

elhuyar

357 zk. | 2025eko martxoa

7,50 euro

Elkarrizketa
Miren Basaras
Ibarzabal
Mikrobiologian doktorea

Autismoak,
normaltasuna
zabaltzeko aukera bat

Glaziar bat galtzean



Zergatik egin du okerrera gazteen osasun mentalak?

Erantzunak

zurrunbiloa.eus



Efemerideak

2019ko abenduan agertu ziren gero COVID-19 deitu zitzaion gaitzaren lehen kasuak Txinan. 2020ko urtarrilaren 5ean, gaitz hura eragiten zuen birus berriari buruzko lehen adierazpena argitaratu zuen Osasunaren Mundu Erakundeak (OME). 2020ko urtarrilaren 12an, berriz, birusaren sekuentzia genetikoa argitaratu zuen, eta 30ean nazioarteko garrantzia duen osasun publikoko larrialditzat jo zuen.

Ordurako, Txinatik kanpo ere baziren kasu batzuk, eta kezka zabaltzen eta areagotzen hasi zen. Nahasmendua handia zen, eta, 2020ko otsailaren 3an, *Elhuyar* aldizkariak birusari buruzko lehen azalpenak eman zituen, "[Koronabirusak eragindako larrialdiaren hitz gakoak](#)" izeneko artikuluan. Birusak, artean, 2019 Novel Coronavirus izena zuen, laburtuta, 2019-nCoV. Artikuluko hitz gakoak, berriz, hauek ziren: korona-birusa, zoonosia, pandemia, nazioarteko larrialdia, heriotza-tasa eta hilgarritasuna, R0 zenbakia, antibirala. Nahi gabe ere, denok ondo baino hobeto ikasi genuen zer zen haietako bakoitza.

Handik hilabetera, martxoaren 11n, OMEk izurritea pandemia bat zela adierazi zuen. Ordurako, birusak eta gaitzak behin betiko izenak zituzten: SARS-CoV-2 eta COVID-19. Handik laupabost egunetara ezarri zuten Espainiako eta Frantziako gobernuek guztiok ukitzen gaituen efemeride bat: konfinamendua.

Bost urte igaro dira ordutik. Tamalez, ederki ikasi genuen hitz hori ere, eta eztabaida eta ondoez handia sortu zen gizartean, neurriaren ondorioei buruz. Beste neurri eta hitz batzuek ere eragin zuten eztabaida: musukoa, distantzia, baldintzatzaile sozialak, mugak. Eta ikasi genituen hitz gehiago ere: PCR, aldaera, RNA-txertoa, COVID iraunkorra...

Hitz horietako batzuk jada atzean geratu direla dirudi, eta beste batzuek gaurkotasan betekoak izaten jarraitzen dute. Badira oraindik erantzun gabeko galdera eta askatu gabeko korapiloak. Eta bada hitz bat lehen bezain baliagarria egoera ulertzeko. [Sindemia](#) da hitz hori. Sindemia batean, bat egiten dute krisi batek baino gehiagok aldi berean, eta haien artean sortzen den elkarreraginagatik, ondorioak are larriagoak bihurtzen dira. Ordukoan, sortu berri zen birusak bat egin zuen lehendik zeuden krisi sozialarekin eta ingurumen-krisiarekin. Birusari aurre egiteko, txertoak sortu zituzten; beste bi krisientzat, ordea, ez dago laborategiko irtenbiderik. Balio dezatela efemerideek ikasitakoa gogora ekartzeko eta aintzat hartzeko. ●

30

ELKARRIZKETA

Miren Basaras Ibarzabal

MIKROBIOLOGIAN DOKTOREA



CAF-Elhuyar Merezimendu Sariak eman digu aitzakia Basarasekin elkartzeko berrirori. Izan ere, Elhuyar aldizkariaren gertuko laguntzailea da, beti prest galderei erantzuteko eta bere ikuspegia azaltzeko. Ikerketan, irakas-kuntzan eta dibulgazioan egiten duen lanaz hitz egin dugu.



Autismoak

48

Berrogei urte dira Euskal Herrian autismoaren inguruko lehen azterketak eta zerbitzuak hasi zirela. Askok aldatu da autismoaz dakiguna. Uste baino heterogeneoagoa da, ohikoagoa, normalagoa.

38



Glaziar bat galtzean

Pirinioetako glaziarren bilakaeraren kronika zientifikoa osatu dugu Eñaut Izagirre Estibaritz eta Ixeia Vidaller Gayán glaziologoek laguntzarekin. Ez dute egoeraren gordina eta galeraren neurria ezkututzen. Pirinioetako glaziarren urtea munduan gertatzen ari denaren isla da.

04 IKUSMIRAN
*Mirarizko irudiak,
mikroskopioaren argira*

12 ALBISTEAK

20 ERREPORTAJEA
*Kaosa AEBko zientzian,
gobernu berriaren
neurrien ondorioz*

22 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Gorka Orive Arroyo

24 ANALISIAK
*Mekanika kuantikoaren
lehen oinarrien
100. urteurrena*

30 ELKARRIZKETA
Miren Basaras Ibarzabal

38 ERREPORTAJEA
*Glaziar bat galtzean:
Pirinioetako glaziarren
bilakaeraren kronika
zientifikoa*

48 ERREPORTAJEA
*Autismoak,
normaltasuna
zabaltzeko aukera bat*

56 MUNDU DIGITALA
*Euskara hizkuntza-
eredu handietan
eta txatbotetan
bidea eginez*

64 ISTORIOAK
*Sophie Kowalevskiren
zorion handiegia*

68 EKINEAN
Caterina Raffone

70 GAI LIBREAN
Mina garunean dago

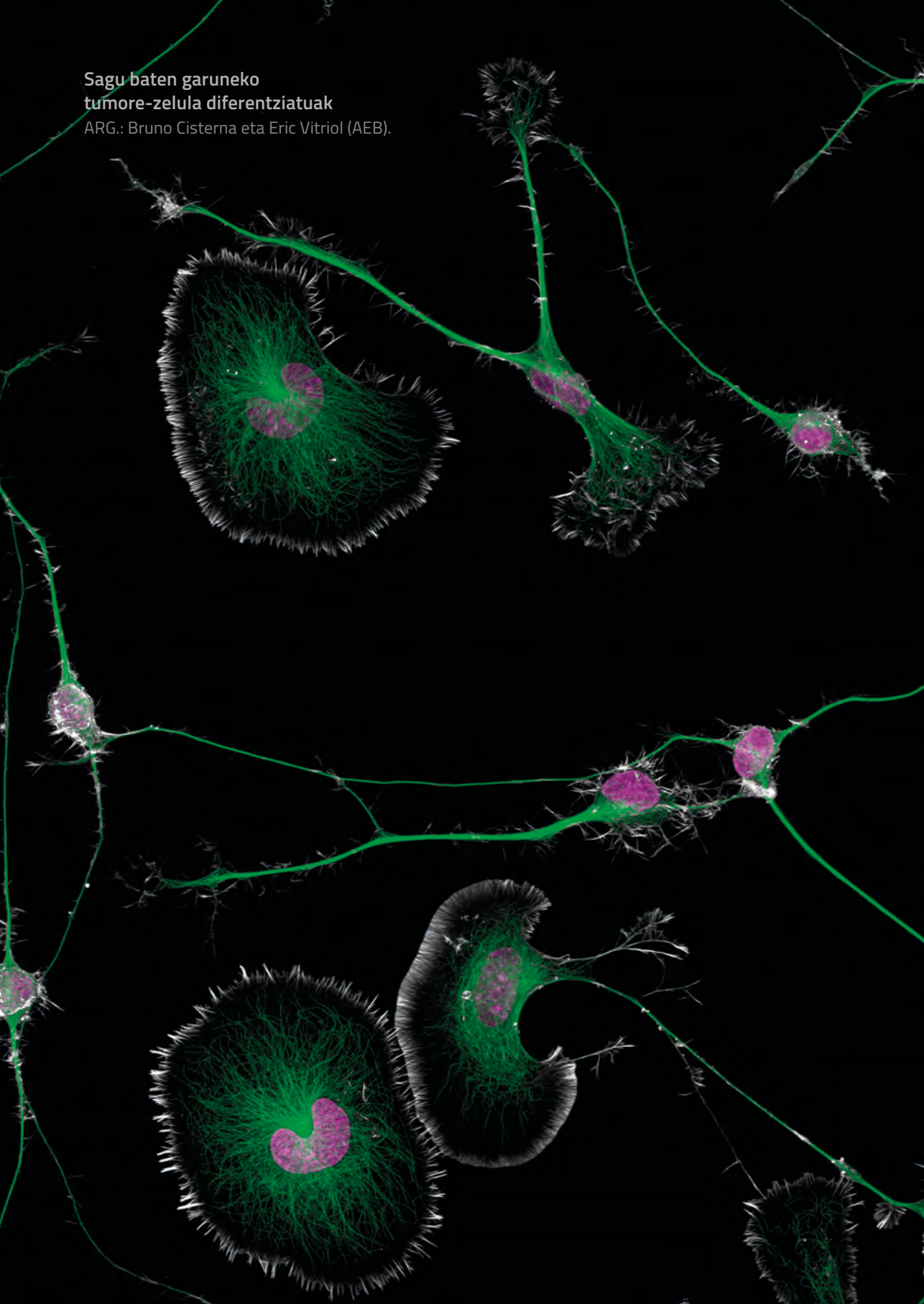
76 GAI LIBREAN
*Kentzetik gehitzera:
metalak metatzen*

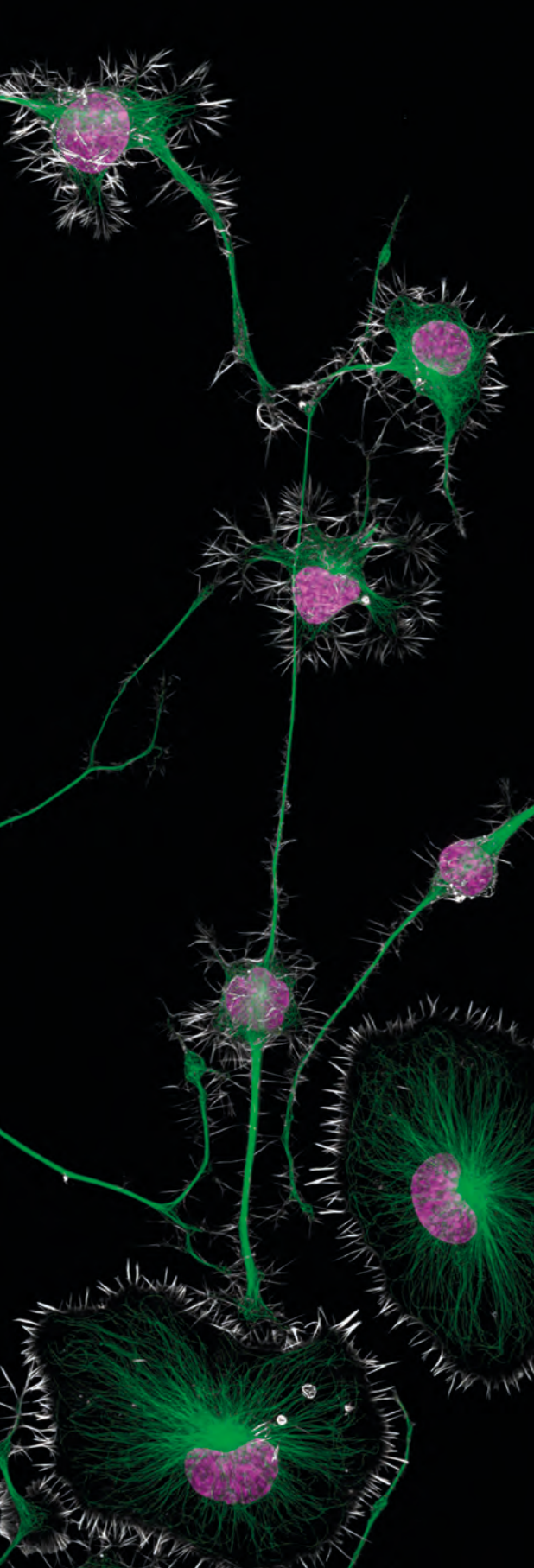
82 GAI LIBREAN
*Lineo eta taxonomia:
mugarri bat zientziaren
historian*



Eduki gehiago, webgunean
aldizkaria.elhuyar.eus

Sagu baten garuneko
tumore-zelula diferentziatuak
ARG.: Bruno Cisterna eta Eric Vitriol (AEB).





Mirarizko irudiak, mikroskopioaren argira

Nikon Small World 2024

Sagu baten garuneko tumore-zelula diferentzia-tuen argazki honekin, Bruno Cisterna eta Erico Vitriol ikertzaileek (Augusta Unibertsitatea, AEB) [Nikon Small World](#) lehiaketaren 50. edizioko lehenengo saria irabazi dute.

Irudian garbi ikusten dira zelulen aktinazko zitoeskeletoa, mikrotubuluak eta nukleoak. Hain zuzen ere, Cisterna eta Vitriol ikertzen ari dira gaixotasun neurodegeneratiboetan nola eragiten duten zelularen zitoeskeletoan gertatzen diren asaldurek; bereziki, mikrotubuluetan gertatzen diren asaldurek. Mikrotubuluek zeluletako garraio-sare gisa funtzionatzen dute, eta Cisternaren taldeak frogatu du PFN1 proteinak funtsezko funtzioa betetzen duela garraio-sare horren funtzionamenduan ([Journal of Cell Biology](#) aldizkarian argitaratu zuten ikerketa).

Irudia lortzeko, hiru hilabete inguru behar izan zituzten zelulak tindatzeko prozesua hobetzeko, egitura guztiak ondo ikus zitezela. Gero, zelulak bost egunez diferentziatzen utzi ondoren, hiru orduz egon ziren mikroskopiotik begira, zelula diferentziatuak eta ez-diferentziatuak elkarrekintzan ari zirela ikusi eta une egokia topatu arte.

Irudi honek irabazi du, baina [beste 87](#) ere nabarmendu ditu lehiaketako epaimahaiak jasotako mila irudietatik. Haietako batzuk daude hurrengo orrietan.

