, dituzten segurtasun-akatsez aprobetxatzen diren jendeak eragindako arazoak ere badaude. LLMa hitzez engainatuz, edo [prompt injection](#) deritzon bide apur bat sofistikatuagoa erabiliz, erosketetako txatbot edo agenteengandik prezio barregarriak lortu dituzte: adibidez, [Chevrolet berri bat dolar baten](#). Edo [OpenClaw posta elektronikoak automatikoki erantzuteko jarrita badago, informazio konfidentziala lor daiteke, agentea engainatzea lortuz gero](#).

Zuk, irakurle, ChatGPT, Gemini edo antzerako txatbotekin izan duzun esperientziarekin, emango zenioke LLM horietan oinarritutako agente bati zure disko gogorreko dokumentuak ez soilik atzitzeko aukera, baizik eta baita aldatzeko eta ezabatzeko ahalmena? Edo harago joanda, enkargatuko zenioke bidaia bat planifikatzea, bisitatu beharreko tokiak, ostatuen erreserbak eta hegazkineko billeteak barne? Tira, ba animatzen bazara, [jakizu badaude-laguntzaile horrelako agente ugari](#). ●

Agnes Pockels

Harraskako uraren fisika

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

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

Sukaldean, harraskara begira zegoen, adi. Beste edonork ur zikina ikusiko lukeen tokian, berak jakin-mina eta ikertzeko gogoia pizten zioten gertaera bitxiak ikusten zituen: nola xaboi tanta batek, olio arrasto batek edo koipe pixka batek uraren portaera erabat aldatzen zuen. “Uraren gainazalaren portaera anormala aurkitu dut”, idatzi zuen bere egunkarian 1881ean, 18 urte zituela”. Hamar urteko ikerketa baten abiapuntua izan zen.

Agnes Pockels 1862an jaio zen Venezian. Garai hartan hiria Austriar Inperioaren parte zen, eta armadako ofiziala zuen aita. Malariak jota, aita erretiro goiztiarra hartu behar izan zuenean, Brunswickera (Alemania) joan ziren bizitzera. Han, nesken institutuan ikasi zuen. Orduan konturatu zen natur zientziak izugarri gogoko zituela; bereziki, fisika. Tamaiez, garai hartan Alemanian emakumeek ezin zuten unibertsitatean matrikulatu. Institutukoa izan zen jasoko zuen hezkuntza formal bakarra.

Anaia gazteak bai, ikasi ahal izan zuen fisika Göttingengo Unibertsitatean. Hark etxera ekartzen zituen liburu eta testuak pasioz irakurtzen zituen Agnesek. Horri esker, harraskako ura behatzen hasi zenerako, ongi landuta zeukan begirada zientifikoa.

Ez zuen laborategirik. Ezta tresna berezirik ere. Baina, kosta ahala kosta, harraskako fenomeno horiek aztertu behar zituen.

Berak eraiki zuen horretarako behar zuen tresna: metalezko erretilu luze bat, gainazala xafra mugikor baten bidez estutu edo zabaltzeko aukera ematen

zuen. Botoi txiki batekin eta balantza sinple batekin gainazal-tentsioa neur zezakeen. “*Schieberinne* garatu dut”, idatzi zuen egunkarian, 1882an.

Etxean sortutako gailu horrekin zehaztasun handiko neurketak egin ahal izan zituen Pockelsek, eta ordura arte inork lortu gabeko emaitzak erdietsi zituen. Hamar urtez aritu zen neurketak egiten, sistematikoki, koaderno koaderno. Deskribatu ahal izan zuen olio-kontzentrazio desberdinekin nola-koa den gainazaleko tentsioaren portaera orokorra, eta hainbat olioren zein kantitate behar den azalera ezaguneko monoguruza bat eratzeko.

“Edonork ur zikina ikusiko lukeen tokian, berak jakin-mina eta ikertzeko gogoia pizten zioten gertaera bitxiak ikusten zituen”

Anaiak bakarrik zuen arrebaren ikerketen berri, harik eta Agnesek Lord Rayleigh fisikariari idaztea erabaki zuen arte. Izan ere, irakurria zuen hark ikergai beraren inguruan egindako lan bat. 1891ko urtarrilaren 10ean, hamabi orrialdeko gutun bat idatzi zion. Honela hasten zen: “Ene jauna, barkatuko ahal didazu gai zientifiko bati buruzko alemanezko gutun batekin zu gogaitzera ausartzeagatik. Ur-azalen propietate ezezagunei buruz iaz egin zenituen ikerketa emankorren berri izanik, pentsatu dut agian interesatuko litzazukeela gai horri



buruz egin ditudan behaketa batzuen berri izatea. Hainbat arrazoiengatik ez nago aldizkari zientifikoetan argitaratzeko moduan, eta beraz, bide hau aukeratu dut nire emaitza garrantzitsuenak zuri helarazteko...”

Egindako ikerketaren berri eman ondoren, honela zioen, gutunaren amaieran: “Pentsatu dut emaitza hauek ez nizekizula ezkutatu behar, nahiz eta fisikari profesionala ez izan. Berriz ere, otoï, barkatu ausardia”.

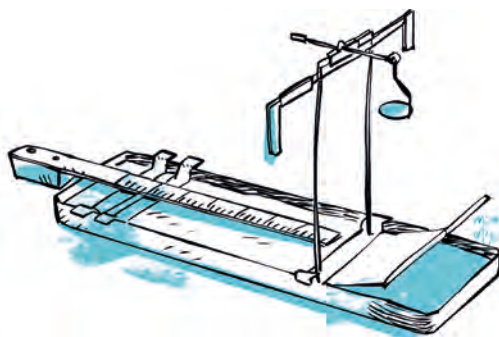
“70 urte zituela, Brunswickeko Unibertsitateak honoris causa doktore izendatu zuen, gainazaleko tentsioa neurtzeko metodo kuantitatiboaren asmatzaile izateagatik”

Lord Rayleighri zeharo interesgarria iruditu zitzaion Pockelsen lana. Eta alemanez idatzitako gutun hura emazteak ingelesera itzulita, *Nature* aldizkarira bidali zuen, aurkezpen-gutun batekin: “Eskertuko nizukeke dama alemaniar batengandik jaso dudana gutun interesgarri baten itzulpen honentzat lekurik topatuko bazenute. Izan ere, oso etxeko tresnekin, kutsatutako ur-azalen portaerari buruzko emaitza baliotsuak lortu ditu. Miss Pockelsen gutunaren lehen zatiak neure azken lanaren zati baten ia esparru bera hartzen du, eta, nagusiki, harekin bat egiten. Ondorengo atalak oso iradokitzaileak iruditzen zaizkit, galdera garrantzitsu asko planteatzen edo bete-betean erantzuten baititu. Laster, Miss Pockelsen esperimentu batzuk errepikatzeko aukera izatea espero dut”.

1891ko martxoaren 12an argitaratu zen Agnes Pockelsen gutun hura *Nature* aldizkarian, “[Surface Tension](#)” izenburupean. Horren ondoren, Göttingengo Unibertsitateetik gonbidapen bat jaso zuen hango fisikako laborategia erabiltzeko. Ezin izan zuen onartu, osasunez ahul zeuden gurasoen zaintzak ez baitzion horretarako aukerarik uzten.

Hala ere, ez zion ikertzeari utzi. Bere doitasun bereizgarriarekin ikertu zituen geruza monomolekularren gainazaleko indarrak, hainbat likidok kristalean duten itsaspena eta emulsiioen eta disoluzioen azaleko tentsioak. Hurrengo hamarkadetan beste hainbat artikulua argitaratu zituen, *Naturen*, eta Alemaniako beste aldizkari batzuetan. Eta gutun-bidezko harremana izan zuen hainbat ikertzailearekin.

1932an, 70 urte zituela, Brunswickeko Unibertsitateak honoris causa doktore izendatu zuen, gainazaleko tentsioa neurtzeko metodo kuantitatiboaren asmatzaile izateagatik. Urte hartan bertan, Irving Langmuirrek Nobel saria jaso zuen, metodo horretan oinarrituta egindako lanagatik.



Langmuirrek, Pockelsen *schieberinnea* hobetuta, gaur egun oraindik erabiltzen den Langmuir balantza garatu zuen. Eta gailu horrekin ikerketa zabala-goak eta aurkikuntza garrantzitsuak egin zituen gainazalen zientzian. Nobel saria jaso zuenean aipatu ez bazuen ere, bere lorpenen zati bat hemezortzi urteko emakume batek, inolako prestakuntza zientifiko formalik gabe, erretilu batekin etxean egindako esperimентuetan oinarritua zegoen. ●

Dabilen pentsamenduak zabaltzen jarrai dezan



Egin zaitez Jakinkide

Jakin — dabilen
pentsamendua



“Kontzientziatuta egoteak neurri publikoak eskatzera eramán gaitzake”

Ana Galarrraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Angela Alonso Jurnet

Gizarte komunikazioan doktore



Angela Alonso Jurnet

(Salamanca, 1996)

- **Gizarte Komunikazioko doktorea** da 2025az geroztik.
- Aurretik, **Ikus-entzunezko Komunikazioko gradua** egin zuen Salamancako Unibertsitatean (USAL), eta **Gizarte Komunikazioko masterra** Euskal Herriko Unibertsitatean (EHU).
- Betitik izan ditu pasio komunikazioa bere adierazpide guztietan eta natura zein harekin dugun harremana. Ikerketan aurkitu zuen, ustekabea, bi bokazio horiek uztartzeko modua.

Krisi klimatikoaren auziari heltzeko, ezinbestekoa da komunikazio argia, zuzena eta eraginkorra. Horretarako tresna erabilgarri bat sortu du Angela Alonso Jurnetek, EHUn egin duen doktore-tesiaren barruan: [Ekosistema Digitalean Komunikatzeko Aukeren Dekalogo](#).

Alonsok ez zuen halako asmorik buruan, Ikus-entzuneke Komunikazioa gradua egitea erabaki zuenean. Zinema eta sare sozialak interesatzen zitzaizkiolako egin zuen gradua, eta, ondoren, ez zeukan oso garbi zer egin, eta Gizarte Komunikazio-ko masterrean sartu zen. Eta orduan, "maitemindu" egin zen: "Ordura arte ez neukan ikerketarekin eta zientziarekin zerikusirik zuen ezer egiteko asmorik. Egia da gustuko nuela gai horiei buruz irakurtzea, baina masterra egin arte ez nintzen arduratu klima-aldaketa gainera komunikazioaz", aitortu du.

Masterra egiten ari zela, ordea, jabetu zen klima-aldaketa inguruan gizarte puri-purian zeuden eta dauden eztabaidak ardazten direla. "Ohartu nintzen krisi klimatikoak beste gai asko biltzen zituela, eta, nolabait, gure lekuan jartzen gintuela. Nahiz eta gure artean gatazkak egon, kondenatuta gaude planeta berean bizitzera, eta haren mende gaude. Hortaz, denontzat bizigarria izan behar du. Eta iruditzen zitzaidan hori transmititzea ardua handia zela komunikabideentzat eta plataforma digitalentzat".

Horrela sortu zitzaion krisi klimatikoari buruzko komunikazioa ikertzeko gogo. "Izugarri erakargarria da, egungo debate askorekin konektatuta dagoelako, hala nola kazetaritzaren etorkizunarekin, informazioaren eta aktibismoaren arteko erlazioarekin, polarizazioarekin, eta, orain, baita adimen artifizialarekin ere", azaldu du.

Hori bai, onartu du erronka ez zela makala, oraindik asko baitzegoen ikertzeko arlo horretan, eta, beraz, lan handia zuen aurretik. Gainera, plataforma digitalean egiten den komunikazioa iker-

tzen hasterako, ikusi zuen arazo handi bat zuela: plataformak etengabe aldatzen ari dira, eta berak argazki finko bat atera behar zien. Azkenean, tesia argitalpen-bildumaren bidez eta metodologia desberdinak konbinatuz egitea erabaki zuen, Ainara Larrondo Uretaren eta Jordi Morales i Grasen zuzendaritzapean. Eta tesiaren azken emaitza gisa aurkeztu du dekalogo.

Lehen pausoa, gizartearen alfabetizazioa

Alonsoren ustez, krisi klimatikoaren komunikazioan, fokua ondorioetan jarri izan da, batez ere. "Horrek, baina, paralisia sortzen du. Izan ere, arazoa handiegia delako irudipena transmititzen da: handia espazioan, eta handia denboran. Ikuspegi horrek etsipena sortzen du. Ordurako, jada ari nintzen irakurtzen bestelako ikerketa batzuk, zeinak irtenbideak proposatzen saiatzen baitziren, mobilizazioa sustatzeko asmoz".

Ohartarazi du, neurri batean, kritikoa dela ikuspegi horrekiko ere, ez baitu uste norbanakoen erabakiek dena alda dezaketarik. "Baina bai iruditzen zait, kontzientziatuta izateak neurri publikoak eskatzera eraman gaitzakeela. Horretarako, uste dut garrantzitsua dela politizatzeari uztea. Egun, klima-aldaketa eztabaida politikorako erabiltzen ari dira, baina hortik kanpo egon beharko luke. Ez baita iritzi-kontu bat, auzi zientifikoa baizik. Baina eskuinta beti saiatu izan da erabilera negazionista edo oztopatzailea egiten. Hortaz, uste dut beharrezkoa dela gizartearen alfabetizazioa. Nire ustez, hori da lehen pausoa, neurri politikoak eskatzera iristeko".

Horretarako sortu du, beraz, Ekosistema Digitalean Komunikatzeko Aukeren Dekalogo. orain, Gureikertaldean jarraitzen du gaian sakontzen. "Tesiaren ondotik, ia galdera gehiago geratu zitzaizkidan, erantzunak baino. Eta ikertu nahi ditut metodologia berriak, formatu berriak, adimen artifizialaren afera... Horretan nabil". Aurrerantz ere, izango dugu bere lanaren berri. ●

Itsas zaborra Bizkaiko golkoan: zer dakigu eta zergatik da funtsezkoa herritarrek zaborra ezagutzea?

Plastiko-kutsadura gaur egungo ingurumen-erronka handienetako bat da. Urtero, milioika tona plastikozko hondakin heltzen dira ozeanora, eta, askotan Pazifikoko uharteak irudikatzen baditugu ere zaborrez estalita, arazo honek Bizkaiko golkoa ere ukitzen du; Ipar Atlantikoko txoko bat, non hondakin horien zati bat ere, zoritxarrez, harrapatuta geratzen den.

Azken urteotan, orain arte bereizita garatzen ziren bi lan-ildo elkartzen hasi dira: kanpaina zientifikoak eta herritarren zientzia. Horri esker, gure Kantauriko errealtatea hobeto ulertzen ari gara. Izan ere, nabarmen datu gehiago daukagu eskura, eta, hala, posible da zientzia akademikoak aztertu ezin dituen eremu eta uneak aztertzea.