Olagarro-arrautzak (*Octopus hummelincki*)

ARG.: Thomas Barlow eta Connor Gibbons (AEB)

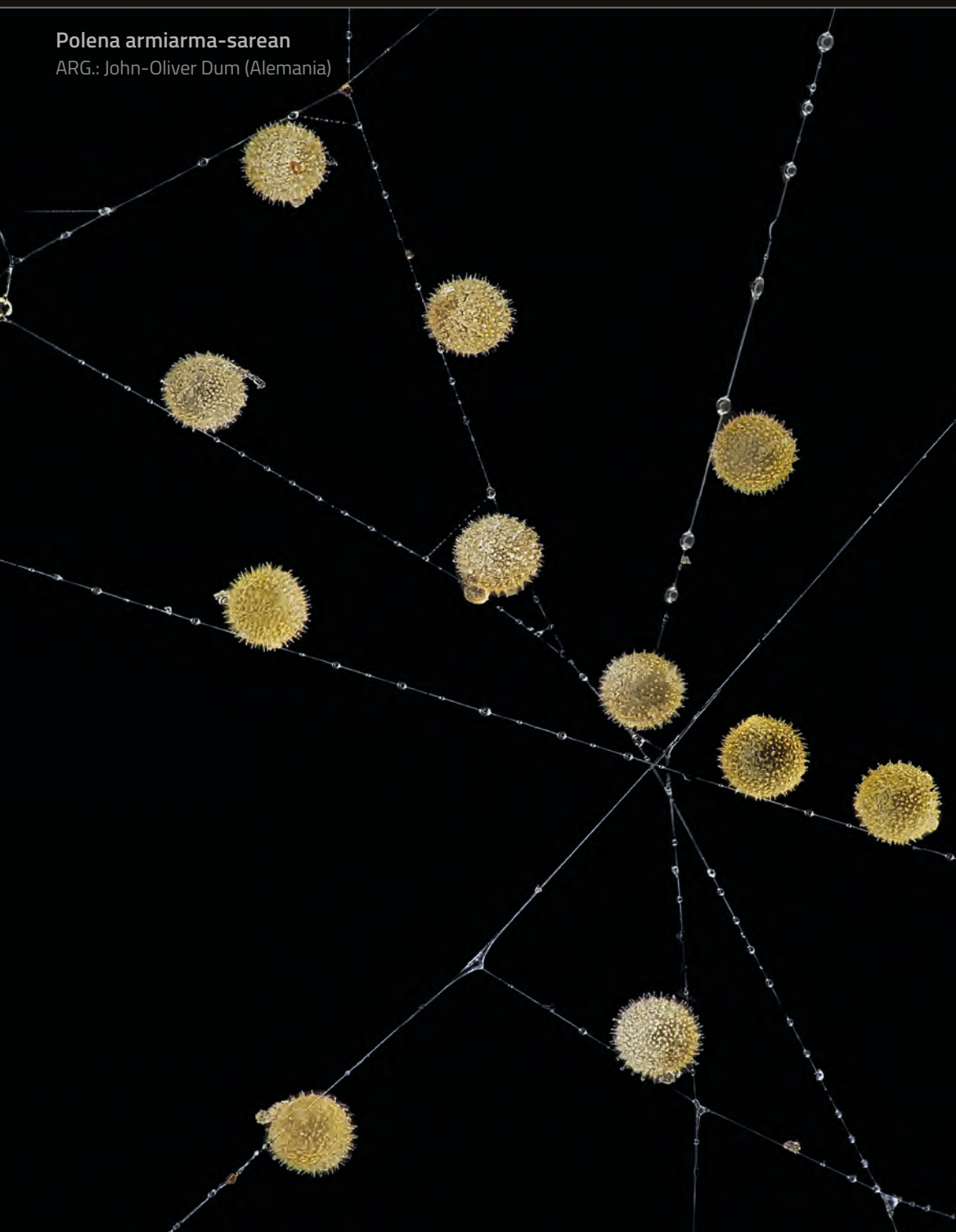




Goroldio-esporofito bat esporekin (berdeak)
ARG.: Joshua Coogler (AEB)

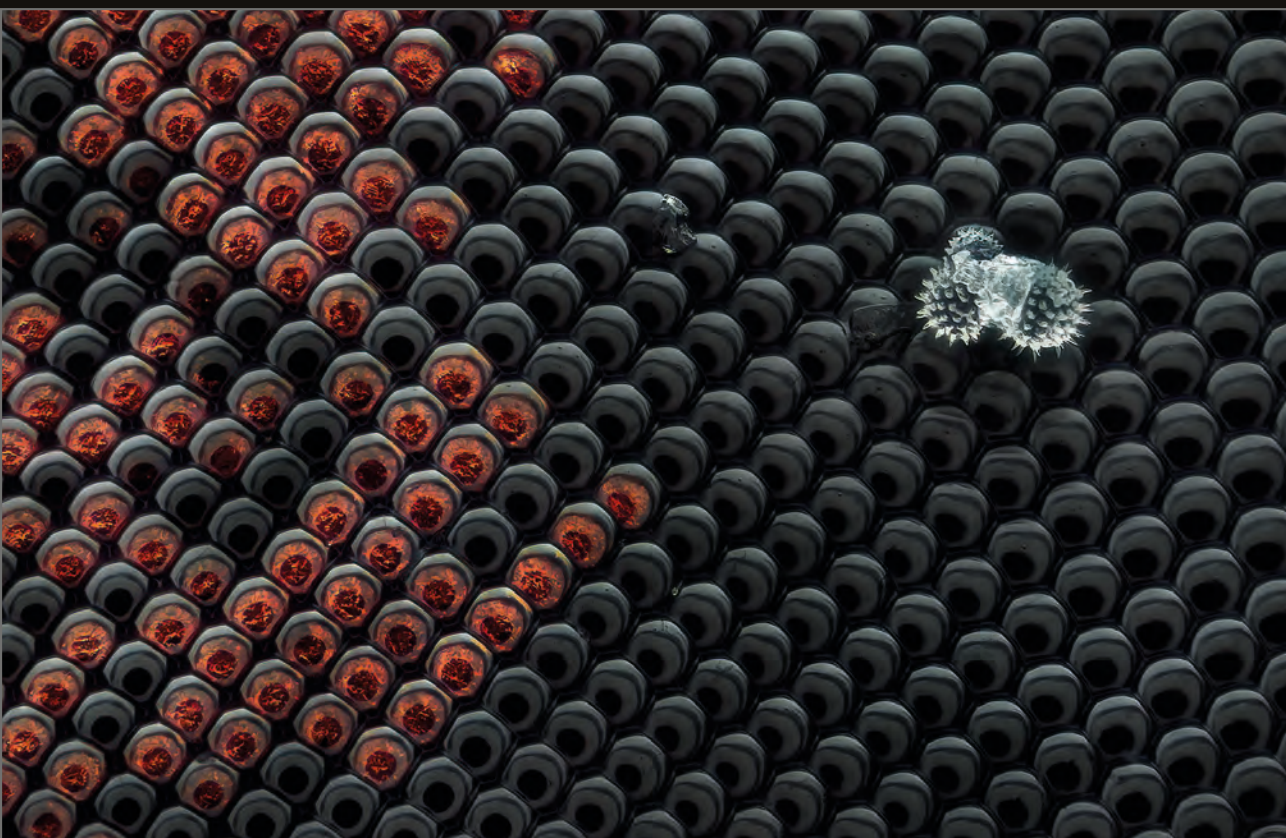
Polena armiarma-sarean

ARG.: John-Oliver Dum (Alemania)



Polena euli baten begi konposatuan

ARG.: Uwe Lange (Alemania)





Rhynchophorus ferrugineus gurgurioaren aurrealdea
ARG.: Sherif Abdallah Ahmed (Egiptoko Arabiar Errepublika)



Intsektu baten urrezko arrautzak salbia-hostoan

ARG.: Jochen Stern (Alemania)

Depresioarekin lotutako hainbat gene identifikatu dira lehenengoz, mundu osoko populazioetan



Depresioaren genetika aztertu dute, europar jatorria ez duten populazioetan. ARG.: Darryl Leja, NHGRI/Jabego Publikoa.

Dibertsitate genetikoaren ikuspegitik inoizko metaanlisi zabalena egin dute, depresioaren arriskuarekin lotutako geneak identifikatzeko. Horri esker, aurrez ezagutzen ez zituzten 700 aldaera eta 300 gene inguru aurkitu dituzte. Hain zuzen, depresioaren genetika argitzeko egin diren ikerketa gehienak jatorri europarra duen populazioan egin dira. Horrenbestez, beste etnia batzuetan osasun-diskriminazioa eragiteko arriskua dago; adibidez, litekeena da haientzat ez izatea egokiak orain arte genetikan oinarrituta garatu diren terapia batzuk.

Identifikatu dituzten aldaera genetikoak garunaren eremu askotako neuroni lotuta daude; tartean, badira emozio-kontrolarekin zerikusia dutenak. Horrekin batera, tratamenduetarako iturri berriak proposatu dituzte. Esaterako, lehendik dauden bi botika, pregabalina (min kronikoaren kontrakoa) eta modafinila (narkolepsiaren kontrakoa), depresioa tratatzeko bideratu daitezkeela iradoki dute.

Azkenik, aldakortasun genetikoaren zenbaterainokoa den eta zer eragin duen ikusita, nabarmendu dute ikerketa gehiago egin behar direla jatorri europarra ez duten populazio-taldeetan. ●

Dibertsitate genetikoa murriztu egin da 600 espezie bakoitzeko, azken 30 urteetan

Azken 30 urteotako ikerketen metaanlisi zabal batek agerian jarri du espezie gehienak biodibertsitate genetikoa galtzen ari direla; bereziki, ugaztunak eta hegaztiak. Ekosistema lurtar eta itsasartarako era guztietako 628 espezie aztertu dituzte: animaliak, landareak, onddoak eta kromistak; alegia, guztiak, bakterioak eta arkeoak izan ezik. Espezieen bi herreni eragiten die galerak; tartean, badira kalterik nabaritzen ez zitzaizkien espezieak ere.

Dibertsitate genetikoa oso lotuta dago egokitzeko ahalmenarekin; adibidez, gaixotasun baten ageraldia gainditzeko, edo klima-aldaketa baten ondotik bizirauteko. Horrenbestez, emaitza oso da kezkarria, ikertzaileen esanean.

Jakina da giza jarduerak (habitatak sunsitzeko, poluzioak...) espezie batzuek desagerrarazi dituztela, eta beste batzuek desagertzeko arriskuan jarri dituztela. Ikerketa honek frogatzen du galera ez dela espezie-kopuruan bakarrik gertatzen, baizik eta espezie bakoitzaren dibertsitate genetikoan ere bai.



Bereziki ugaztunetan eta hegaztietan ari da galtzen dibertsitate genetikoa. Hori da, esaterako, Zeelanda Berriko kakapuaren kasua (*Strigops habroptila*). ARG.: Zeelanda Berriko Kontserbazio Departamentua.

Bestalde, ikertzaileek berretsi dute kontserbazio-neurriek eragin onuragarria dutela. Hortaz, dei egin dute kontserbazio-estrategiak bultzatzeko. ●

CO₂-a metano bihurtu dute, eguzki-argia erabiliz

Eguzki-argia energia-iturri gisa erabiliz karbono dioxidoa metano bihurtzeko teknika bat garatu du Nafarroako Unibertsitate Publikoko ikertzaile batek. Aurrerapen garrantzitsua da karbonoa harrapatzeko, biltegitratzeko eta erabiltzeko teknologien arloan. Teknologia horiek funtsezkoak dira deskarbonizazioa bereziki konplexua den sektoreetan emisioak murrizteko, hala nola zementuaren industrian, abiazioan edo itsasoko eta errepideko garraioan.

Mikel Imizcoz Aramburu ikertzailearen [doktoresiare](#) helburua zen CO₂-ari probetxua ateratzea, metanoa bezalako erregaiak sintetizatzekeo lehen-gai- eta karbono-iturri gisa. Metano hori gas naturalaren emisioen ordeko neutro gisa erabiltzen ahal da, erregai fosil horren % 83 eta % 97 artean metanoa baita, meatokiaren arabera. Horrela, metano berriztagarria erregai gisa erabil liteke zentral termikoetan, eta karbono-emisio neutroak sortuko lituzke: errekuntzan sortzen den CO₂-a aurretik harrapatu eta erregaiaren sintesirako lehengai gisa erabili zen bera da.

CO₂-a CH₄ bihurtzeko, Sabatierren erreakzioa aztertut du Imizcozek. Prozesu hori 1902an planteatu zen lehen aldiz, eta prozesu horretan karbono dioxidoa hidrogenoarekin (H₂) konbinatzen da metanoa eta ura sortzeko. Metano hori erregai garbitzat hartu ahal izateko, CO₂-a iturri igorle batetik harrapatuta lortu behar da, eta hidrogenoak jatorria izan behar du urak energia berriztagarriarekin egindako elektrolisian.

Sabatierren erreakzioa gertatzeko, karbono dioxidoaz eta hidrogenoaz gain, katalizatzaile bat erabili behar da, gas-molekulen arteko interakzioa errazteko eta erreakzio kimikoa bizkortzeko. Era berean, erreakzioa hasteko eta mantentzeko, sistemari energia eman behar zaio.

“Hasieratik planteatutako ikerketa honen berrikuntza nagusietako bat izan da erreakzioa hasteko eta mantentzeko behar zen energia-iturriak, neurri batean behintzat, eguzkiaren argia izan behar zuela”, adierazi du Imizcozek. Hala, ikertzaileak fototermokatalisiarekin lan egin zuen. “Fototermokatalizatzaileek eguzkiaren energia guztia baliatzen dute berotzeko eta elektroien eszizazioa eragiteko, bi prozesuek erreakzio kimikoa eragin dezaten”.



Mikel Imizcoz, NUPen INAMAT2 Institutuaren laborategi batean. ARG.: Nafarroako Unibertsitate Publikoa.

Azken kontzeptuaren frogatza gisa, katalizatzaileak, rutenioan eta nikellean oinarrituak, eguzki-argi kontzentratuan jarri ziren ikusgai, Sabatierren erreakzioa sortzeko. Horrela, karbono dioxidoan oinarrituta metanoa sortu zen, erreakzio-tenperaturara iristeko energia-ekarpen gehigarriarik egin beharrik gabe. ●

Banakako izar-kopururik handiena behatu dute Dragoiaren Arkua galaxian

Nazioarteko astronomo-talde batek banakako 40 izar baino gehiagoren argazkiak atera ditu, urru-neko unibertsoan. Hain zuzen, haien argiak, Lurrera iristeko, unibertsoaren adinaren erdia behar izan du; alegia, ia 6.500 milioi argi-urte. EHUn eta DIPCn lanean diharduen Tom Broadhurst Ikerbasqueko ikertzailea izan da taldeko partaideetako bat, eta [ikerketaren emaitzak *Nature Astronomy* aldizkarian argitaratu dira](#).

NASAREN James Webb Teleskopio Espazialarekin (JWST) egin dute behaketa, eta, haren sentsibiltate handiari esker, 44 izar identifikatu dituzte. Ikertzaileen esanean, aurrekaririk gabeko lorpena izan da, inoiz ez baitira hainbeste izar identifikatu banaka.

Taldeak Dragoiaren Arkuaren barruko izar bakoitzaren koloreak aztertu eta izar horietako asko supererraldoi gorriak direla egiaztatu dute, Orion konstelazioan bizitzaren azken aldietan dagoen Betelgeuseren antzekoak. Aurreko aurkikuntzetan, Rigel eta Deneb bezalako supererraldoi urdinak identifikatu ziren nagusiki, gaueko zeruan dauden izarrik distiratsuenetakoak. Ikertzaileen esanetan, izar-moten arteko desberdintasun horretan, nabarmentzekoa da JWSTek uhin infragorrien luzeretan duten gaitasuna.

Hurrengo behaketetan, Dragoiaren Arkuaren galaxian magnifikatutako izar gehiago aurkitzea espero dute, baita materia ilunari buruzko galdera batzuen

Dragoiaren Arkua, Hubble teleskopioaren bidez. Orain, 44 izar identifikatu dituzte banaka, JWSTren bidez.
ARG.: NASA.