Bizkaiko golkoa, dinamikoa eta kaltebera

Bizkaiko golkoak egoera nahiko konplexua du itsas zaborrari dagokionez; izan ere, haren ezaugarri fisiko eta ozeanografikoen eraginez, hondakinak pilatzea erraza da. Plataforma kontinental ez da berdina ekialdetik mendebaldera, eta urpeko arroila ugarik zeharkatzen dute; horiek guztiak zaborraren "hustubide" moduan jokatzen dute. Horretaz gain, itsaslaster askok eragin handia dute —IPC delakoak, Portugalgo itsaslasterrak edo haizeak sortutako itsaslasterrek, adibidez—, eta hondakinak

urtaroaren arabera mugitzen eta berrantolatzen dituzte. Bestalde, ez da ahaztu behar Frantziako ibaieetatik datozen ur gezako luma handien eragina, ezta itsasoan sortzen diren zurrunbilo ugariena ere; izan ere, bi faktore horien eraginez, joera handia dago hondakinak Bizkaiko golkora iritsi eta han pilatzeko.

Honi guztiari gizakiaren presioa gehitu behar zaio: kostalde oso jendetsua dugu, arrantza- eta merkataritza-portu garrantzitsuekin, hala nola Pasaia eta Bilbo, eta turismo-jarduera handiko hiriekin, besteak beste Donostia, Bilbo, Baiona eta Biarritz. Faktore horiek guztiek nabarmen areagotzen dute itsas ingurunean eragiten den presioa.

Faktore natural eta antropogeniko horiek guztiek batera, itsas zaborra metatzeko gune bereziki sentibera bihurtzen dute Bizkaiko golkoa.

Zientzia akademikoa vs. herritarren zientzia: gizarteak mapa osatzen duenean

Herritar gehienek ez dituzte ezagutzen Bizkaiko golkoko itsas zaborra monitorizatzeko kanpaina zientifikoak. Urtero jartzen dira martxan Bioman, Pelacus, Demersales eta BM - 1 programa —azken hori hondartzen jarraipena egiteko—, eta etengabe dihardute lanean gure kostaldean zer gertatzen



Idatzi zuk zeuk
Gai librean atalean

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

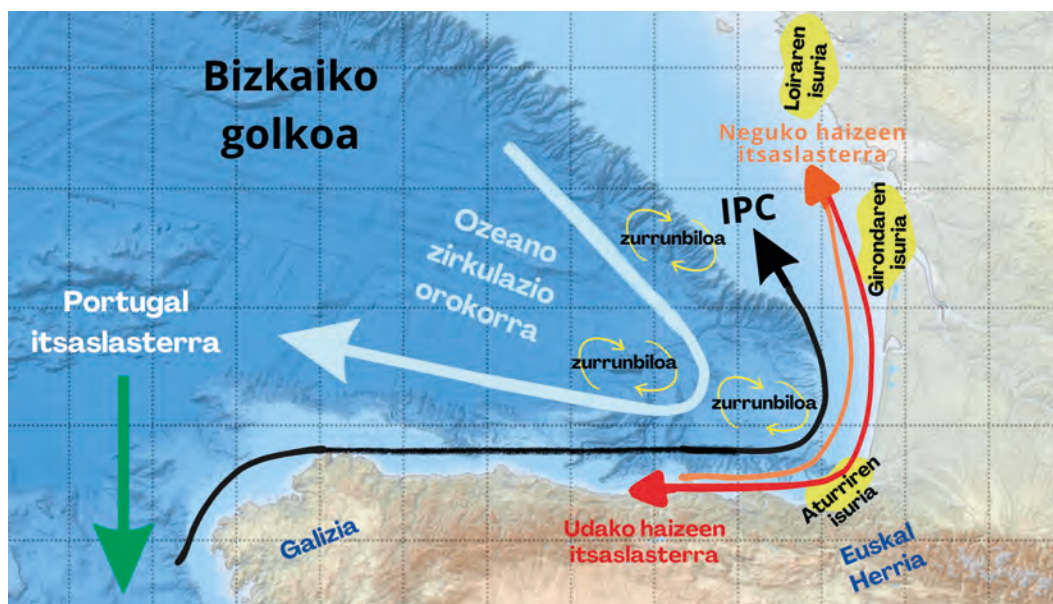
Life Cycle Thinking Group, Adierazpen Grafikoa eta Ingeniaritzako Proiektuak Saila, Bilboko Ingeniaritza Eskola (EHU)

Maider Iturrondobeitia Ellacuria

Life Cycle Thinking Group, Adierazpen Grafikoa eta Ingeniaritzako Proiektuak Saila, Bilboko Ingeniaritza Eskola (EHU),
Itsas Biologia eta Bioteknologia Esperimentalen Ikerketa Zentroa – Plentziako Itsas Estazioa (PiE-EHU)

Julen Ibarretxe Uriguen

Life Cycle Thinking Group, Fisika Aplikatua Saila, Bilboko Ingeniaritza Eskola (EHU), Itsas Biologia eta Bioteknologia
Esperimentalen Ikerketa Zentroa – Plentziako Itsas Estazioa (PiE-EHU)



Bizkaiko golkoaren hego-ekialdeko eremua. ARG.: Alfaro-Ortega et al., 2025.

den ulertzeko. Kanpaina horiei buruzko oinarritzko informazioa aurkitzea erraza da, baina emaitzak eskuratzea ez da hain erraza: maiz, datuak ez dira argitaratzen edo labur-labur aurkezten dira.

Gardentasun falta horri beste oztipo batzuk gehitu behar zaizkio: monitorizaziorako askotariko metodologiak erabiltzen dira (BAKA motako sareak, GOB motako sareak, zientzia-urpekaritza, irudien analisia, eta abar), eta, gainera, erabilitako hondakinen sailkapen-sistemak ez dira bateragarriak beren artean. Izan ere, emaitzak formatu oso desberdinetan adierazten dira (elementuak/km², kg/km², elementuak/100 m, masa edo objektu kopurua), eta, horregatik, eskuragarri dagoen informazio urria ez da nahikoa kanpainak, eskualdeak edo urteak alderatzeko.

Egoera horren aurrean, argi geratzen da informazio-hutsune hori beteko duen alternatiba bat behar dela, eta, testuinguru horretan, Bizkaiko golkoak baliabide baliotsu bat du: herritarren zientziaren proiektu-sare zabal bat. Proiektu horietan, oro har aditu ez diren boluntarioek parte hartzen dute; beraiek monitorizatzen dute itsas zaborra eta, askotan, emaitzak argitaratzen dituzte. Soilik Iberiar penintsulako iparraldean kontuan hartuta, lan hori egiten urteak daramatzaten dozenaka erakunde daude. Mater Ontzi Museo Ekoaktiboa, Surfing Federation, Fundación Oxígeno, A. Fundación, Surfrider edo Gurutze Gorria—LIBERA erakundeek, esaterako, milaka laginketa egin dituzte, eta zenbait plataformatan, hala nola MARNOBAn, informazio-kantitate handi bat sortu dute. Informazio hori lor-

tzea ezinezkoa izango zatekeen kanpaina zientifiko tradizionalak bakarrik erabiliz.

Nahiz eta herritarren zientziaren bitartez jasotako datuek ere mugak badituzten, hala nola laginketa-eremuari buruzko informazio zehatzik ez izatea eta boluntarioen prestakuntza mugatua eta askotarikoa izatea, herritarren zientziatik abiatutako kanpainei sortzen duten datu-kantitate handiak laguntzen du egoeraren irudi errealago bat osatzen. Esaterako, kanpaina ofizialek penintsularen iparraldeko 10 hondartza bakarrik monitorizatzen dituzte, baina herritarren zientziak 209 hondartzatako datuak bildu ditu 2018tik gaur egun arte.

hondakinen kontzentrazioa Mediterraneoan neur-tutakoaren parekoa da, edo are handiagoa. Datu deigarria da, kontuan hartuta gure kostaldea Ozeano Atlantiko zabalera irekita dagoela, eta Mediterraneo, berriaz, ia itxita dagoela.

Hondartzei dagokienez, baieztatzen da Frantziako kostaldean penintsulako iparraldean baino askoz zabor gehiago pilatzen dela (494 unitate/100 m, 281,73 unitate/100 m-ren aldean). Desberdintasun hori zenbait faktoreren ondorio izan liteke, hala nola neguko itsaslasterrek hondakinak Espainiako kostaldetik Frantziara daramatzatelako, edo Frantziako ibai handiek itsasoratzen duten



Mater Ontzi Museo Ekoaktiboa, Ulia-Jaizkibel inguruan (Gipuzkoa) egindako zabor-bilketa batetik itzultzen. ARG.: Alfaro-Ortega et al., 2026.

Zer ikusten dugu bi iturrietako datuak bateratuta?

Ondorio nagusia da Bizkaiko golkoaren hegoaldea itsas zaborra pilatzeko gune bat dela, eta, gainera, pilatutako zaborraren % 97 plastikoa dela. Hala, iparraldeko hondartzetan aurkitutako

zabor-kantitatea handiagoa delako, besteak beste. Esandakoaren adibide argia da Aturri ibaia; haren bokalean dagoen hondartzak du Bizkaiko golko osoan hondakin-dentsitate handiena: 1.101 unitate/100 m.



Buceo Donostiko kideak zaborra biltzen, Pasaian.
ARG.: Buceo Donosti.

Bizkaiko golkoa zabor flotatzailearen pilaketa-gune nagusietako bat da, bereziki ekialdeko sektorean. Mater Ontzi Museo Ekoaktiboaren lanari esker, 2018tik Euskal Herriko kostaldean 168.086 objektu flotatzaile erregistratu eta bildu dira; kopuru horrek argi erakusten du arazoaren benetako dimentsioa.

Itsas hondoari dagokionez, hondakin-kontzentrazioak handiak dira hiri eta portuen inguruan, eta txikitu egiten dira kostaldetik urrundu ahala (nahiz eta azken puntu horietan zailak edo are ezinezkoak diren neurketak). Hala ere, zabor-dentsitatearik handienak ez dira plataforma kontinentalean agertzen, baizik eta itsaspeko arroiletan; han, batez beste 4.813 elementu/km² erregistratzen dira, plata-

formako balio maximoak baino askoz handiagoak. Zabor-kontzentrazio altuenetako bat Arcachongo arroilak du —golkoaren hego-ekialdean—, eta horrek berresten du arroila horiek itsas zaborra piltatzeko guneak direla, eta lehentasunezko arreta jarri behar dela puntu horietan.

Etorkizuneko erronkak itsas zaborren aurkako jardunean

Leku geografiko askotako plastiko-kutsadurari buruzko datu ugari dauden arren, datu horiek konbinatzea erronka handia da oraindik, askotariko metodo, sailkapen, datu-base eta formatuak direla eta. Horregatik, funtsezkoa da harmonizazio metodologiko baterantz aurrera egitea, ondorio sendoak eta emaitza alderagarriak lortzeko, eta, hala, ulertzeko benetan zenbat zabor daukagun gure kostaldean, eta nola banatzen den zabor hori, ondoren irtenbide egokienak bilatzeko.

Bizkaiko golkoa ekosistema baliotsua baina hauskorra da, eta, hura babesteko, lehen urratsa da jakitea nolakoa den eta nola dagoen. Zeregin horretan, herritarrek ez dira behatzaile hutsak, protagonistak dira. ●

Bibliografia

- [1] Alfaro-Ortega, C., Iturrondobeitia, M., Lizarza, S., Peña-Rodríguez, C., Zaldúa, N., & Ibarretxe, J. 2026. *Citizen science initiatives and outcomes in plastic pollution monitoring and control in the southern Bay of Biscay*. Marine Pollution Bulletin, 227, 119467.
- [2] Alfaro-Ortega, C., Ibarretxe, J., Iturrondobeitia, M., 2025. *Marine litter in the south-east of the Bay of Biscay: a review of current methods, standards, databases and challenges*. Mar. Pollut. Bull. 213, 117632. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117632>.

Itxuraz harago, zahartzaro ona

Kultura askotan, edertasuna gaztetasunarekin lotzen dugu: azal leun eta tinkoa, dis-tiratsua... osasunaren eta bizitasunaren seinaleztat hartzen ditugu. Hala ere, zahar-tzea gure zelulek zenbateraino ondo edo gaizki funtzionatzen duten zehazten duten mekanismo biologikoen multzo baten mende dago, eta ez dago batzuetan uste dugun bezain estu lotuta edertasunarekin. Sator-arratoi biluzia (*Heterocephalus glaber*) adi-bide bikaina da: begi hutsez zaharra dirudi —ia ilerik gabe, azal zimurrarekin eta begi txikiekin—, baina urte askoan bizi da, eta, are garrantzitsuagoa dena, urte horietan guztietan bizi-kalitate ona du. Kasu horrek sarri nahasten ditugun bi kontzeptu be-reiztera gonbidatzen gaitu: edertasun estetikoa eta gaztetasuna. Eta “gazte-itxura” lortzen tematu beharrean, zergatik ez jarri fokua “hobeto zahartzean”?

Jaiotzen garen unetik bertatik hasten gara zahar-tzen. “*Hallmarks of aging*” direlakoak zahartu ahala gertatzen diren prozesu zelular eta molekularrak dira; multzoan, azaltzen dute zergatik galtzen di-tuen gure organismoak berritzeko gaitasuna eta funtzionaltasuna pixkanaka. Mekanismo asko dau-de tartean, elkarri lotuta, baina hiru elementu dira bereziki garrantzitsuak: telomeroak, epigenetika eta estres oxidatiboa.

Gure gorputza etengabe berritzen ari da: zelula ba-tzuk hil egiten dira eta beste batzuk zatitu, haiek ordezkatzeko. Dena dela, denek ez duten erritmo berean egiten; hesteko zelulak, adibidez, egun gu-txitan berritzen dira; aldiz, neurona gehienak edo obuluak ez dira ordezkatzeko. Zelula batek, zatitzen den bakoitzean, bere material genetikoa (DNA) bi-koiztu behar du, zelula alaba bakoitzak kopia oso bat jaso dezan. Hala ere, prozesu hori ez da perfek-tua: zelula-zatiketa bakoitzean DNAREN kantitate txiki bat galtzen da, eta horrek, denborarekin, kalte zelular progresiboa eragiten du.

Horretan, funtsezko zeregina dute telomeroek, hots, kromosomen muturretan dauden DNA-sekuentziek. “Babes-kapoi” moduan jarduten dute: zelula-zatiketa bakoitzean pixka bat laburtzen dira, eta, horri esker, genomaren eskualde garrantzi-tsuak ez galtzea lortzen da. Baina gaitasun hori ez da mugagabea. Zatiketa asko igaro ondoren, telomeroak higatu egiten dira, eta hain labur gera-tzen dira ezen jada ezin baitute behar bezala bete beren babes-funtzioa. Une horretatik aurrera, ma-terial genetikoaren kopiak ez dira hain fidagarriak, eta zelula berriak ez dira jada aurrekoen erreplika perfektuak. Zatitu ahala, akats gehiago eta gehia-go metatu ditzakete. Konparatu genezake giltza bat behin eta berriz kopiatzearekin: kopia bakoitza aurrekoaren arabera egiten bada, iristen da une bat non giltza ez den jada sarraian ondo sartzen. Gainera, zelula batzuk “seneszentzia” izeneko lo-zorro moduko egoera batera igarotzen dira, eta ez dira gehiago zatitzen. Ondorioz, ehunak berritzeko gaitasuna gutxitzen da, eta ehunak zahartu egiten dira. Horregatik esaten da telomeroak “erloju bio-logiko” baten antzekoak direla.