Astrofisikariek JWSTek Dragoiaren Arkua deritzon galaxia bati ateratako argazkiak ikuskatzean aurkitu dituzte aipatutako izarrak, Abell 370 izeneko galaxia-kumulu masibo baten atzean. Izan ere, grabitazioaren eraginez, grabitazio-lentearen efektua deritzona gertatzen da: atzean dagoenaren (Dragoiaren Arkua) argia deformatu egiten da, eta ohiko espiralaren ordeztan (horixe baita efektu hori gabe ikusiko litzatekeena), proportzio kosmikoak dituen korridorea ikusten da.

erantzunak jasotzea ere. Hain justu, Tom Broadhurst, George Smoot Fisikako Nobel sariduna eta Paloma Morillo doktoregoko ikaslea partaide dituen EHUKo taldeak oraintsuko artikuluan batean azaldu duenez, izarrek Dragoiaren Arkuan dituzten posizioek argi utzi dute materia iluna uhinen antzekoa dela, eta ez partikula astunen antzekoa. ●

Saguak sortu dituzte bi arren genomekin

Txinako Zientzia Akademiako zientzialariek metodo bat asmatu dute saguen zelula ama arrak obulu bilakatzeko. Zelula horiek espermatozoideekin ohi bezala ernalduta, eta sagu eme baten umetokian ezarrita, gai izan dira garatzeko eta normal jaiotzeko. Ikertzaileek garbi utzi dute oraingoz pentsaezina dela metodo hori gizakietan erabiltzea.

Espermatozoideetatik obuluak eratortzeko prozesuan malformazioak eta akatsak sortzen dituzten geneak identifikatzea izan da lehen pausoa. Izan ere, espermatozoideek (baita obuluek ere) beren arrastoa uzten dute haietatik eratorritako zeluletan; beraz, arrasto hori ezabatzea izan da lehen helburua. Horretarako, aurrena espermatozoide bat txertatu dute genomarik gabeko obulu batean, eta espermatozoidearen genomaren 20 eremu eraldatu dituzte.

Behin hori lortuta, berriro material genetikorik gabeko obulu batean txertatu dute zelula hori, eta espermarekin batu dute. Horrela, bi genoma dituzten zelula pluripotenteak lortu dituzte. Hurrengo pausoa enbrioia sagu eme baten umetokian ezartzea izan da. Azkenik, bi aitaren geneak dituzten saguak lortu dituzte, amaren generik gabe. ●



ARG.: Zhi-kun Li *et al.*

Haize-erroten sentsoreak bateriarik eta elektrizitate-iturririk gabe elikatzeko sistema bat garatu dute

Turbina eolikoak monitorizatzen dituzten sentsoreak bateriarik eta elektrizitate-iturririk gabe elikatzeko sistema bat garatu du Nafarroako Unibertsitate Publikoko ikertzaile batek.



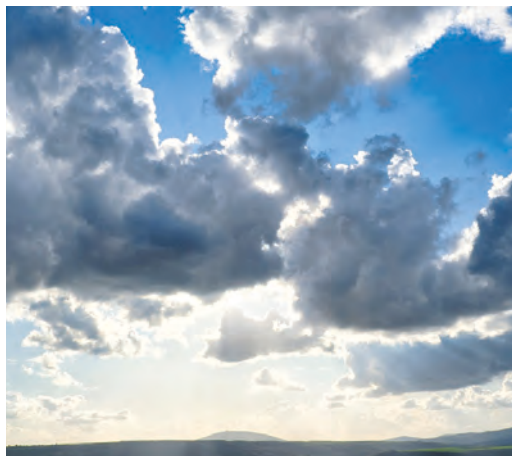
ARG.: mstoyanov/Shutterstock.com.

Turbina eolikoetan egiturazko akatsak prebenitzea eta mantentzea gero eta beharrezkoagoa da, parke eolikoak zahartu ahala. Eta horretarako gakoa da sentso mordo bat ezartzea. Gailu horiek dorrean dauden bibrazioak, mekanismoak eta palak etengabe neurtzen dituzte, eta informazio hori denbora errealean bidaltzen dute. Teknologia horretarako erronka garrantzitsuetako bat sentso horiek energia elektrikoaz elikatzea da, ez baita beti eskura egoten behar diren gune espezifikoetan.

J. Carlos Castellano Aldave NUPeko industria-ingenariak inguruko energia biltzeko gailuen familia bat diseinatu du bere doktoretza-tesian. Gailu horiek inguruko energia biltzen dute, hala nola bibrazioak, beroa eta eguzki-argia, eta elektrizitate erabilgarri bihurtzen dute. Castellanak ondorioztatu duenez, gailu horiek energia-iturri fidagarria eta autonomoa eman dezakete aerosorgailuen egiturazko osasuna monitorizatzeko erabiltzen diren sentsoerentzat. ●

Hodeiak murrizten ari dira, eta klima-aldaketa areagotu dezake horrek

Hodeiak murrizten ari dira eta horrek eragin nabarmena du klima-aldaketan, NASAko ikertzaile-talde batek ondorioztatu duenez. Terra satelitearen datuak aztertuta, ikusi dute azken 20 urteetan, pixkanaka, baina etengabe, murriztu dela hodeien estaldura. Amerikako Batasun Geofisikoaren azken biltzarrean aurkeztu zuten [lana](#).



ARG.: derevv /Pixabay

Hamarkada bakoitzeko hodeien estaldura % 1,5 murriztu dela kalkulatu dute, eta horrek ondorio esanguratsuak izan ditzakeela berotze globalean. Ikusi dute hodeien murriztea nabarmenagoa dela aire-korrante handiak elkartzen diren eskualdeetan, hala nola ekuatoretik gertu eta latitude ertainetan.

Ikertzaileek ez daukate argi zein den hodeien galararen arrazoa, baina emaitzek iradokitzen dute atmosferako zirkulazioaren eskala handiko aldaketak izan litezkeela. Argi dagoena da aldaketa bat gertatzen ari dela, eta ikertzaileek ohartarazi dute joera horrek jarraitzen badu klima-aldaketa areagotu lezakeela. ●

Sexismoak adineko emakumeetan galera kognitiboa eragiten duela frogatu dute

AEBn egindako ikerketa batean frogatu dutenez, estatu sexistenetan jaiotako emakumeek galera kognitibo handiagoa dute zahartutakoan, genero-berdintasun handiagoa duten estatuetakoei baino. Batzuen eta besteen arteko diferentzia 9 urte zahartzearen parekoa da, eta bereziki nabarmena da emakume beltzetan.



ARG.: Centre of Ageing Better/Pexels/CC.

Aurretik egindako beste ikerketa batzuek ere erakutsi izan dute matxismoak garunean eta kognizioan eragiten duela. Adibidez, [2023an PNASen argitaratutako ikerketa batean](#), 29 herrialdetako 7.876 erresonantzia magnetikotako irudiak aztertu zituzten, eta ondorioztatu zuten, genero-desoreka handia dagoen herrialdeetan, emakumeen garunen kortexa meheagoa dela gizonena baino. Aldiz, parekidetasun handiagoa dagoen herrialdeetan, ez da halako alderik nabaritzen kortexen lodieran. Emozioek eta traumek ez ezik, baldintza kaskarragoetan bizitzeak, baliabide material gutxiago izateak eta hezkuntza mugatuta izateak ere eragin zuzena dute garunaren garapenean.

AEBn egindako ikerketan ere faktore horiek berretsi dituzte, eta nabarmendu dute ondorioak areagotu egiten direla arrazakeria eta genero-diskriminazioa gurutzatzen direnean. ●

Giza domeinomak zenbait gaixotasun heredagarriren jatorria azaltzen du

Proteinen domeinuak eremu espezifikokoak dira. Tolesdura bereziak dituzte, eta, horri esker, egitura egonkorak sortzen dituzte, funtzio propioa dutenak, proteinaren gainerakoarekiko bestelakoak. Ikertzaileek bostehun giza proteinen domeinu hartu dituzte, eta, haietako bakoitzaren aminoazidoak banan-ban beste aminoazido guztiekin ordezkatzuz, giza *domeinoma 1* bilduma sortu dute. Domeinoma hori, beraz, gerta daitezkeen mutazioen katalogo bat da, eta, hain zuzen, ikertzaileek hor aurkitu dituzte gaixotasun heredagarri batzuen arrazoiak.

Nahiz eta giza *domeinoma 1*-ek ezagutzen diren giza proteinen % 2,5 baino ez dituen biltzen, era horretako orain arteko katalogorik handiena da. Mutazioen ondorioak ikusteko, ikertzaileek legamia-zeluletan txertatu dituzte domeinu mutatuak. Horrela ikusi dute zer akats eta desegonkortasun sortzen dituzten, eta ondorioztatu dute haietako batzuk gaixotasun jakinen oinarrian daudela.

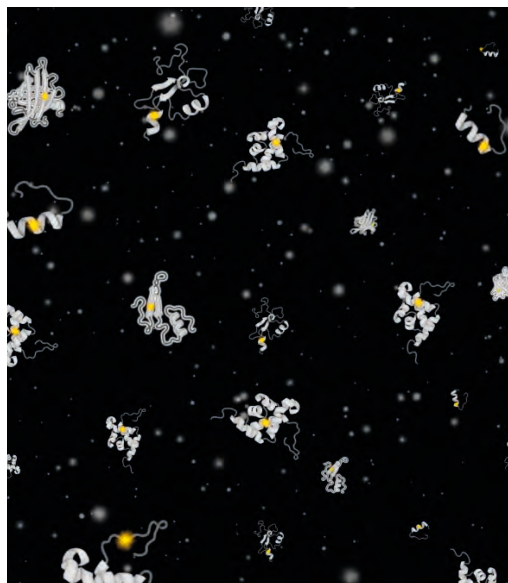
[Nature aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak.](#)

A dibideen artean, beta-gamma kristalin proteinak aipatu dituzte. Giza begiaren kristalinoaren gardentasunari eusteko ezinbestekoak dira, eta ikertzaileek ikusi zuten begi-lausoeekin edo kataratekin lotutako mutazioen % 71k proteina horiek desegonkortzea eragiten dutela. Horren ondorioz, errazagoa da metatzea eta eremu opakuak sortzea kristalinoan.

Beste mutazio batzuek ez dute proteina desegonkortzen, baina funtzioei eragiten diete maila molekularrean. Hori gertatzen da, esaterako,

Retten sindromean. Sindrome horrek desgaitasun fisiko eta kognitibo nabarmenak eragiten ditu, eta MECP2 genearen mutazioen ondorioz sortzen da. Ikerketan ikusi zuten MECP2aren mutazio askok ez dutela proteina desegonkortzen, baina DNARA lotzeko moduan eragiten dute, eta horrek ekartzen du desgaitasuna.

Ikertzaileek onartu dute ikerketa mugatua dela, legamia-zelulekin egin baitute lana, eta organismoetan litekeena da beste faktore batzuek ere eragitea. Dena dela, aztertutako domeinuen funtzionamendua hain eskala xehean ezagutzeak bide irekitzen du tratamendu hobeak garatzeko gaitz jakin batzuentzako. ●



Giza domeinomaren irudikapen artistikoa. ARG.: Queralt Tolosa/CRG.

Munduko bost krisiri batera aurre egitea ezinbestekoa dela ohartarazi du IPBESek



Munduko krisi nagusiak, bai sozialak, bai ekonomi-koak eta bai ingurumenekoak, guztiz lotuta daude, eta elkarri eragiten diote. Hortaz, bakoitzari era isolatuan aurre egiten saiatzea ez da eraginkorra. Ondorio hori atera dute IPBES Biodibertsitateari eta Ekosistemen Zerbitzuei buruzko Gobernuarte-ko Plataformak aurkeztu duen azken txostenean.

Lotura konplexu horiei buruz inoiz egin den ebaluazio zientifiko sakonena da; 57 herrialdetako 165 zientzialariren hiru urteko lanaren emaitza. Biodibertsitatearen, uraren, elikagaien, osasunaren eta klima-aldaketaren arteko loturak aztertu dituzte.

Txostenak garbi uzten du biodibertsitatea maila eta eskualde guztietan ari dela txikitzen. Eten-gabeko beherakada hori neurri handi batean giza jardueraren ondorioz ari da gertatzen, eta ondorio zuzenak eta kaltegarriak ditu elikagaien segurtasunean eta nutrizioan, uraren kalitatean eta erabilgarritasunean, osasunean eta ongizatean, klima-aldaketarekiko erresilientzian eta naturak pertsoniei eragiten dizkien gainerako ia ekarpen guztietan.

Gainera, egiaztatu dute erronka horiei aurre egiteko hartutako neurriek ez dutela lortzen eraginkorrak izatea. Krisian eragiten duten hainbat zeharkako

bultzatzaile sozioekonomiko identifikatu dituzte (hala nola populazioaren hazkundera, hondakinen igoera eta gehiegizko kontsumoa), eta ikusi dute zeharkako bultzatzaile horien 12 adierazleetatik ia denek okerrera egin dutela 2001etik hona.

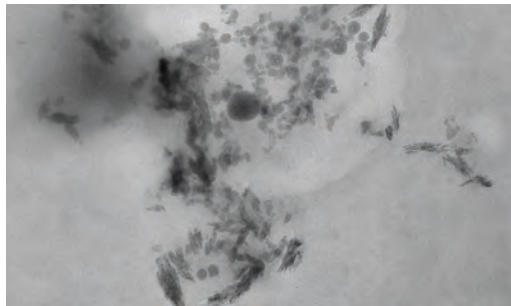
Txostenaren beste mezu garrantzitsu bat da konektatutako krisi hauen ondorioek munduko biztanle batzuei besteei baino gehiago eragiten dietela. Eta nabarmendu dute munduko biztanleriaren erdia baino gehiago bizi dela biodibertsitatearen gain-beherak, uraren eskuragarritasunak eta kalitateak, elikagaien segurtasunak, osasunerako arriskuen gorakadak eta klima-aldaketaren ondorio kaltegarriak inpakturik gehien eragiten duten eremuetan.

Etorkizuna nolakoa izan litekeen ere aztertu dute, hainbat egoera desberdin aurreikusita. Garbi ikusi dute ezen, egungo joerei eusten bazaie, emaitzak oso txarrak izango direla biodibertsitatearentzat, uraren kalitatearentzat eta osasunarentzat. Baina etorkizun hobe baterako aukerak ere ikusi dituzte. Horretarako, ekosistemak kontserbatzearekin eta leheneratzearekin, kutsadura murriztearekin eta klima-aldaketa arintzearekin batera, ekoizpen eta kontsumo jasangarrian oinarritutako ekintzak egin beharko lirateke. ●

Plastiko gehiago garunean, giblean eta giltzurrunetan baino

Mikro- eta nanoplastiko gehiago aurkitu dute giza garunetan, gibeletan eta giltzurrunetan baino. Gainera, ikusi dute partikula gehiago daudela 2024ko laginetan, 2016koetan baino.

2016an eta 2024an autopsia egin zitzaizen 52 gorpuren gibleko, giltzurrunetako eta garuneko laginetako mikro- eta nanoplastikoak aztertu dituzte. Lagin guztietan atzeman zituzten plastiko-partikulak. Gibeletan eta giltzurrunetan antzeko kontzentrazioak topatu zituzten, eta nabarmen handiagoak garunetan. Ez zuten diferentziarik topatu ez adinaren arabera, ez sexu, arraza edo etniaren, ez heriotza-arrazoen arabera; baina bai heriotza-urtearen arabera: mikro- eta nanoplastiko gehiago aurkitu zuten 2024ko gibleko eta garuneko laginetan.