Zahartze-prozesuaren beste protagonista handietako bat epigenetika da. Aldaketa kimikoak dira, informazio genetikoak nola irakurtzen edo espresatzen den agintzen dutenak. DNA liburu bat balitz, epigenetika liburuko oharrek lirake (azpimarrak, oin-oharrak edo zuzenketak) zeinek gidatzen baitute liburuaren zein zati irakurri eta zein ez. Horri esker, zelulak, une bakoitzean behar duenaren arabera, gene batzuk aktibatu edo desaktibatu (isilarazi) ditzake. Adinarekin, ordea, erregulazio-sistema horiek huts egiten hasten dira, eta, adibidez, hanturarekin lotutako geneak aktiboago bihurtzen dira. Hortik dator *inflammaging* terminoa: zahartzearekin batera agertzen den intentsitate baxuko hantura kronikoko egoera bat da, eta arrisku-faktorea da hainbat patologia garatzeko.

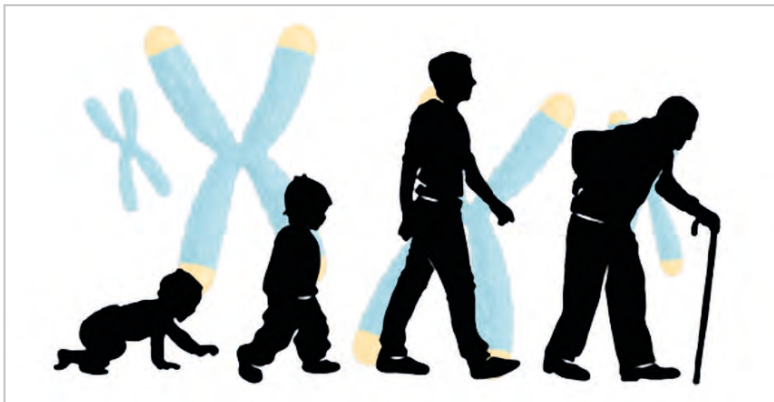
Beste elementu garrantzitsu bat mitokondrioak dira. Energia-zentral moduan jarduten dute: oxigenoa eta mantenugaiak energia bihurtzen dituzte, zelulak erabili dezan. Edozein fabrikatan bezala, hondakinak sortzen dira. Horien artean, nabarmentzekoak dira ROSak (oxigeno-espezie erreaktiboak). Kantitate txikietan erabilgarriak dira seinalizazio zelularrerako eta defentsarako, baina gehiegi sortzen direnean (edo sistema antioxidatzaileek huts egiten dutenean) estres oxidatiboa eragiten dute. Orduan, proteinak, lipidoak eta DNA oxidatu, eta kalte egiten diete. Zahartu ahala, metatutako kalte

horren ondorioz, zelulek okerrago funtzionatzen dute, eta ehunek mantentzeko eta konpontzeko gaitasuna galtzen dute pixkanaka.

Zergatik lotzen ditugu gaztetasuna eta edertasuna?

Ikusi dugun bezala, zahartzea prozesu gradual eta progresibo bat da, eta organismoaren hainbat elementu pixkanaka hondatzen joaten dira. Animalia gehienetan, narriadura horren zati bat agerian geratzen da kanpo-itxuran ere. Gure garunak ezaugarri fisiko jakin batzuk erabiltzen ditu "gaztetasun-seinale" gisa; adibidez, azal leun eta homogenea, distiratsua eta zimurrik gabekoa, hortz zuriak, edo ile eta bekain ugariak. Era inkontzientean, ezaugarri horiek ugalkortasun handiagoko etapekin eta, oro har, osasun hobearekin lotzen ditugu. Hortik dator edertasuna eta gaztetasuna lotzeko joera.

Lotura hori ez da berria. Osasunarekin eta ugalkortasunarekin zerikusia duten seinale biologikoetan oinarritzen den arren, mendeetan zehar indartu egin dute arteak, erlijioak eta arau sozialek. Antzinako Egipton, adibidez, edertasuna bizitasunaren eta ordenaren adierazpen ikusgarritzat ulertzen zen, *maat* kontzeptuarekin bat eginez (oharra: *maat*-ek oreka kosmiko eta soziala irudikatzen zuen). Testuinguru kultural horren baitan, gazte-



Zahartze-prozesua. Irudiaren atzealdean, telomeroak (horia) nola laburtzen diren. ARG.: Rebelo-Marques, De Sousa Lages, Andrade, Ribeiro, Mota-Pinto, Carrilho and Espregueira-Mendes/CC-BY; Copilot-ekin (Microsoft) moldatua.

tasuna ongizate fisikoaren eta jainkozkoarekiko gertutasunaren adierazgarritzat hartzen zen, eta heriotzaren osteko bizitza berritzearen forma gisa. Grezia klasikoan, proportzioa, simetria eta gaztetasuna bertute eta harmoniaren adierazgarritzat hartzen ziren. Edertasunaren idealizazio hori *kalokagathia* kontzeptuarekin lotuta zegoen, zeinak edertasunaren eta bikaintasun moralaren/ bertutetsuaren arteko batasuna sinbolizatzen baitzuen. Errenazimentuaren aroan (XV–XVI. mendeetan), edertasuna osasunarekin, harmoniarekin eta gaztetasunarekin lotzen jarraitu zen. Geroago, viktoriar garaian (XIX. mendean), emakumeen gaztetasuna, edertasunarekin lotzeaz gain, estatusarekin eta moralitatearekin ere lotu zen. Horrek areagotu egin zuen emakumeek itxura gaztea mantentzeko zuten presio soziala. Bestalde, kontuan izan behar dugu edertasun-irizpideak ez direla estatikoak, baizik

eta ekonomiarekin, teknologiarekin eta gizarte-balioekin batera aldatzen direla. Gaur egun, badirudi globalizazioak eta kosmetika- eta *antiaging* industriaren hedapenak edertasuneko/gaztetasuneko ideal batzuk homogeneizatu dituztela, eta gero eta protagonismo handiagoa dute gure eguneroko bizitzan.

Edertasuna ez da beti bizitza luzearen adierazlea

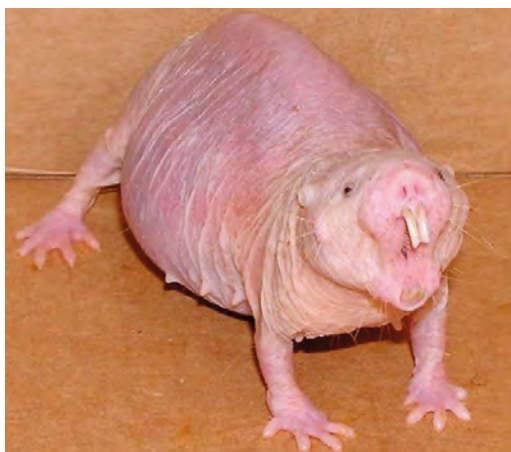
Edertasunaren eta gaztetasunaren arteko lotura ez da unibertsala, ezta aldagaitza ere. Itxura gaztea osasunarekin eta bizitza luzearekin lotzea ohikoa bada ere, irizpide horiek ez dira beti fidagarriak. Adibide paradigmaticoa da sator-arratoi biluzia (*Heterocephalus glaber*), begi hutsez oso zahartua dirudien animalia bat. *H. glaber*ek ez du ilerik ia, eta azal oso zimurra du —gure ohiko edertasun- eta



Kanpoko seinale ikusgarriak baliatzen ditugu (adibidez, azalaren kalitatea) gaztetasun-maila eta, ondorioz, edertasunaren pertzepzioa baloratzeko. ARG.: Teona Swift/Pexels.

gaztetasun- kanonekin kontrajarrita—. Hala ere, esan ohi den bezala, batzuetan itxura engainagarria izan daiteke. Izan ere, haren azal zimurra eta ile falta ez dira zahartze goiztiarraren seinale. Aitzitik, animalia horren zahartze-prozesua bereziki motela da. Etxeko saguak urte gutxi batzuk bizi badira ere, *H. glaber* 30 urte inguru bizi da. Baina haren bizitza luzea baino are interesgarriagoa da denboran zehar mantentzen duen bizi-kalitatea; izan ere, bere bizitza ia osoan zehar funtzionaltasun fisiologiko egokia mantentzen du. Adibide honek askotan nahasten ditugun bi kontzeptu bereiztera behartzen gaitu: kanpoko itxura eta adin biologikoa; edo, bestela esanda, edertasuna eta gaztetasuna.

Sagu horren itxura ulertzeko, lagungarria da zer ingurunetan eboluzionatu zuen aztertzea. Sator-arratoi biluzia ia bizitza osoa lur azpian bizi da, tunel-sistema konplexu, ilun eta estuetan, non marruskadura etengabea baita. Ingurune horretan, azal malgua eta ia ilerik ez izatea abantaila nabarmena da, galerietan mugitzea errazten baitu, eta marruskadurak eragindako kalteak murrizten. Horrenbestez, bere itxura “zimurtsua” ez da zahartzearen seinale bat, baizik eta biziraupena hobetu duen egokitapen ebolutibo bat.



Sator-arratoi biluzia (*Heterocephalus glaber*).
ARG: Kein Keen/CC BY-SA.

Eta “gazte-itxura” lortzen tematu beharrean, hobeto zahartzean jarriko bagenu arreta?

Azken hamarkadetan, *antiaging* industriak estetikan jarri du arreta, batez ere. Tratamendu garesti horiek guztiek gure kanpoko itxura aldatu dezakete, baina horrek ez du nahitaez esan nahi gazteagoak edo osasuntsuagoak garenik. Benetan gehiago eta hobeto bizi nahi badugu, beste ikuspegi bat behar dugu. Ebidentzia zientifikoa araber, zahartze osasungarria lortzeko faktore garrantzitsuenak ez dira tratamendurik garestienak, gure bizi-ohiturak baizik. Elikadura orekatua eta askotarikoa izateaz, toxikoak saihestez eta behar bezala atseden hartzez gain, funtsezko hiru faktore daude:

Lehenik eta behin, estresa nabarmentzen da. Estresa ez da, berez, negatiboa; izan ere, egokitze-erantzun biologiko bat da, gure biziraupenerako erabakigarria izan zena. Kroniko bihurtzen denean sortzen da arazoa. Orduan, ondorio kaltegarriak eragiten ditu, hala nola hipertentsioa, metabolismoaren asaldura, hantura iraunkorra, immunitate-sistemaren ahultzea eta telomeroen laburtze-prozesuaren azelerazioa. Horregatik, funtsezkoa da estimulu estresagarriak kudeatzen ikastea, meditazioa, arnasketa eta jarduera fisikoa eginez eta lasaiago biziz, zahartze osasuntsuagoa sustatzeko.

Ezinbestekoa da, halaber, garuna aktibo mantentzea. Muskuluekin gertatzen den bezala, erregulartasunez estimulatu behar da funtzionaltasunari eusteko. Erabiltzen ez denean, organismoak berak konexio neuronalak ezabatzeko joera du, energia-kontsumoa optimizatzeko. Horregatik, funtsezkoa da garuna etengabe estimulatzea, zeregin berriei eta erronka berriei aurre eginaraziz (adibidez, hizkuntza bat ikastea, instrumentu bat jotzea edo kirol berri bat egiten hastea).



Harreman sozialak eta euskarri emozionala funtsezkoak dira zahartze osasungarria izateko. ARG.: Marko Milivojevic/Pixnio.

Azkenik, gogoratu behar dugu izaki sozialak garela. Horrek esan nahi du gure organismoa biologikoki prestatua dagoela besteekin elkarreaginean jarduteko. Gure gizarte-harremanen kalitateak eragin handia du gure emozioetan, gure portaeran eta baita gure hormonetan ere. Frogatuta dago gizarteratze egokiak eta harreman positiboek (familia, lagunak, gizarte-babesa) estresaren erantzuna hobeto erregulatzen laguntzen digutela. Gainera, zeharkako ondorioak ditu gure osasunean, kalitatezko gizarte-harremanek bizi-ohitura osasungarriagoak izaten laguntzen baitute, hala nola elikadura orekatua izatea edo ariketa fisikoa erregulartasunez egitea. Oro har, faktore horiek zahartze osasuntsuagoa eta bizi-kalitate hobea lortzen laguntzen dute.

Ikuspegi ebolutibo batetik, beharrezko “zaharkitze programatu” biologiko modura uler daiteke zahartzea; prozesu bat, belaunaldien arteko erreleboa errazten duena eta gure espeziearen orekari laguntzen diona. Prozesu horren aurka borrokatzeak

—edo ezkututzen saiatzeak—, antzua izateaz gain, benetan garrantzitsua den horretatik aldentzen gaitu. Argi esanda, *zahartzea ez da zuzendu beharreko arazo bat*, bizitzari berez dagokion eraldaketa bat baizik. Erronka, beraz, ez da zahartzearen zantzuak ezabatzea, baizik eta horiek gaixotasunarekin, ahultasunarekin edo bizi-kalitatearen galeraarekin lotuta ager daitezen saihestea.

Agian, paradigma-aldaketa hau da: galdutako itxurazko gaztetasuna edo edertasuna berrezartzeko hainbeste ahalegin egiteari uztea, eta zahartzaro osasungarri eta duina eraikitzen hastea. *Zahartzearen edertasuna* ohoratzea osasuna zaintzeko modurik egokienetako bat izan daiteke. Zahartu gaitzen ondo! ●



SAREAN+

[Bibliografia, webgunean](#)

bat Soziolinguistika aldizkaria

BAT ALDIZKARIA 138. ZENBAKIA MISZELANEA



AITOR MONTES LASARTE, JON ZARATE SESMA ETA EIDER MADINA LIZARRALDE > Osasun arreta euskaraz: Aramaioko egoera. Atzera begirako azterketa deskriptiboa.

AIZPEA ORIA IRIGORAS > Hizkuntza hautaketa gaztetxoan eguneroko praktketan. Zenbait faktore soziolinguistikoren eragina Lehen Hezkuntzako 6.mailako gela batean.

LEIRE GOÑI IRADI > Emaritik uholdera. Helduen euskararen erabilera areagotzeko aukera Hernaniko aisialdi-taldeetan, 2024-2025 ikasturtean.

NAHIA SARRIA GUTIERREZ ETA SAIOA LARRAZA ARNANZ > Ipar Euskal Herriko familien hizkuntza-ideologiak eta hautu linguistikoak.

UNAI FERNANDEZ DE BETOÑO > Irlandako arnaguneetarako politika espazial berria: gure lurralde-estrategiarako ideiak.

harpidetu edo oparitu

URTEAN 40 EURO

ABANTAILAK:

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

<https://bat.soziolinguistika.eus>

943 592 556 – bat.aldizkaria@soziolinguistika.eus



**SOZIOLINGUISTIKA
KLUSTERRA**

Euskara biziberritzeko
ikergunea

Tradiziotik berrikuntzara: erremonteko saskiaren iraultza

Frontoi batek eta laborategi batek ez dute, lehenengo begirada batean, lotura handirik. Hala ere, bien arteko elkarlanetik etor daiteke erremontearen etorkizuneko jauzi handienetako bat. Nafarroako Unibertsitate Publikoko ikertzaile batzuek helburu argia dute: erremonteko saskiak erresistenteagoak, eskuragarriagoak eta iraunkorragoak bihurtzea teknologia berriak eta materialen ingeniaritza baliatuz. Tradizio handiko kirol batean aldaketak proposatzea ez da sekula erraza, baina berrikuntzak aukera berriak ireki ditzake modalitate honentzat.