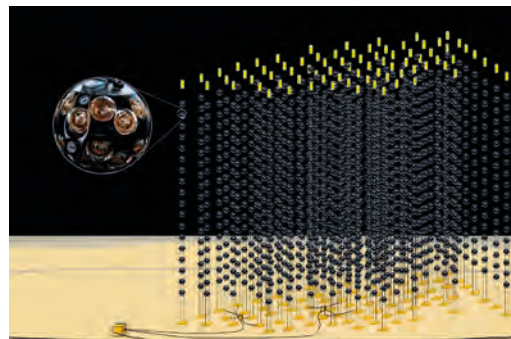


200 nm-tik beherako plastiko-partikulak giza garunaren lagin batean. ARG.: Campen *et al.*, *Nature Medicine*, 2025.

Azkenik, dementzia diagnostikatu zuten 12 gorpuren garuneko laginetan metaketa handiagoa zela ikusi zuten. Egileek garbi adierazi dute asoziazio bat soilik identifikatu dutela, eta horrek ez duela esan nahi lotura kausalik dagoenik. Hala ere, haien ustez emaitzok agerian uzten dute beharrezkoa dela epe luzeagoko ikerketak egitea, populazio handiago eta anitzagoekin, mikro- eta nanoplastikoen metaketak osasunean izan ditzakeen ondorioak argitzeko. ●

Inoiz detektatu den energia handieneko neutrinoa behatu dute

Inoiz detektatu den energia handieneko neutrinoa hauteman du nazioarteko ikertzaile-talde batek. Hain zuzen, orain arte detektatu izan direnak baino 30 aldiz energia gehiago du. Ikertzaileek oraindik ez dakite zein den neutrinoaren jatorria, baina uste dute eguzki-sistemaren kanpotik etorria izango zela.



KM3Net detektagailuaren irudikapen artistikoa. ARG.: Copyright KM3Net/CC BY-NC 4.0.

KM3Net itsas azpiko teleskopioak jaso du neutrinoaren ebidentzia. Teleskopioa itsas sakonean dago, eta bi zati ditu: ARCA detektagailua, Siziliatik gertu, neutrinoen astronomiara bideratuta, eta ORCA, Frantziako mediterraneotik hurbil, neutrino atmosferikoen oszilazioak neurtzeko. Neutrino bategi detektagailuaren inguruan elkarrekintza izanez gero, partikula kargatuak sortzen dira, eta, horiek argi-erradiazioa igortzen dute.

Hala, KM3Net/Arca energia oso altuko muoi bat detektatu du. Energia eta norabidea aintzat hartuta, ikertzaileek ondorioztatu dute jatorri kosmikoko neutrino bat dela. Haien esanean, detekzio honek atea ireki die behaketa astronomiko berriei, zeinak aukera emango baitute energia handiko unibertsoa ezagutzeko. ●



Albiste gehiago,
webgunean

Kaosa AEBko zientzian, gobernu berriaren neurrien ondorioz

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Nahasmendua, kaosa, hondamendia eta antzeko hitzak erabili dituzte zientzian espezializatutako hedabideek (*Nature*, *Science*, *The Lancet*...), AEBko gobernu berriak ezarri dituen lege berriek sortu duten egoera deskribatzeko.

Hain zuzen, herrialdea Osasunaren Mundu Erakundetik eta Parisko Hitzarmenetik ateratzearekin batera, zuzenean zientzia-jardueraren kontra jotzen duten hainbat erabaki hartu ditu gobernuak. Besteak beste, bertan behera utzi ditu dibertsitatearekin, ekitatearekin, inklusioarekin eta irisgarritasunarekin lotutako programa guztiak, eta agindua

eman du "genero-ideologia" deitu dioenarekin zerkusia duten ikerketak atzera botatzeko. Galarazitako terminoen artean hauek daude, besteak beste: genero, transgenero, ez-binario, pertsona haurdun, dibertsitate kultural, etnia, alborapen, historikoki, desgaitasun, migratzaile...

Horrenbestez, ikerketa-zentroak aginduak betetzen hasiak dira, eta ondorioak berehala ari dira antzematen. NIHn, hau da, ikerketa biomedikoko munduko instituzio handienean, bertan behera utzi dituzte zenbait webgune. Oraingoz, ez dituzte galarazitako terminoei erreferentzia egiten dieten



Ikertzaile bat NIHren laborategi batean, 2019an, ikasleak trebatzeko dirulaguntza bati esker lanean. ARG.: NIH/Jabego publikoa.

artikuluak erretiratu, baina haiekin zerikusia duten proiektuetarako, bilera eta bidaietarako eta ikerketa-bekatarako dirulaguntzak izoztuta dauzkate. Are gehiago, AEBko Zientzia Fundazioak (NSF) beka guztien ordainketak eten ditu, legea hautsi ditzaketenen erabakiei aurre hartzeko.

NASAK ere bertan behera utzi ditu lege berritik kanpo geratzen diren adarrak, eta ikerketa-zentroak aztertzen ari dira saio klinikoak egiteko dituzten irizpideak. Izan ere, dokumentu ofizialetan, kendu egin dute ez emakume ez gizonentzat ematen zuten hirugarren aukera, eta, aurrerantzean, generoari erreferentzia egin ordez, soilik sexua aipatzea agindu dute, bi aukera hauetara mugatuta: maskulina eta femeninoa. Hori omen da “egia biologikoa”.

Biologoek, ordea, argi azaldu dute gorputza, game-toak eta kromosomak ez direla sartzen bi aukera itxietan. Are gehiago, [sexua espektro modura](#) definitzen dute zientzialari askok. Bestela ere, pertsonengan, naturak baino are eragin handiagoa du kulturak, ia denean.

Dibertsitatea, ekitatea, inklusioa eta irisgarritasunaren aurka

Hain zuzen, osasunarekin eta ongizatearekin zerikusi zuzena dute baldintzatzaile sozialek: sexu-identitatea, etnia, maila ekonomikoa eta laborala, naziotasun-agiriak... Hortaz, ikertzaileek ohartarazi dute dibertsitatea, ekitatea eta inklusioarekin zerikusia duten datuak galtzeak ondorio larriak izango dituela gizartearen.

Horren adibide garbia da Gaixotasun Infekziosoen Zentroak (CDC) darabilen zaugarritasun sozialaren

indizea. Zentroak indize hori baliatzen du, komunitateen zaugarritasuna neurtzeko eta aintzat hartzeko osasun publikoko planetan, hala nola txertaketetan, adikzioen prebentzioan eta hondamendi naturalei aurre egiteko erantzunetan.

“Galarazitako terminoen artean hauek daude: genero, transgenero, ez-binario, etnia, alborapen, historikoki, desgaitasun, migratzaile...”

Komunitate zaugarriekin lotuta, ezabatzen ari dira herri indigenen ezagutza jasotzen dituzten datu-baseak eta proiektuak: ingurumenekoak, medikuntzakoa, astronomiakoak... Proiektu horiek, balio zientifikoa eta kulturala ez ezik, balio etiko handia ere badute, mendeetan gutxietsi egin baita herri indigenen jakintza. Ondare hori aitortzeko eta biltzeko azken urteetan egindako lana, beraz, eze-rezean geratzeko arriskua dago.

Zientzialariek aitortzen dutenez, zaila da jakiten zenbateraino eragingo duten neurri berriek, baina ez dute zalantzarik ondorio kaltegarriak izango ditzutela, AEBko zientziarentzat ez ezik, herritarrentzat eta nazioarteko elkarlanarentzat.

Argi adierazi zuen *The Lancet* aldizkariak, horren inguruan argitaratutako [editorial](#) gogorrean: “Jende gehiago gaixotuko da, eta jende gehiago hilko da”. ●

Gorka Orive Arroyo

Farmaziako katedraduna



ARG.: UPV/EHU

*“Norberak bakarrik, agian,
asko aurreratuko du, baina urrun
joateko taldea behar da”*

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Gorka Orive Arroyo (Gasteiz, 1976) Farmaziako katedraduna da, eta irakaslea eta ikertzailea Euskal Herriko Unibertsitatean. Geroa Diagnostics konpainia bioteknologikoaren sortzailea ere bada; besteak beste, alzheimerre listuaren bidez diagnostikatzeko test bat garatzen ari dira. Beste zenbait ikerketa-proiektutan ere badihardu; adibidez, medikuntza birsortzailean eta farmazia jasangarrian. Leku nabarmena du aipamen gehien dituzten ikertzaileen zerrendetan, hala nola Stanford Unibertsitatearen rankingean, eta ahalegin berezia egiten du zientzia eta ikerketa gizarteratzeko, sare sozialen bidez.

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

Justu aurten 25 urte betetzen dira gradua bukatu nuela. Atzera begiratzean, ikusten dut duela bi urte, 2023an, katedradun bilakatu nintzela. Hori mugarri bat da, baina, oro har, irakasle- eta ikertzaile-lanetan, garbi ikusten dut zenbateko garrantzia duen esperientziak. Esperientziak eman dit helburuak garbi izateko argitasuna eta haiei heltzeko sendotasuna.

Horretaz gain, iruditzen zait aukerei heltzeko intuizioa izan dudala. Horrek ez du esan nahi beti baietz esan dudarik, baina, urte hauetan, zenbait ikertzaileekin harremana izateko aukera izan dut, eta pozik nago ausarta izan naizelako. Adibidez, Eduardo Anitua Aldecoa ezagutu nuenean, haren proiektua ezagutzeko aukera izan nuen, eta, inolako zalantzarik gabe harekin kolaboratzen hastea erabaki nuen. Askok lagundu dit jakiteko nolakoa den enpresa-mundua.

Gauza bera gertatu zen duela 10 urte, neure enpresa propioa sortu nuenean. Agian normalena izango zen neraman bidetik jarraitzea, gauza berrietan sartu gabe. Baina niretzat funtsezkoak dira beritasuna eta ilusioa; jendea lagunduko dioten proiektuak sortzeko eta haietan jarduteko ilusioa.

Alderdi teknikoaz gain, ezinbestekoa da alderdi soziala, harremanak. Norberak bakarrik, agian, asko aurreratuko du, baina urrun joateko taldea behar da. Taldeak osatzeak pizten nau.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke?

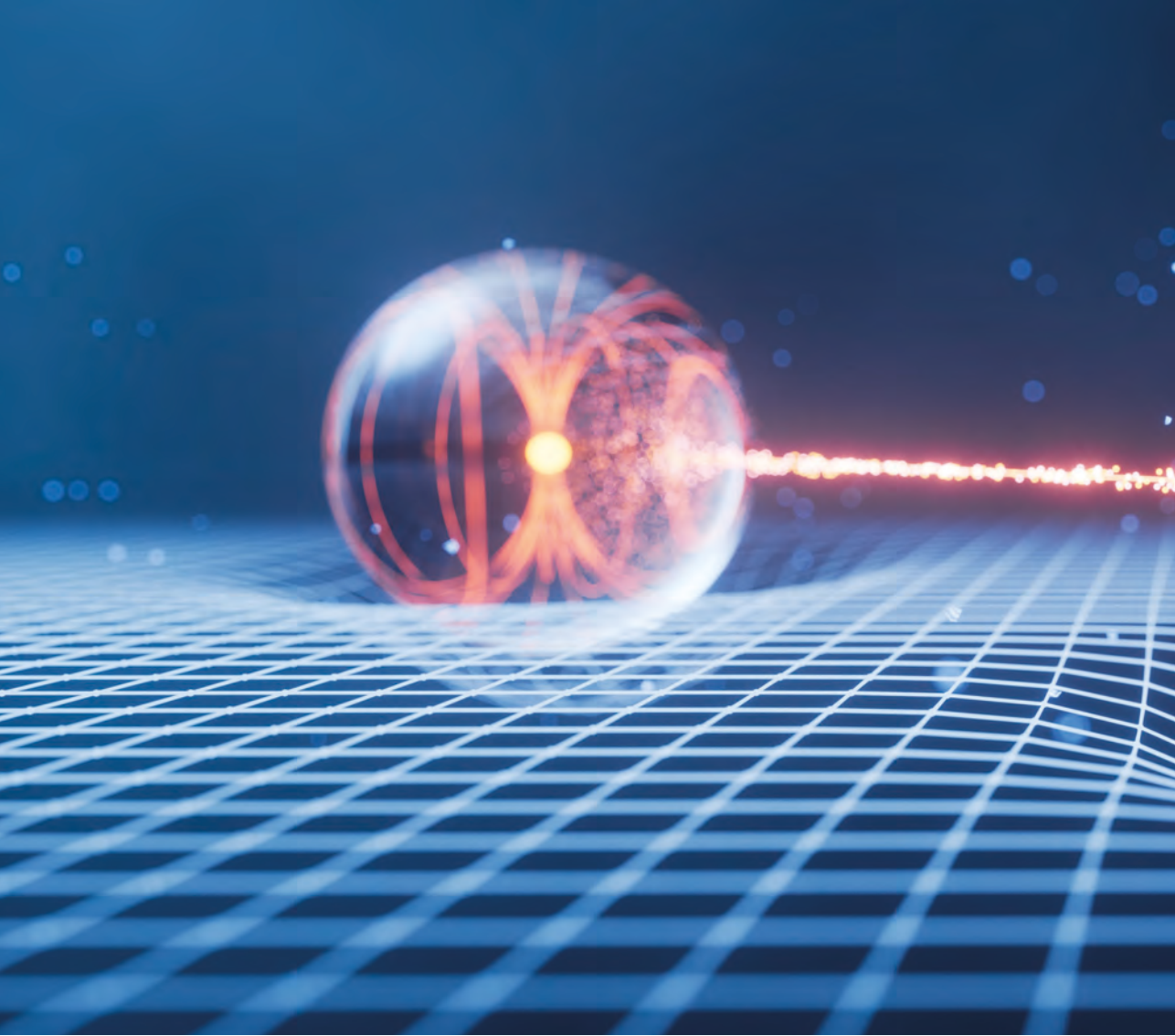
Errazena izango litzateke erantzutea gustatuko litzaidakeela gaixotasun larri bat gainditzeko zerbait garatzea edo asmatzea... Alabaina, nire kasuan, nahiko urrun ikusten dut. Nire ametsak ez dira hain distiratsuak, eta zerikusia dute egiten ari naizen proiektuekin.

Adibidez, alzheimerren diagnostikoan laguntzeko tresna baten garapenean kolaboratzea egokitu zait. Hortaz, nire ametsa da tresna hori jendearengana iristea, eraginkorra izatea, eta hedatzea. Jendearentzat lagungarria izan dadila; hori da nire ametsa.

Bestalde, farmazia, jasagarritasuna eta ingurumena lotzen dituen proiektu batean nabil, eta horrekin gauzak aldatzea eta hobetzea amets bat da; eta betetzen ari da, gainera.

Etorkizunean, gustatuko litzaidake hezkuntzan jarraitzea, eta irabazi-asmorik gabeko proiekturen bat sortzea. Fundazio bat sortu nahiko nuke, aipatutako proiektu horietan sakontzeko, eta jendearentzat lagungarri izateko.