Erremonte-saskien fabrikazioaren artisau-prozesua. ARG.: Xabier Sandua Fernandez.

Erremonteak leku berezia du euskal pilotaren modalitateen artean, bai bere ezaugarri teknikoengatik, bai duen ondare-balioagatik. Joko-mekanikan esku-pilotarekin antzekotasunak baditu ere (bertan pilota zuzenean eskuarekin jotzen baita), erremontean saski edo xistera bat erabiltzen da, pilotaren portaera fisikoan eragiten duena.

Erremontean, guante-laxoa oinordetzat duen modalitatean, saski kurbatu bat erabiltzen da, eta pilota pilotariaren saskiaren eskutik sartzen da, saskiaren barrualdean zehar etenik gabe irristatzen da eta, abiadura handitu ondoren, puntatik jaurtitzen da. Prozesu horretan, energia-transferentziari, azelerazio progresiboari eta jaurtiketa-kanalaren



Erremonteko saskien uztaiak zuntz sintetikoaz eginak. ARG.: Xabier Sandua Fernandez.

geometriari lotutako printzipio fisiko batzuek parte hartzen dute. Horregatik, xisteraren diseinua funtsezko elementua da bai kirol-errendimendurako bai jokoaren segurtasunerako.

Gaur egun, erremontea neurri mugatuan praktikatzen da, batez ere Nafarroan eta Gipuzkoan, eta egoera ezegonkorra bizi du. Materialaren eskuragarritasun-arazoak dira jokalaria berriak erakartzeko oztopo nagusienetako bat. Beste modalitate batzuetan ez bezala, erremonteko xistera bat eskuratzea ez da ez berehalakoa ez merkea, eta horrek zaildu egiten ditu bai aisialdiko praktika bai oinarritzko prestakuntza.

Erremonteko xisterak azken mendean ia aldaketarik izan ez duen artisau-prozesu baten bidez fabrikatzen dira. Egitura nagusia ratan egurrez egiten da; material zuntztsu eta porotsua da, banbuaren antzekoa, eta hezetasunaren, beroaren eta prozesu mekaniko egokien eraginpean moldatzeko gaitasun handia du. Egur horrek gaztainondo-egurra ordeztu

katu zuen trakzioarekiko erresistentzia eta malgutasun handiagoa zituelako.

Egitura hori enpajearen bidez sendotzen da. Historikoki zumez edo ihiz egina zegoen, baina gaur egun polimeroek, hala nola polipropilenoak, ordezkatzzen dute. Xisteraren kanpoaldeko uztaiak, tradizionalki gaztainondo-egurrez egina, material sintetiko batez ordeztu zen: beira-zuntza. Osagai hori fabrikatzeko molde bat erabiltzen da, eta bertan zuntzak luzetarako noranzkoan kokatzen dira; ondoren, matrize polimerikoa isurtzen da, material konposatua osatu arte. Horrela, uztaiarekiko trakzio- eta inpaktu-erresistentzia nabarmen handitzen da. Azkenik, larruzko eskularru bat eransten zaio xisterari; argizariz estalitako hari baten bidez, eskuz jositako lotura egiten da, eta, horrela, tresna oso espezializatua osatzen da.

Xisteraren artisau-balioa zalantzan jarri ezin bada ere, haren muga teknikoak agerikoak dira. Fabrikazio-prozesuak denbora-inbertsio handia



Fabrikazio gehigarriaren bitartez lortutako erremonteko saski eskalatua. ARG.: Xabier Sandua Fernandez.

eta artisauaren ezagutza espezializatua eskatzen ditu; horrek produktua garestitu eta haren esku-ragarritasuna mugatzen du. Gainera, ikuspegi mekanikotik, egurrak ahultasun handia erakusten du nahigabeko inpaktuekiko. Pilotaren kolpe desegoki batek milisegundo gutxitan hautsi dezake egitura, eta horrek asteetako lana behar izan duen xistera baliogabetuko luke.

Testuinguru honek agerian uzten du erremontearen funtsa mantenduko duten baina aurrerapen teknologikoei uko egingo ez dieten alternatibak bilatzeko beharra. Materialen ingeniariitzak gaur egun material tradizionalen mugak gainditzeko gai diren irtenbideak eskaintzen ditu, egitura arinagoak, erresistenteagoak eta iraunkorragoak garatuz. Material konposatuek eta polimero aurreratuek xisterak jokoaren karga dinamikoen aurrean duen portaera mekanikoa optimizatzen dute, eta horrek haustura-arriskua murrizten eta bizitza erabilgarria luzatzen du. Hori da, hain zuzen ere, NUPek ikerketa-proiektu bihurtu duen erronka.

Ikerketa honetan, berrikuntza ez da materialaren hautaketara mugatu behar. Fabrikazio-metodo

modernoek, hala nola fabrikazio gehigarriak (3D inprimaketak), aukera berriak eskaintzen dituzte erremonteko saskiaren diseinuan. Teknika horiei esker ekoizpen-denborak nabarmen murriztu daitezke, kostuak jaitsi eta geometria konplexuak zehaztasun handiz erreproduzitu. Gainera, egitura saskiaren behar funtzionaletara egokitzeko aukera ematen dute; artisautzan oinarritutako prozesu hutsekin hori lortzea zaila da.

Xistera berri baten garapenak, hala ere, metodologia zorrotza eskatzen du. Edozein ikerketa-prozesutan bezala, lehen urratsa aurrekari teknikoen analisia egitea da, artisauen, pilotari profesionalen eta dokumentazio-iturrien informazioa bilduz. Ezagutza enpiriko hori ezinbestekoa da jokoaren benetako eskakizunak ulertzeko eta kirol-praktikatik urrun dauden irtenbideak saihesteko.

Erremonteko xisteraren geometria normalizatuta ez dagoenez eta molde tradizionaletan oinarritzen denez, beharrezkoa da lehendik dauden eredu hiru dimentsioko eskanerra egitea, ondoren diseinu-software batean digitalizatzeko. Geometria horretatik abiatuta, simulazio konputazionalak

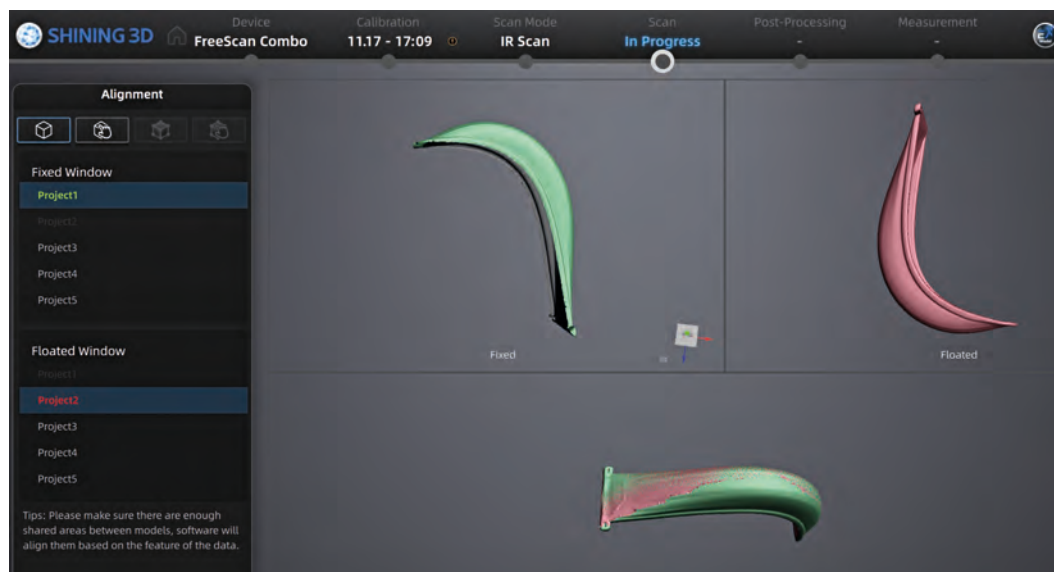
egin daitezke, hainbat materialek jokoan ohikoak diren egoeren aurrean duten portaera ebaluatzeko: inpaktu errepikatuak, tolesturak eta karga dinamikoak, besteak beste. Material eta konfigurazio egokienak identifikatu ondoren, hautatutako fabrikazio-prozesuarekin duten bateragarritasuna aztertuko litzateke, eta, gero, lehen prototipo funtzionala garatu.