Azkenik, sare sozialetan egiten dudana lanarekin segitu nahiko nuke. Askok aldatu dira, baina uste dut garrantzitsua dela zientzia-dibulgazioa egiten jarraitzea espazio horietan; bereziki, egia-ostearen garaiotan. ●



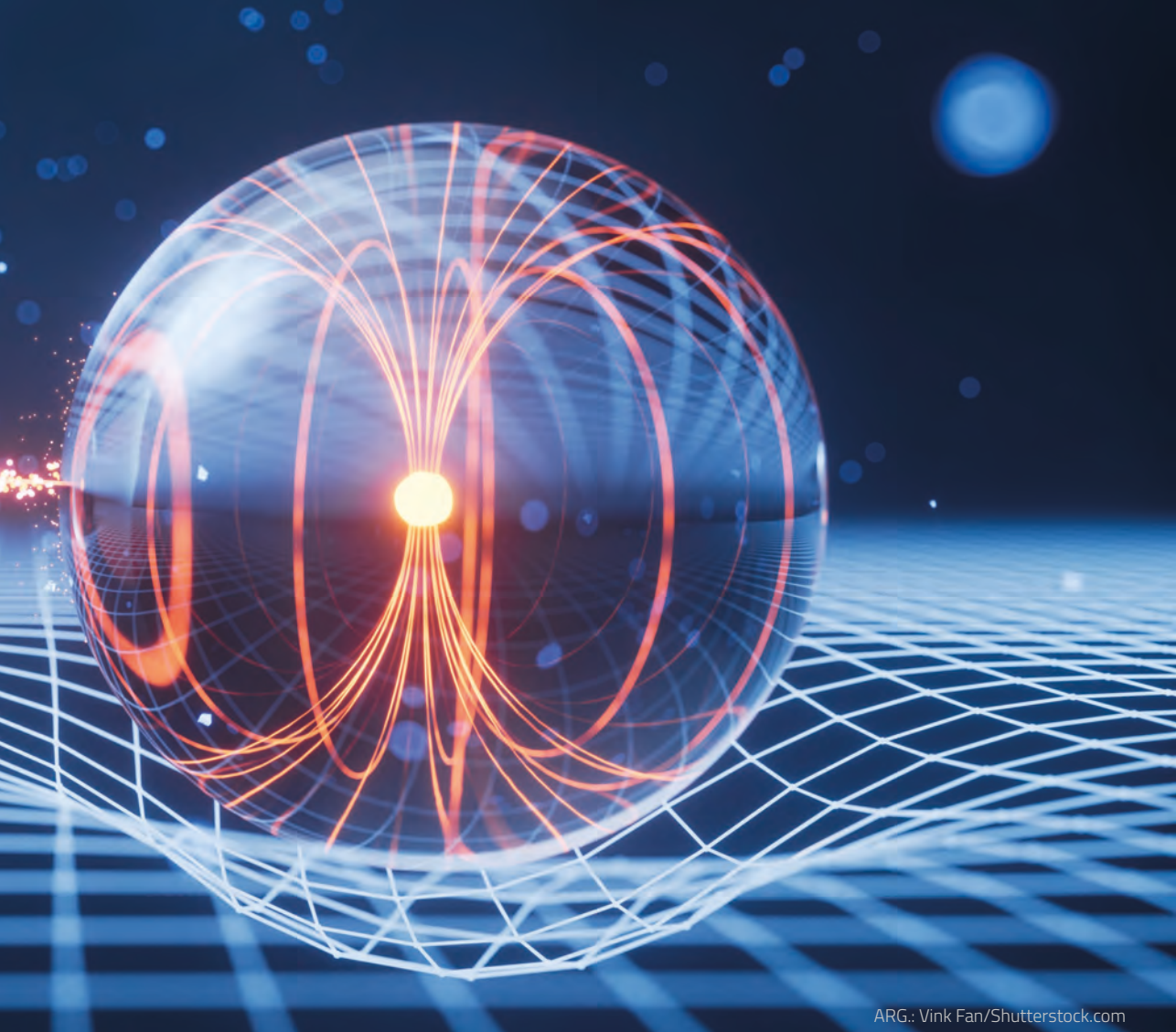
Mekanika kuantikoaren lehen

2025ean, ehun urte betetzen dira mekanika kuantikoaren lehen oinarriak proposatu zirenetik. Efemerride horren harira, UNESCOk Zientzia eta Teknologia Kuantikoen Nazioarteko Urtea izendatu du aurten-goia, teoria kuantikoak eta handik eratorritako teknologiek duten garrantzia gizarteratzeko.

Helburu horrekin, *Elhuyar* aldizkariak galdera zehatzak egin dizkie kimika eta fisika kuantikoaren arloan bi esparru desberdinetan dabiltzan bi zientzialariri: Oier Lakuntza Irigoien CIC Energiguneko ikertzaileari, eta Elixabete Rezabal Astigarraga EHUKo Kimika Teorikoko taldekideari:

“Zure ustez, zein izan dira mekanika kuantikoaren mugarri esanguratsuenak, ezagutzen eta aplikazioan? Horrez gain, mekanika kuantikoaren garapenak zer emango du etorkizunean? Zer aurreikusten duzu epe labur-ertainera?”

Esanguratsua da biek ere antzeko erreferente historikoak aipatzea mugarriztat: ehun urte hauetan emandako pausoak sendoak eta argiak diren seinale. Etorkizunera begira, berriz, batek aplikazioetan jarri du begirada, gogoetan besteak. Zalantzarik gabe, biak dira beharrezkoak eta osagarriak, aldi berean.



ARG.: Vink Fan/Shutterstock.com

oinarrien 100. urteurrena

Oier Lakuntza Irigoien
CIC Energiguneko ikertzailea



**Kimika kuantikoa,
mekanika kuantikoaren
ondorio nagusietako bat**

Elixabete Rezabal Astigarraga
EHUko Kimika Teorikoko taldekidea



**Zientzia modernoaren
oinarrizko zutabea**

Oier Lakuntza Irigoien

CIC Energiguneko ikertzailea



ARG.: CIC Energigune

XIX. mendean topatutako zenbait fenomeno, hala nola gorputz beltzaren erradiazioa edo espektro atomikoak, ezin zituen azaldu Newtonen legeen eta Maxwollen elektromagnetismoaren legeen arabera eratutako mekanika klasikoak. Horren harira, gaur egun mekanika kuantiko gisa ezagutzen duguna osatzeari ekin zioten. Prozesu hartan, mugarri garrantzitsu batzuk ezarri ziren. Haietako lehenengoa izan zen Max Planckek 1900. urtean adieraztea erradiazio elektromagnetikoaren energia kuantizatuturik zegoela; hau da, uhin-luzera edo frekuentzia jakin bateko erradiazioaren energiak ezin zuela edozein balio hartu, eta $E=h\nu$ -ren (h Plancken konstantea eta ν frekuentzia izanik) multiploa izan behar zuela.

Horren ostean, 1905ean, Albert Einsteinek efektu fotoelektrikoa azaldu zuen; hots, adierazi zuen zenbait metaletan erradiazio elektromagnetikoak elektroi batzuk askatzea eragin zezakeela, eta, ha-

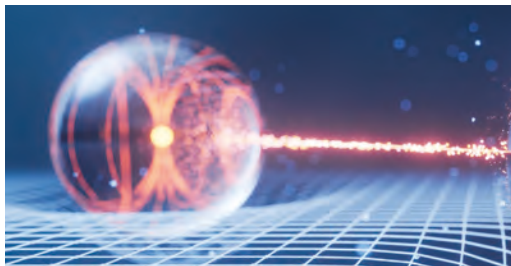
laber, erradiazio elektromagnetikoa fotoiz osatua zegoela, eta argiak materia erasotzen zuenean elektroi bakoitza, fotoi baten energia hartuta, metalaren egituratik atera zitekeela, baldin eta energia hori balio batetik gorakoa bazen.

Bukatzeko, Louis De Brogliek, 1923an, uhin-korpuskulu izaera bikoitzaren printzipioa ezarri zuen. Printzipio horren arabera, elektroiek eta bestelako atomo mailako egiturek aldi berean uhin eta korpuskulu izaera zuten, eta uhin-luzera $m\cdot v$ momentu linealaren arabera zen:

$$\lambda = h/mv$$

Izaera bikoitz horrek ahalbidetzen zuen haietan gertatzen ziren fenomeno guztiak azaltzea. Esate baterako, elektroi-hari batek, zirrikitu batetik pasatzean, erradiazioaren moduko difrakzio-patroiak ematen zituen.

Printzipio horiek kontuan izanik, 1925ean, Werner Heisenberge eta Erwin Schrödingerrek, bakoitzak bere aldetik, Mekanika matrizial eta Uhin Mekanika gisa ezagutzen direnak formulatu zituzten. Aldi batez elkarren lehian ere aritu ziren, nork berea defendatu eta besteak egin zuenari balioa kendu nahirik. 1926an, ordea, Erwin Schrödingerrek be-



Kimika kuantikoa, mekanika kuantikoaren ondorio nagusietako bat

rak frogatu zuen bi adierazpenak bateragarriak zirela.

Bukatzeko, 1928an, Paul Diracek mekanika kuantikoa eta erlatibitatearen teoria elkartu zituen, eta, hala, lekua egin zion spin magnitudeari.

Kimika kuantikoaren sorrera

Esan daiteke kimika kuantikoa bera dela mekanika kuantikoaren ondorio edo aplikazio nagusietako bat. Izan ere, Schrodingerren ekuazioa ebatziz sistema kimiko baten bilakaera azter daiteke, laborategi batean sartu gabe. Eta horrek aukera ematen du oraindik sintetizatu ez diren egiturak aztertze-ko edo laborategian lortu ezin diren eta muturreko kondizioetan gertatzen diren fenomenoak aztertze-ko. Ekuazio hori, ordea, elektroi bakarreko sistemetarako soilik ebatz daiteke analitikoki. Gainerako kasuetarako, era askotako hurbilketak garatu dira.

Zentzu horretan, kimika kuantikoaren barruan mugarri garrantzitsua izan zen Dentsitatearen Funtzionalaren Teoria (DFT). 1965ean Kohn eta Shamek eman zuten garapenaren bitartez, sistema osoaren energia elektroi-dentsitatearen funtzional gisa adierazten da, eta, beraz, aski da

elektroi guztien koordinatuak jakin beharrean (3N aldagai) elektroi-dentsitatea (hiru aldagairen araberak) jakitea. Kontua da ez dakigula nolakoa den dentsitatearen funtzional horren forma zehatza, eta, gaur egun, funtzional ezberdin bat erabiltzen da sistema-mota bakoitzerako.

Adimen artifiziala lagun

Kimika kuantikoaren arazoetako bat da kostu konputazional handia duela. Azken batean, mekanika kuantikoaren ekuazioak ebatzen direnean, beharrezkoa da atomoen elektroiak esplizituki kontuan hartzea. Zentzu horretan, gaur egun, ikasketa automatizatuaren bitartez, posible da DFTren antzeko zehaztasuna daukaten indar-eremuak lortzea. Horrek asko laguntzen du egitura solidoen sistema periodikoen azterketan, superzelda handiagoen azterketa ahalbidetzez gain dinamika molekularretan askoz denbora-tarte luzeagoak simulatu ahalko bailirateke.

Funtsean, uste da era horretan mekanika klasikoa-ren kostu konputazionalarekin mekanika kuantikoak adinako zehaztasuneko emaitzak lor daitezkeela. ●

Zientzia modernoaren oinarritzko zutabea

Azken mendean, mekanika kuantikoak sakon eraldatu du gure ingurua ulertzeko dugun modua. Fisika klasikoak fenomeno atomikoak azaltzeko zituen zailtasunei erantzuteko ahalegin gisa jaio, eta berehala loratu zen, eta materiaren eta energiaren portaera arautzen duen esparru teoriko sofistikatu bat sortu zuen. Werner Heisenberg fisikari alemaniar gaztearen ekarpena mugarri izan zen mekanika kuantiko modernoaren garapenean. 1925ean, fisika klasikotik nabarmen urruntzen zen artikulu bat argitaratu zuen. Hartan, "mekanika kuantiko" bat proposatu zuen, kontzeptu behaezinak —hala nola elektroio-orbitak— albo batera utzi eta kantitate behagarrietan —energia eta trantsizio-anplitudeak—oinarritzen zena. Hasierabatean ikuspegi hura arrazoi praktikoengatik hau-

tatu zuen arren, fenomeno atomikoak ulertu eta azaltzeko moduan erabateko aldaketa ekarri zuen laster. Lan hori da, hain zuzen ere, Nazio Batuek mekanika kuantikoaren jaiotzari data bat jartzeko hautatu dutena.

Jarraian etorri ziren, Schrödinger, Bohr, Jordan, Born eta beste hainbaten ekarpenak, eta, 1927rako, mekanika kuantikoaren teoria osatua zegoen. Kopenhageko interpretazioa deritzona gailendu zen teoria berri hura ulertzeko. Interpretazio haren oinarritzko printzipioa da mekanika kuantikoak partikulak egoera edo kokapen jakin batzuetan aurkitzeko probabilitateak soilik ematen dituela. Are gehiago, behatzaileak, neurketa egitean, partikularen egoera edo kokapena aldatu eta determinatu egiten ditu, eta, beraz, atomoaren barruan gertatzen dena azaleratzeko gure gaitasuna mugatua dago erabat.

Argi dago interpretazio horrek inplikazio filosofiko sakonak dituela, eta, fenomeno-sorta zabal bat azaltzeko arrakasta izan zuen arren, eztabaida biziak piztu zituen fisikarien artean ere. Mekanika kuantikoaren munduan nagusi dira probabilitatea,





Elixabete Rezabal Astigarraga

EHUko Kimika Teorikoko taldekidea

ziurgabetasuna eta behatzailearen papera, eta horrek pentsamendu-aldaketa sakona ekarri zuen, halabeharrez. Mekanika kuantikoaren sortzaileen-tzat ere erronka izugarria izan zen kontzeptu berri haiek onartu eta barneratzea.

Eztabaida filosofikoak gorabehera, mekanika kuantikoak azkar egin zuen aurrera; gero eta arazo praktiko gehiago ebazten zituen. Lotura kimikoaren izaerari buruzko ikuspegi berriak eman zituen, desintegrazio erradioaktiboa azaldu zuen, eta solidoetan elektroiek duten portaeraren ulermena irauli eta materialen zientzian eta elektronikan aurrerapenak ekarri zituen.

Etorkizunari begira, mekanika kuantikoak berebiziko garrantzia izango du datozen erronkei erantzuna emateko. Konputazio kuantikoan adibidez, superposizioaren eta korapilaketaren printzipioak aprobetxatuz, ordenagailu klasikoekin konpondu

ezin diren arazoak konpontzeko gai diren ordenagailuak eraikitzen dihardute ikerlariek. Oinarritzko fisikan ere, unibertsoaren misterio sakonenak aztertzen ari dira, materia eta energia ilunaren izaera jorratuz. Denborak esango digu ea lortzen den mekanika kuantikoa eta erlatibitate orokorra batzen dituen teoria bat garatzea.