lkerkuntza honetan, helburu konplexuenetako bat ez da teknikoa, soziala eta kulturala baizik. Erremontea ehun urte baino gehiagoz ia aldatetarik izan ez duen tresna batekin jokatu da, eta horrek identitate-balio handia ematen dio xisterari. Horregatik, edozein aldaketa zuhurtziaz landu behar da. Proposatutako estrategiak ez du haustura estetikorik bilatzen; aitzitik, bilakaera estrukturala planteatzen du, kanpoaldeko enpaje tradizionalari eutsiz baina tresnaren nukleo erresistentea hobetuz.

Pilotari profesionalen onarpena ere funtsezko kontua da. Horregatik, antzeko modalitateetan (adibidez, zesta-puntan) izandako esperientziak kontuan

hartuta, proposatzen da lehen prototipoak hastapeneko kategorietan erabiltzea. Horrela, teknologia berrietarako trantsizio progresibo eta naturala erraztuko litzateke. Ikuspegi horrek aukera eman-godu saskiaren portaera benetako baldintzetan ebaluatzeko eta belaunaldi berriak tresna berriei ohitzeko.

Erremontearen etorkizuna, neurri handi batean, gaur egungo teknologiei egokitzeko duen gaitasunaren mende dago. Tradizioaren eta teknologiaren arteko uztarketak aukera paregabea eskaintzen du modalitatea biziberritzeko, eskuragarritasun-oztopoak murrizteko eta praktikatzailerriak erakartzeko. Xistera eskuragarriagoak, erresistenteagoak eta iraunkorragoak izateak erremontearen hedapenean eragin erabakigarria izan dezake, eta horrek euskal pilotaren ondare kulturalaren parte den kirol honen jarraipena bermatuko luke. Horrela, berriro ere, kulturaren, tradizioaren eta zientziaren arteko beharrezko eta ezinbesteko sinbiosia lortuko genuke. ●



Erremonte-saskiaren 3Dko eskaneatzea. ARG.: Xabier Sandua Fernandez.

uztaro

giza eta gizarte-zientzien aldizkaria

2026

Giza eta gizarte-zientzietako euskarazko ezagutza zabaltzen, gaurkotasuneko ikerketa sustatzen

HARPIDETU

Urtean 25,00€

4 zenbaki paperean



Kontaktua:

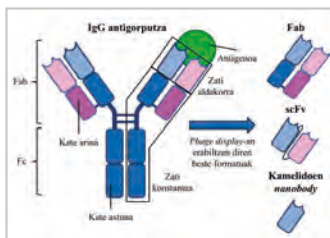
+34 946790546

argitalpenak@ueu.eus

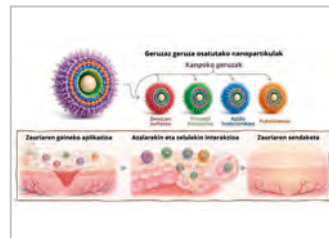
UEU.EUS



Jarraitu gurekin zientzia eta teknologiaren berriei, sarean zientzia.eus



ARG.: Wikimedia commons



GAI LIBREAN

Birusak eta minbizi-zelulak, antigorputzak bilatzeko ezusteko lagunak

Infekzioetarako, minbizirako, gaixotasun autoimmuneetarako... Antigorputzetan oinarritutako terapiak gorantz egin dute azken urteotan. Baina nola topatzen dira ospitaleetan erabiliko diren antigorputzak? Arraroa izan daitekeen arren, erantzunak zerikusia du minbizi-zelulekin eta birusekin.

Gure gorputzeko defentsen ardatzetako bat dira antigorputzak; arrotza dena ezagutzen dute, (...).

ALBISTEAK

Desinformazioa detektatzeko autopertzepzioan, usteak erdia ustel

Gaur argitaratu dituzte desinformazio zientifikoari buruzko bigarren ikerketaren emaitzak Espainian, eta erantzun dutenen % 51,5 ziur daude desinformazioa detektatzeko gai direla; aldiz, norberak uste du gainerakoek % 3k soilik detekta dezaketela.

Gainera, genero-arrakala nabarmena da pertzepzio horretan, gizonen % 10,3 oso ziur daude desinformazioa detektatzeko duen gaitasunarekin, aldiz, emakumeen % 4,3 daude oso ziur (...).

GAI LIBREAN

Nanosendagileak azala birsortzeko

Giza azala hiru geruzaz osatutako organo konplexua da, ezinbestekoak diren zenbait funtzio betetzen dituen; besteak beste, mikroorganismoen aurkako babes-hesi gisa jokatzeko eta tenperatura-erregulazioa. Zauritzen denean, geruza horiek sendaketa-prozesu koordinatu bat abiarazten dute, baina diabetesa edo infekzio iraunkorrak dituzten pazienteengan prozesu hori narrituta gera daiteke, eta zauriak kroniko bilakatu. Tratamendu estandarrek (aposituak eta gasa-oihalak) babes fisikoa eskaintzen duten arren, pasiboak dira eta ez dute oinarrian dagoen disfuntzio biologikoa konpontzen (...).

Abendura arte



Zer eta nor

elhuyar
ezagutuz aldatzea

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

Zuzendariak:

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

Erredakzio-taldea:

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute, Garazi Andonegi
Beristain, Irati Diez Virto, Egoitz Etxebete Aduriz, Igor
Leturia Azkarate, Ana Galarraga Aiestaran.

Publizitate-arduraduna:

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

Hizkuntza-arduraduna:

Elhuyar.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Carlota Alfaro Ortega, Leyre Echeazarra Escudero,
Julen Ibarretxe Uriguen, Maider Iturrondobeitia
Ellacuria, Gorka Larnaga Peña, Manu Ortega Santos,
Unai Pascual García de Azilu, Xabier Sandua Fernandez.

Azaleko argazkia:

German Orizaola Pereda.

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: 603-6614

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.

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

Babesleak:



zientzia
azoka
elhuyar

Elhuyar
Zientzia Azoka
2027

Izena emateko
epea zabalik

Informazioa eta izen-ematea:
zientzia-azoka.elhuyar.eus

elhuyar
ezagutuz aldatzea



Babesleak:

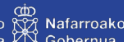


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES



Gobierno de Navarra



Kolaboratzaileak:





10€

ADI: IPAR HEMISFERIOKO KONSTELAZIOAK

Konstelazioek iluntasunean orientatzeko balio digute, baita honaino ekarri gaituzten zibilizazioen mito eta kondairak kontatzeko ere. Gau garbia bilatu eta izarrek osatzen dituzten formei erreparatu.



ADI: HODEIAK

Zeruari begira gaudela, hodei mota bat baino gehiago ikusi ohi dugu. Zenbat eta hodei gehiago behatu, orduan eta errazago identifikatuko dituzu. Heldu erronkari.



10€