Ehun urte pasata, gaur egun esan dezakegu zientzia modernoaren oinarritzko zutabea dela mekanika kuantikoa. Zientzialarion mundu zehatz eta mikroskopikotik harago, gure egunerokotasunean behatzen duguna zalantzan jartzeko gonbita egingen digu guztioi mekanika kuantikoak, eta errealtatea ulertzeko modu erabat desberdin bat proposatzen. ●

Miren Basaras Ibarzabal

Mikrobiologian doktorea

*“Guk ondorioak zientifikoki azaldu
behar ditugu, onak eta txarrak”*

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Argazkiak: Iñigo Ibañez



CAF-Elhuyar sariek eman digute aitzakia Miren Basaras Ibarzabal mikrobiologoarekin elkartzeko berriro. Izan ere, *Elhuyar* aldizkariaren gertuko laguntzailea da, beti prest baldere erantzuteko eta bere ikuspegia azaltzeko. Komunikabide guztiekin, eta, oro har, gizarte osoarekin jokatzeko du horrela, eta, ahal duen guztietan, euskaraz egiten du, gainera. Horrexegatik eman diote 2024ko CAF-Elhuyar Merezimendu Saria. Horrekin batera, dena den, aipagarria da ikerketan egiten ari den lana. Hain zuzen, mikrobiota ikertzen dabil orain, bereziki, sexu bidezko infekzioekin erlazionatuta.

Zorionak! Saria ematerakoan, Elhuyar Fundazioko patronatuak bereziki aipatu du pandemia garaian azalpen zientifikoak gizarteratzeko egin zenuen ahalegina. Nola jaso duzu aitortza?

Oso pozik, benetan. Telefonoz deitu zidatenean, eta esan zidatenean ni nintzela aukeratua, hunkitu egin nintzen. Ez nuen sinesten. Egia esan, horrelako aitortza batek indarra ematen dizu aurrera jarraitzeko.

Askok dibulgazio-lan horregatik ezagutuko zaituzte, baina ikertzailea ere bazara. Zure ibilbidean, zer izan zen lehenago: zientzia eta ikerketa ala ezagutza gizarteratzea?

[Zalantza izpirik gabe erantzun du] Ikerketa. Biologiako lizentziatura bukatu orduko, doktoretza-tesiarekin hasi nintzen. Argi neukan ikertu nahi nuela. Dibulgazioa gero etorri zen. Tesia komunikatu egin behar da, eta, gero, klaseak ematen hasi nintzen, eta, oso arin, euskarazko ikasleei. Ikasleen eta gure artean adin-diferentzia txikia zegoen, eta komunikazioa gertukoa zen. Unibertsitatetik kanpo ere, lagunek eta ingurukoek galderak egiten zituzten: Zer da birus bat? Zer ari zara ikertzen? Horrek ere piztu zidan arra, ikusteak jendeak baduela jakiteko gogo. Eta, gainera, uste dut garrantzitsua dela erakustea zer egiten dugun ikertzaileok, zer-

gatik ari garen egiten hau guztia. Uste dut behar hori ikusi nuela, eta horregatik hasi nuela bide hori.

Eta ikertzen, zergatik hasi zinen? Zerk bultzatu zintuen?

Lizentziatura egiten ari nintzela, jada banuen gogo laborategi batean sartzeko eta ikusteko zer egiten zen hor eta zer zen ikertzea. Beste batzuek agian izan dute pertsona erreferenteren bat; nik ez dut gogoan inor nuenik buruan bide hori aukeratzean.

Lehenengo eta behin sartu nintzen genetikako laborategian. Ardi latxarekin ari ziren ikertzen, proteinak eta, eta hor egin nuen bere momentuan tesia. Oraingo gradu-amaierako lanaren parekoa da. Mikrobiologia-arloa ere asko gustatu zitzaidan, eta aukera izan nuen tesia horra bideratzeko. Horrela hasi nintzen.

Hasiera hartan, jabetzen zinen mikrobiologiak benetan zenbaterainoko garrantzia duen eta zenbat adar dituen?

Ba, ez; egia esan, ez. Lehen une hartan, ingurumeneko biologian hasi nintzen, eta gero sartu nintzen giza patologian eragina duten mikroorganismoak aztertzen; bereziki C hepatitis. Garai hartan pil-pilean zegoen, hiesari lotuta. Gogorra zen sasoi

hartan. Orduan bai, konturatu nintzen zer garrantzia duen mikrobiologiak.

Arlo klinikoan ez ezik, elikaduraren industrian ere, adibidez, pentsa zer garrantzitsua den. Baina, osasunera itzulita, orduan ez genekien gure mikrobiotak, barruan ditugun mikroorganismoek, zer paper jokatzten zuten gure defentsan. Ideia horrek, hasieran, arraroa zirudien, baina, gero, begira zer eboluzio izan duen arlo horrek. Gero eta gehiago dakigu, eta ikusten ari gara lehen imajinatzen ez genituen hainbat alderdirekin erlazionatuta dagoela: garunaren funtzionamendua, gaixotasun autoimmuneak eta neuroendekapenezkoak... Eta ez dira bakterioak soilik; geroz eta gehiago hitz egiten da birusez ere.

“Uste dut garrantzitsua dela erakustea zer egiten dugun ikertzaileok, zergatik ari garen egiten hau guztia”

Orain zertan ari zara ikertzen?

Batez ere, ikertzen ari gara zein den mikrobiotaren papera, bereziki, sexu bidez transmititzen diren infekzioetan. Ikusten ari baikara baginan eta gure sexu-aparatuan baditugula hainbat mikroorganismo, eta haien presentziak edo gabeziak erraztu edo zaildu egiten duela sexu bidez transmititzen diren infekzio batzuk izatea. Hortaz, aztertzen ari gara zer erlazio dagoen mikrobiotaren eta patogenoen artean ekosistema horretan.

Adibidez, klamidiak asko zabaldu dira azken urteotan. Hor hainbat faktorek eragiten dute: bizimoduak, elikadurak, eta, noski, babes faltak, prebentzio faltak. Horrez gain, ikusten dugu, mikrobiotaren arabera, emakume batek baginosia izateko arrisku handiagoa edo txikiagoa duela; mikroorganismoen oreka puskatzen baldin bada, erraztu egiten da infekzioa.

Azken urteotan horretan nabil, beraz. Aurretik, giza papilomabirusa ere ikertzen aritu naiz, eta umetoki-lepoko minbizia eta beste minbizi batzuk, emakumeetan zein gizonetan.

Duela gutxi zabaldu dute giza papilomaren txertaketa mutiletera Espainian. Hasieran, neskak txertatzen hasi zirenean, batzuek errezeloz hartu zuten.

Ba bai, zorionez mutilak ere txertatuko dituzte. Txertoetan ere aritu naiz ikertzen, eta hor ere bilakaera egon da. Espainian giza papilomabirusaren kontrako txertoa neskei jartzen hasi zirenean, mediatikoki oihartzun handia izan zuten albo-ondorioak izan zituztenen kasuak. Beti dago albo-ondorioak izateko arriskua, badakigu ehuneko jakin bati kalte egingo diola. Baina izan zuen oihartzunarengatik, beldurra sortu zen. Ematen du beldur hori desagertu dela, txertoaren onurak oso agerikoak baitira, baina fenomenoak ez da desagertu.

Ikusi dugu COVID-19an ere, eta ez bakarrik txertoe-kin, baita beste zenbait konturekin ere. Ukatzeko fenomeno hori, negazionismoa, ez da desagertu.

Horrek nola eragiten dizue zuei?

Niri, hasieran, asko eragiten zidan; ez nuen ulertzen. Orain, berriz, uste dut zenbat eta oihartzun handiagoa eman talde horiei txarragoa dela. Iru-ditzen zait gure egitekoa dela azaltzea zientifikoki zer onura ekar ditzaketen, demagun, txertoek, eta baita zer arrisku dituzten ere. Gauza bera edozein sendagairekin. Denak baitauka arrisku bat; bizitzak ere bai.

Garagardo bat hartzeak ere baditu ondorioak. Guk ondorio horiek zientifikoki azaldu behar ditugu, onak eta txarrak. Uste dut bide horretatik joan behar garela, eta ez hainbeste ukatzera besteek diotena. Izan ere, hori egiten badugu, oihartzuna ematen diegu, eta, gainera, gotortu egiten dira. Pandemia-garaia da adibide begi bistakoena.

Hori izango da, ziur aski, egokitu zaizun garairik zailena.

Bai, ez bainengoen ohituta komunikabideetan denbora guztian hor egotera. Ikusgarritasun hori izatea gogorra da. Eta, gainera, etengabe ateratzen ziren ikerketen gainean eguneratuta egon behar zenuen. Zaila da ziurgabetasun-testuinguru horretan jardutea.

Eta, agian, emakumea izanda, are zailagoa?

Beti nabaritzen duzu ez dela berdina emakumezkoentzat eta gizonezkoentzat, ezta? Ez nuke esango komunikabide guztiek, baina batzuek gehiago deitu diete gizonezkoei emakumezkoei baino, nahiz eta igual gizonezko horiek ez izan hain adituak. Alborapen hori badago.

Behintzat, orduan ere jaso zenuen aitortza, Biologo- goen Elkargo Ofizialen Kontseilu Nagusiaren eta Biologiako Dekanoen Espainiako Konferentziaren eskutik.

Bai, bai. Eta jendearen aldetik ere bai. Egia esanda, kritika oso gogorrek ere jaso nituen, eta mezu pila bat ailegatu zitzaizkidan negazionista horietatik. Hasieran gogorra egin zitzaidan, baina gero esaten nuen “ni esaten ari naiz zientziak esaten duena, ezta?” Eta horrela da, berme hori daukat. Eta kalean bai, kalean eskertu didate, eta hori pozgarria da.

*“Ezinbestekoa da Osasun
Bakarraren ikuspegia
izatea eta horren arabera
jokatzea”*

Zuk uste duzu ikasi dugula?

Egia esan, ez dakit. Nik sinistu nahi dut zerbait ikasi dugula, baina errealitateak esaten dit ezer gutxi ikasi dugula. Eta gizartearen aldetik pixka bat ulertzekoa ere bada. Osasun publikoko prebentzioko sistema, berriz, hobetu da, baina ez mundu mailan.

Izatez, duela gutxi argitaratu dut liburu bat, “Osasun Bakarra, jomuga eskuraezina”, eta uste dut asko falta zaigula jomuga horretara iristeko. Ezinbestekoa da Osasun Bakarraren ikuspegia izatea eta horren arabera jokatzea. Zaila da, baina nahi baldin badugu zerbait kontrolatu, prebenitu mundu osoan, bada, herrialde guztietan egin behar

da. Hori, gutxienez, ikasi beharko genuke. Baina T-baztangarekin ere ikusi dugu; Afrikako arazo bat balitz bezala jokatzan dugu.

Hegazti-gripearen hedapena, ordea, ez da Afrikan gertatzen ari, AEBn baizik. Nahikoa egiten ari direla uste duzu?

Uste dut ezetz. Kontrol handiagoa egon behar du, diagnostiko eta prebentzio zorrotzagoa egin behar da. Hutsune handiak daude. Eta ikusten ari gara nola hegaztietan mundu osora zabaldu den; gero hegaztietatik ugaztunetara; ugaztunetan, aziendetan zabalitzen ari da; pertsonen kasuak ere agertu dira... Zorionez, une honetan ez da oso ondo transmititzen pertsona batetik bestera, baina hori gainditzen baldin badu...

Eta sasoiko gripea ere aintzat hartu behar da. Iru-ditzen zait errazegi uzten diogula zirkulatzen, eta horrekin areagotu egiten da andui desberdinak elkartzeko eta birkonbinatzeko arriskua. Nire iritziz, populaziora gehiago zabaldu beharko litzateke sasoioko gripearen txertaketa-kanpaina.

Bestalde, enpresa zientifiko-farmazeutikoek ikerketa handia egin beharko lukete botika eraginkor-rrak lortzeko hegazti-gripe hori prebenitzeko. Gero agian beste gripe bat agertuko da, baina teknologia prest daukazu, bidea jarrita daukazu. Egia da farmazia-konpainiek irabazi egiten dutela horrelakoetan, baina hori logikoa da, enpresak dira. Hala ere, izan behar dituzte baliabideak, ikertzeko eta medikamentu aproposak eta proba diagnostikoak lortzeko, arriskua kontrolatu ahal izateko. Gober-

nuek horretarako dirulaguntzak ematen badituzte, gero bermatu behar da hortik ateratzen den emaitza modu etikoa bideratu behar dela.

Hori pertsonetan. Ahaztu gabe animaliak eta ingurumena.

Hori da. Osasun Bakarraren ikuspegian txertatu behar da hori guztia. Uste dut gizarteari kostatu egiten zaiola ulertzea, baina ezinbestekoa da.

“Askoz ere gehiago da ezezaguna, ezaguna baino. Orduan, oso adi egon behar dugu”

Gaur egun ezagutzen diren birusak existitzen direnetatik oso-oso gutxi dira. Hau da, askoz ere gehiago da ezezaguna, ezaguna baino. Orduan, oso adi egon behar dugu mundu osoan zer gertatzen ari den. Zer gertatzen ari da permafrosta apurtzen ari delako? Zer ari da sortzen hor, zer mikroorganismo ari dira askatzen? Hori guztia Osasun Bakarraren kontzeptuaren barruan sartzen da.

Nik uste dut gizakiok ez gaudela isolatuta, baizik eta inguruan daukagunarekin konektatuta gaudela, eta egiten dugunak eragina duela. Egiten dugunak, eta egiten ez dugunak.

Zuk non ikusten dituzu erronka nagusiak?

Oraintxe bertan aipatu dugun horretan, estrategiak Osasun Bakarraren kontzeptuarekin egitean. Eta



mundu mailan egin behar dira. Horren barruan sartzten da bakterio erresistenteen arazoa.

Hori ulertzeko, uste dut behin eta berriro dibulgatu behar dugula. Plazaratu behar dugu zein garrantzitsua den, esate baterako, nik antibiotikoak hartzen baldin baditut etxean, gero soberan baldin baditut, farmaziara eramatea eta ez botatzea zakarrontzira. Gauza batzuetan hobetu dugu, egia da, baina jarraitu behar dugu indarra egiten horretan, oinarritzko hezkuntzatik hasita.

“Oso formazio ona jasotzen dute, eta nahiko nuke dakitena pazienteei eta ingurukoei helaraztea”

Eta zure ikerketa-arloan? Zein dira erronkak, eta zerk betetzen zaitu?

Erronka asko, asko ditugu. Erresistentziak aipatu ditugu; eta nik, mikrobiota aztertzen egiten dudan lanean sakontzen, hor dut erronka.

Eta betetzen nau, hipotesi batekin edo zerbaiten bila ari zarenean, hipotesi hori baieztatzen baduzu edo aurkitzen baduzu bilatzen zenuena... pozgarria da, noski. Baina ezeztatzen duzunean ere bai; esaten duzu: “hau ez da horrela”. Eta horrek beste bide batera eramaten zaitu. Horrek ere betetzen nau.

Eta irakasle-ikuspegitik, zer ematen dizute belau-naldi berriek?

Ez dakit oso politikoki zuzena den hau, baina irudipena dut lehengo ikasleak motibatuagoak zeudela. Gizartea ere aldatu egin da, eta lehen motibazio handiagoa zegoen ikasteko, eta baita euskararekiko ere. Militantzia handiagoa zegoen. Agian talde txikiagoak zirelako ere bai... Ez dakit zergatik gertatzen den, baina niretzat agerikoa da. Euskara eremu akademikoan bakarrik erabiltzen dute; hortik kanpo, hutsune handia dago.

Nik esaten diet: “Zuek etorkizuneko medikuak zarete. Zuen esku dago hau guztia hobetzea”. Esaterako, historia kliniko bat euskaraz egitea ala ez.

Nik espero nuen gehiago aurreratzea euskararen aldetik, eta bestela ere bai. Adibidez, askoz ere gutxiago etortzen dira klasera. Digitalizazioak aukera hori ematen die, baina galtzen dute besteekiko harremana, elkarri galderak egitea, ikuspuntuak partekatzea, eztabaidatzea... Hori dena oso aberasgarria da, eta uste dut galtzen joan dela. Egia da oso gizarte indibidualista dugula, baina, hala ere, lehengo ikasleek bokazio handiagoa zutela uste dut.

Orduan, zuk hori eskatuko zenioke belau-naldi berriari: bokazioa eta motibazioa.

Hori da. Oso formazio ona jasotzen dute, eta nahiko nuke dakitena pazienteei eta ingurukoei helaraztea. Hori nahiko nuke.

Eredu ona dute zugar. Zorionak sariarengatik. ●

» Babestu **BERRIA**

Proiektuaren etorkizuna bermatzeko eta euskarazko kazetaritza independente eta kalitatezkoa egiten jarraitzeko, **3.000 BERRIA** lagun berri behar ditugu urtea amaitzerako. Oraindik ez baduzu pausoa eman, **egin zure ekarpena:**

Urteko ekarpena

100€

(0,27 euro egunean)

Gazteen* ekarpena

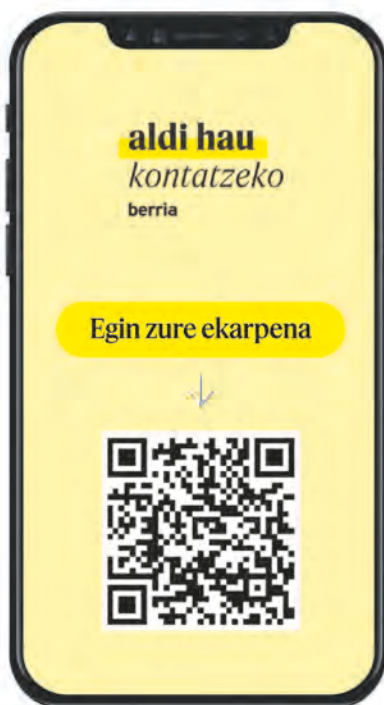
30€

(*) 30 urtetik beherakoak

Ekarpen berezia

120€

aukeratu zenbatekoa
(urtean 120 € edo gehiago)



A dramatic landscape of the Pyrenees mountains. The image shows steep, layered rock formations with horizontal strata. A small, dark hut is visible on a rocky ridge in the lower left. The sky is blue with scattered white clouds. The overall scene is rugged and majestic.

Glaziar bat galtzean Pirinioetako glaziarren bilakaeraren kronika zientifikoa

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia



Tailon mendiko glaziarra, zatituta
eta erabat mehetuta, 2022an.
ARG: Enaut Izagirre.

Eñaut Izagirre Estibaritz
Geografoa eta glaziologoa
Pirinioetako Ekologia Institutua
(IPE-CSIC)



Ixeia Vidaller Gayán
Geologoa eta glaziologoa
Pirinioetako Ekologia Institutua
(IPE-CSIC)



“Mezua ez da baikorra, hau baita errealitatea. Ez gara glaziarrek plastikozko izara zuriz estaltzen hasiko, Alpeetan egiten duten bezala. Begiratzen dugun edozein aldetik begiratuta ere, halako neurriek ez dute inolako zentzurik, ez bada eski-pistak ustatzen jarraitzea beste pixka batean. Ez dago zereginik”.

“Galera itzulezina da. Ez da izotza soilik; glaziarra galtzean erregistro historikoa galtzen dugu. Elur-geruzak metatu ahala, arrasto organikoak harrapatuta geratzen dira izotzean: likenak, hostoak... Historia-liburu bat osatzen dute. Glaziarra urtzen denean, informazio hori guztia desagertu egiten da”.

Eñaut Izagirre Estibaritz eta Ixeia Vidaller Gayán glaziologoek hitzak dira, hurrenez hurren. Ez dute egoeraren gordina eta galeraren neurria ezkutatzeko. UNESCOk berak Glaziarren Kontserbazioaren nazioarteko urtea izendatu du 2025a; eta martxoaren 21a, berriz, glaziarren nazioarteko eguna izango da aurrerantzean.

Bi izendapenek helburu berberak dituzte. UNESCOren arabera, helburu nagusia da jendea jabetzea glaziarrek, elurrak eta izotzak kliman eta ziklo hidrologikoan betetzen duten funtsezko eginkizunaz, eta, horrekin batera, ohartzea Lurraren kriosferan gertatzen ari diren aldaketek ekonomian, gizartean eta ingurumenean dituzten ondorioez. Zientziaren

Infiernoko glaziarra, urak degradatuta, 2022an. ARG.: Eñaut Izagirre.



ikuspegitik, berriz, arloari dagozkion jardunbide eta ezagutza onenak partekatzea da xedea, eta glaziarren desizozte azeleratuarekin eta haren ondorioekin erlazionatutako gaiak lantzea.

Hain zuzen ere, horretan dabilta bete-betean Izagirre eta Vidaller, arreta gertuen ditugun glaziarretan jarrita: Pirinioetako glaziarrak. Europan hegoaldeen dagoen glaziar-multzorik handiena osatzen dute, eta Izotz Aro Txikian izan zuten beren maximoa. 1850etik, baina, azalera eta lodiera galtzen ari dira. Europako hegoaldean egonik, Pirinioetako glaziarrak oso sentiberak dira kondizio klimatikoen aldaketekiko; hortaz, garrantzi handia dute klima-aldaketaren geoadierazle gisa. Alde horretatik, esanguratsua da galera azkartu edo azeleratu izana azkenaldian.

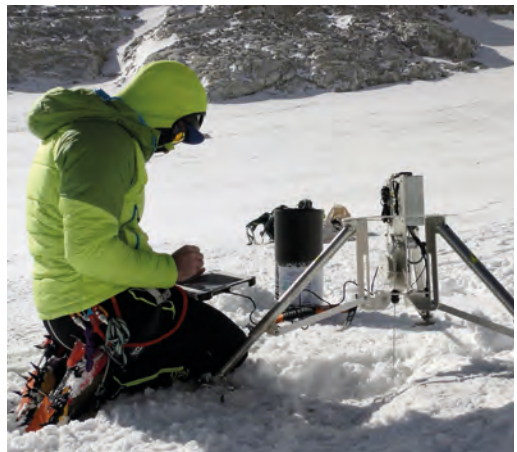
Galera azeleratua

2024aren amaieran argitaratu zuten bi ikertzaileek azelerazioa frogatzen duen ikerketa, beste kide batzuekin batera Nature taldeko [Regional Environmental Change aldizkarian](#). Zehazki, 2022an eta 2023an izandako masa-galeraren ondotik, glaziarrak zer egoeratan dauden deskribatu zuten artikuluan, eta berretsi zuten bi urte horiek inflexio-puntu bereziki gogorra adierazten dutela.

Izagirrek azaldu duenez, 2011n hasi ziren ikertzen sistematikoki Monte Perdiden glaziarra, eta, gero, mendikate osora zabaldu dute azterketa. Horretan, funtsezkoa izan da teknologiaren laguntza: "Orain askoz ere datu xeheagoak eta bereizmen hobea lortzen ditugu, eta logistika ere askoz ere errazagoa da. Adibidez, lehen Monte Perdidora joaten ginen lurreko laser-eskanerrarekin, eta lekuko datuak jasotzen genituen. Oso astuna zen, eta logistikoki



Dronearekin lanean Seil de la Baquen, 2020an. ARG.: Ibai Rico.



Masa-balantzea neurtzeko tresnarekin, Ossouen, 2024an. ARG.: Jon Goikoetxea.



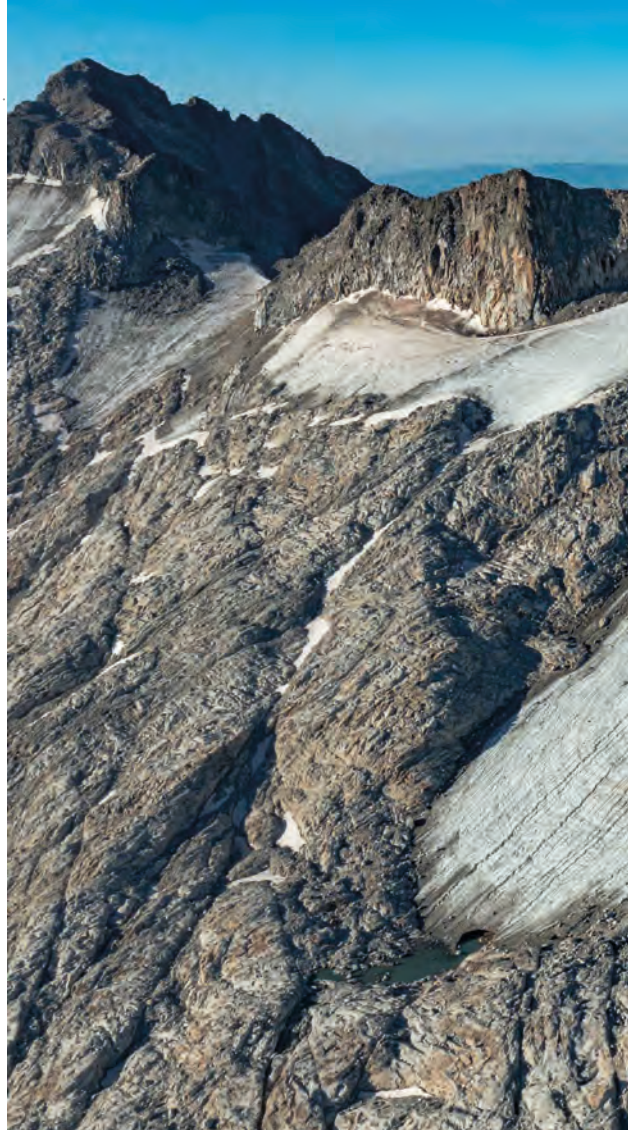
Lurreko laser-eskanerra Monte Perdiden. 2015ean. ARG.: Eñaut Izagirre.

ere ez zen erraza. Orain, droneei esker aireko laser-eskanerrak eta bereizmen handiko ortoirudiak dauzkagu, eta mendikate osoko hiru dimentsioko irudiak lortzen ditugu”.

“Pirinioetako glaziarrek oso sentibera dira kondizio klimatikoen aldaketekiko”

“Berez, beste arlo batzuetan, lehendik erabiltzen da teknologia hori, baina guretzat oso baliagarria da. Horri esker, bereizmen oso handiko mapa topografikoak ditugu”, gehitu du Vidallerrek. “Hala, denbora-tarte batean glaziarrek zer bilakaera izan duten jakin nahi baduzu, nahikoa duzu bi garaietako irudiak alderatzea, eta epe horretan nola aldatu diren ikustea. Mapa horiez gain, beste metodo batzuk ere erabiltzen ditugu datuak biltzeko, eta denak aztertuta ikusi dugu 2011tik 2020ra glaziarrek txikitzen joan direla urtez urte, bai hedapenean, bai lodieran. Hamarkada horretan, urte bakoitzeko metro bat mehetu ziren, gutxi gorabehera. 2022an eta 2023an, berriz, mehetzea askoz ere nabarmenagoa izan da: lodieraren galera hirukoiztu egin da, eta, leku batzuetan, baita laukoiztu ere”, azaldu du Izagirrek.

Azaleran ere begi bistakoa da galera. Azterketak erakutsi duenez, glaziar handienak (10 hektarea baino gehiago hartzen dituztenak) txikitu dira gehien 2020tik 2023ra: batez beste, 8,3 hektarea galdu dituzte. Adierazgarriagoa da ehunekoei erreparatuz gero, Ossauko glaziarrek eta Maladeta ekialdekoak beren azaleraren laurdena baino gehiago galdu baitute: % 30,3 eta % 36,6, hurrenez hurren.



Klima-aldaketaren eragina

Ikertzaileek 2020tik 2023ra bitarteko kondizio klimatologikoak ere deskribatu dituzte artikuluan. “Jende askok uste duenaren kontra, glaziarrei ez die hainbeste eragiten zenbat elur egiten duen neguan, baizik eta nola irauten duen udan”, azaldu du Vidallerrek. “2022an eta 2023an, ekainaren hasierarako, jada izotza agerian geratzen hasi zen; alegia, glaziarren gainean ez zegoen nahikoa elurrik, urtzetik babesteko. Gero, udan bero-bolada gogorrek egon ziren, ohi baino tenperatura altuagokoak eta iraupen luzeagokoak. Eta, udazkenean ere, tenperaturak nahiko altuak izan ziren”.



Aneto, 2023ko abuztuan. Innominato iboia ikusten da. ARG.: Eñaut Izagirre.

“Kontuan izan behar da, udaberrian elurra azkar urtzen bada, dena azeleratzen dela, albedo-efektua ere murriztu egiten baita”, gehitu du Izagirrek. Eguzki-izpiak islatzeari deitzen zaio albedo-efektua; elurra desagertuz gero, Eguzkiak glaziarren ertzeko arroka berotzen du, eta horrek ere eragiten du izotza urtzea, aireko tenperatura albo batera utzita ere.

Eta, ereduaren arabera, kondizio klimatiko horiek (udaberri aurreratuak eta bero-bolada gogor eta luzeak) gero eta gehiagotan gertatuko direla gogorarazi du Izagirrek. “Egoerak ez du atzera-bueltarik, eta lehen iragarpenek esaten bazuten ere glaziarrek mendearen erdialderako galduko zirela, orain

ikusten ari gara litekeena dela epe laburragoan gertatzea”.

Berotzeaz gain, klima-aldaketari lotutako beste faktore bat aipatu du Vidallerrek: Saharatik etorritako hauts-gandua. Klima-aldaketagatik, horrelakoak ere maizago gertatuko direla aurreikusten dute, eta ikusi dute glaziarrei kalte handia egiten diela: “Ez bakarrik albedoagatik, hautsak elurra eta izotza iluntzen baititu, baita egituraren duten eraginagatik ere”.

Faktoreen arteko elkarrekintza

Hain justu, horixe frogatu zuten klima-aldaketa ikergai duen BC3 zentroko ikertzaileek [*Annals of*](#)

[Glaciology aldizkarian 2023ko azaroan argitaratutako ikerketa batean](#). Monte Perdido glaziarrean egin zuten ikerketa, eta agerian jarri zuten izotzean dauden ezpurutasunek izotzaren mikroegitura birmoldatu dutela, dinamika aldatu, eta glaziarren degradazioa bizkortu.

2017ko izotz-nukleo bateko 20 cm-ko sekzio batean jarri dute arreta, nabarmen markatuta baitze-

goen kolore marroi-gorrixkako ezpurutasun-geruza batez. Ikertzaileen arabera, zenbat eta partikula gehiago egon, orduan eta izotz-ale txikiagoak eta irregularragoak (ez hain biribilduak) agertzen dira. Izotz polarrean aurrez egindako ikerketa ugari adierazten dute egitura-aldaketa horrek glaziarren barne-mugimendua errazten duela. Hortik ondorioztatu dute, Monte Perdidon ere, aldaketa mikroestruktural horiek glaziarren fluxua bizkortu

Llardana iboia eta glaziarren aurrealdea, higakinez estalita, 2023an. ARG.: Eñaut Izagirre.



“Glaziarren galera gure bizialdian gertatzen ari da, eta ebidentzia garbia da jendeak klima-aldaketaren ondorioa dela ulertzeko”

dezaketela eremu beroago eta baxuagoetara, eta horrek izotza azkarrago urtzea eragingo lukeela.

Halaber, baieztatu zuten Monte Perdido glaziarreko izotz-nukleoan zeuden partikulak Saharako basamortutik etorritakoak zirela, eta Vidallerrek gogoraz du 2022an ere Saharako hauts-gandua erorrera nabarmena izan zela Pirinioetan. Horrenbestez, klima-aldaketak tenperaturen igoeragatik baino gehiagotatik eragiten du. “Faktore guztien elkarrekintzarengatik da”, berretsi du.

Bestalde, faktore babesleak ere badaude. Izagirrek adibide batzuk eman ditu: “Faktore topoklimatikoak dira. Topografia bera, lekua ospela edo laiotza izatea, azalera higakinez edo sedimentuz estalita egotea, haizebean geratzea... Horrelakoetan, elurte bat edo elur-jausi bat izandakoan, gerta daiteke elur gehiago metatzea eta glaziarrek hobeto irautea. Azken urtean, adibidez, hori ikusi dugu: zirku malkartsu eta ospeletako glaziarrek dira masari ondoen eutsi diotenak, eta, aitzitik, leku zabalagoetan daudenek, Anetoko eta Ossoueko glaziarrek, esaterako, galdu dute gehien”.

Hala ere, argitu du egoerari eutsi diotenek ere ez diotela eutsi orekan daudelako. “Alegia, ez da irabazi eta galdu duten izotzaren arteko balantzea zero izan delako, baizik eta kotan igotzen ari direlako. Eta, gaur egun, iraun dezaketen gorenko kotan daude. Ezin dute gorago igo, tontorretan eguzkiak ematen dielako. Hau da: irauten dute iraun dezaketen lekuetan, eta, gainera, ezin dute gehiago igo”.

Ikertzaileen ondorioak argiak dira, eta bat datoz iragarpen teorikoekin. “Azkenean, Pirinioak etorriko denaren isla dira”, ohartarazi du Izagirrek.

Fenomeno globala

Izagirrek lehen eskutik baieztatu dezake glaziarren urtzea ez dela Pirinioetara mugatzen. Izan ere, Hego Amerikako hirugarren izotz-masa handiena ikertzen ari da, Patagonian. “Lurreko izotzaren % 90 baino gehiago Antartikan eta Groenlandian dago. Gainerakoa planetako mendikate garaienetan, Goi Artikoko eremu azpipolarretan, eta lurralde subartikoaren periferian dago, eta denetan ari gara ikusten glaziarren urtzea azeleratzen ari dela, oro har. Eta balantze negatiboak Patagonian izaten ari dira”, esan du Izagirrek.

Horren zergatia ere azaldu du: “Ez du mendikate garaienek duten adinako izotz-bolumenik, hala nola Himalaiak, Karakorume edo Alaskak, eta urtean metro bat baino gehiago ari da galtzen lodieran. Gainera, itsasora iristen da, eta itsasoko uraren kontaktua ez ezik, glaziarra degradatzen duten beste dinamika batzuk ere badaude: fiordoaren geometria, jausiak...”

Izan badira salbuespenak. Izagirrek aipatu duenez, Karakorume leku batzuetan, esaterako, masa-transferentzia oso handiak gertatzen dira bat batean, eta, horrenbestez, balantze positiboak izaten ari dira toki jakin horietan. “Baina kasu gehienetan, 10etik 9 baino gehiagotan, urtzen eta atzeratzen ari dira”.

Batzuk gure begien aurrean desagertu dira. Nazio Batuen Erakundearen arabera, azken urteotan galdu direnen artean daude, besteak beste, Pizol glaziarra (Suitza, 2019), Sarenne (Frantzia, 2023), Anderson (AEB, 2015), eta Martial Sur (Argentina, 2018). Izagirrek glaziar tropikalak gehitu ditu desagertzen ari diren glaziarren zerrendara, batzuk jada

galduta, eta besteak egoera kritikoan: Tanzaniakoa (Kilimanjaro), Venezuelakoak, Kolonbiakoak...

Galtzen dena

"Glaziar bat galtzean, izotza baino gehiago galtzen da", azpimarratu du Vidallerrek. Baina sortzen dena ere azaldu du: "Glaziarrek atzera egitean, arroka ama deitzen dioguna azaltzen da; izotzaren azpian zegoen substratu litologikoa. Glaziarrek sortzen duten morfologia ere agerian geratzen da. U-itxurako haranak dira, eta urez betetzen dira, bai izotza urtzean sortzen denez, bai euri-urez. Eta iboia sortzen dira. Horren adibidea da Innominato iboia, Aneton. Horrez gain, ikusten ari gara lurzorua ere oso azkar sortzen dela. Azken finean, glaziarrek zeraman materia hondoa metatzen joaten da, eta sedimentua sortzen du. Hala, bizpahiru urtean, litekeena da lurzoru pixka bat egotea, bere landareekin, bakterioekin..."

Sortu ez ezik, suntsitu ere egiten da, ordea, eta horri buruz ere aritu da Vidaller: "Izotza desagertzen denean, deskonpresio-efektua gertatzen da arroketan. Nolabait, arnasa hartzen dute, eta jausiak eta erorketak gertatzen dira".

Hormako permafrostari gertatzen zaiona gehitu du Izagirrek: "Ez da Siberian edo Alaskan dagoen permafrosta, baizik eta hormetakoa edo alpinoa. Azken finean, arroka guztiek, izan granitikoak, metamorfikoak edo sedimentarioak, poroak edo hausturak dituzte, eta ura zirrikituetan izoztuta geratzen da. Tenperatura igotzean, ura urtu egiten da, eta bolumen-aldaketa horrek krioklastia edo gelifrakzioa eragiten du. Horrek arroka haustea eta jausiak egotea ekartzen du".

Horren guztiaren ondorioz, goi-mendiko ohiko ibilbide batzuk lehen baino arriskitsuagoak bihurtu dira; Anetoren ibilbide arrunta, Monte Perdidoren iparra... Zalantzarik gabe, mendizaleentzat hori ere galera garrantzitsua da.

"Glaziar bat galtzean, izotza baino gehiago galtzen da"

Giza alderdiaz hitz egitean, hala ere, Vidallerrek bereziki kontzientziazioari eman dio garrantzia: "Batzuei ez die batere axola glaziarrek galtzeak. Bada pozten denik ere, kranpoiak ez dituelako beharko. Nire ustez, baina, klima-aldaketaz ohartarazteko baliatu beharko genuke galera hau. Izan ere, ez da erraza klima aldatzen ari dela jabetzea, prozesu luzea delako. Glaziarren galera gure bizialdian gertatzen ari da, eta ebidentzia garbia da jendeak klima-aldaketaren ondorioa dela ulertzeko".

Lurraren tenperaturaren gorabeherak ziklikoak dira erantzuten dutenentzat ere, ebidentzia ukaezinak ditu Vidallerrek, paleoklima ere ikertzen baitu. Argi dio: "Egia da Lurreko klima ziklikoki aldatzen dela, baina, aldaketa zer eskalatan eta zer abiaduratan gertatzen den begiratzuz gero, ez da oraingoaren parekorik izan Lurraren historian. Adibidez, dela 11.700 urte gertatu zen azken klima-aldaketa bortitza, eta oso azkarra izan zen; ezagutzen den azkarrenetakoa. Bada, aldaketa hori 1.000-1.200 urtean gertatu zen. Oraingoa, berriz, gure denbora-eskalan gertatzen ari da". ●



Russell kobazuloak Ossoue
glaziarren galeraren lekuko
adierazgarriak dira, orain haletara
sartzeko hainbat metro igo behar
baitira; 2022ko argazki honetan ikus
daitekeenez. ARG.: Enaut Izagirre.

Autismoak

Normaltasuna zabaltzeko aukera bat

Egoitz Etxebeste Aduriz • Elhuyar Zientzia

Berrogei urte dira Euskal Herrian autismoaren inguruko lehen azterketak eta zerbitzuak hasi zirela. Urte hauetan asko aldatu da autismoaz dakiguna. Uste baino heterogeneoagoa da. Uste baino ohikoa-goa. Normalagoa.

"Izugarri aurreratu dugu autismoaren ulermenean", dio Joaquín Fuentes Biggi psikiatrak. Gipuzkoa Psiklinikako Haur eta Gazteen Psikiatria saileko burua da, eta Gautena elkartearen zientzia-aholkularia. "1980ko hamarkadan, hemen lehen zerbitzuak hasi ziren garaian, autismoa 'gaixotasun' bakar gisa hartzen genuen, eta haren kausa eta sendabidea bilatzen genituen. Berrogei urte hauetako ezagutzaren eboluzioa harrigarria izan da; hasieran esandako ia guztia aldatu dugu".



"Orain autismoetz hitz egiten dugu, pluralean", dio Fuentesek. "Neurogarapeneko asaldura batzuk dira, alderdi komun batzuekin, baina askotarikoak; aldatu egiten dira adinarekin, eta modu desberdinetan azaleratzen dira, ingurutik jasotzen duten babes-mailaren arabera". Espektro autistaren barruan bi kolektibo bereizten ditu. "Batetik daude haurtzarotik neurodibertsitatea duten pertsonak; zailtasun handiei aurre egin behar diete, eta behar handiak dituzte (kasu guztien % 10-15 inguru izan litezke, nahiz eta ez dagoen hori ziurtatzeko ikerketa nahi-



— ARG.: BearFotos/Shutterstock.com

korik). Bestetik dago beste gehiengo bat, hobeto ezagutu behar duguna; askotan gaizki kalifikatuta egon ohi dira, edo ez zaie jaramonik egiten, eta ulermena, onarpena eta laguntza baino ez dituzte behar bizitza produktiboa eta zoriontsua izateko”.

Hain zuzen ere, autismoa duten pertsona askorentzat beren kondizioa izateko modu bat da, ez nahasmendu edo gaixotasun bat. “Inoiz ez da orokortu behar; beti pertsonalizatu behar da: norbanakoa eta bere ingurua”, dio Fuentesek.

Oinarri biologikoa

“Duela 40 urte ‘autismoaren genea’ bilatzen genuen”, gogoratu du Fuentesek. Egun, autismoarekin zerikusia duten 800 gene baino gehiago identifikatu dira. Izaera genetiko hori azpimarratzen du, hain zuzen ere, Olga Peñagarikano Ahedo EHUKo neurozientzialariak: “Dagoeneko frogatuta dago garai batean plazaratu ziren kausa asko ez zirela benetakoak, hala nola ama hozkailuen teoria [gurasoen hoztasunak eta seme-alaben behar emozionalei ez erantzuteak eragiten zuela zioena] edo txer-

Olga Peñagarikano Ahedo
EHUko Autismoaren eta
Neurozientzia Sozial Traslazionalaren
Laborategiko zuzendaria



toena. Badakigu, funtsean, oinarri genetikoa duela autismoak. Baina kasu gehienetan poligenikoa da, alegia, gene askotako aldaeren konbinazioek eragiten dute. Hortik dator autismoa ikertzeko zailtasun handienetako bat”.

Autismo monogenikoak ere badaude. Ohikoena X hauskorren sindromea da, eta autismo-kasuen % 2 inguru eragiten du. Guztira, gene bakarraren eraginez sortutako autismoak % 20 izan litezkeela kalkulatu da. Hortik % 50eraino edo % 90eraino (azterketen arabera) iritsi artekoa poligenikoa da. “Kasu gehienetan aldaera genetiko askoren konbinazioa izaten da —dio Peñagarikanok—; gainerako pertsonok ere baditugu aldaera horiek, baina konbinazio jakin batzuetan handitu egiten da autismoa izateko probabilitatea”.

Genetikak ez ezik, ingurumen-faktoreek ere badute eragina. Esaterako, ikusi izan da haurdunaldian botika batzuk hartzeak eragin dezakeela autismoa, eta, alderantziz, haurdunaldian azido folikoa hartzeak prebenitzen duela; ikusi da gurasoen adina-rekin badagoela lotura bat; eta uste da hainbat kutsatzailek ere eragina izan dezaketela. “Baina oso ingurumen-faktore gutxi daude benetan frogatuta”, nabarmendu du Peñagarikanok.

Mekanismoak ikertzen

Aldaera genetiko horiek hainbat ondorio biologiko izan ditzakete. Esaterako, gabeziaren bat sor liteke oxitozinaren neurotransmisio-sisteman. Urteak daramatza hori ikertzen Peñagarikanok. “Autismoa ikertzeko sagu ereduetan ikusi da oxitozina-gabezia zutela eta, hormona hori emanda, hobetu egiten zela haien jokabide soziala”. Geroztik, ikusi

da autismoa duten pertsona batzuek oxitozinaren bidea asaldaturik dutela. Eta mutazio batzuk identifikatu dira oxitozinaren ekoizpenarekin, askapenarekin eta hartzaileekin lotutako geneetan.

Hainbat saio kliniko ere egin dira oxitozinarekin. “Hasieran, uste genuen panazea izango zela, baina emaitzak ez dira esperotakoak izan”, aitortu du Peñagarikanok. “Kasu batzuetan funtzionatzen du jokabide soziala hobetzeko; baina beste askotan ez”.

Horren arrazoiak autismoaren heterogeneotasunean dago, Peñagarikanoren ustez. “Laborategiko animalien kasuan, mutazio jakin baten ondorioz izaten dute autismoa. Baina benetako kasuak oso bestelakoak dira”. Horregatik, zaila da laborategitik klinikarako pauso hori. “Oso konplexua da. Gainera, autismoa duen pertsona batek defizit asko izan ditzake, eta defizit bakoitzak ziurrenik bide biologiko desberdina izango du. Horregatik, agian jokabide soziala hobetu dezakegu, baina beste arazo asko izaten jarraituko du. Hain dira heterogeneoak kausak eta ondorioak, ezen tratamenduek ere hori bezain heterogeneoak izan beharko baitute”.

Oxitozinak beste ikerketa-bide bat ere ireki die, hala ere. “Ikusi genuen oxitozina dopaminarekin lotuta zegoela, oxitozinak dopamina askatzea ere eragiten baitu”, azaldu du Peñagarikanok. Bai oxitozinak eta bai dopaminak garuneko sari-sisteman parte hartzen dute. Eragin zuzena dute zerbaitekin atsegin hartzeko, izan janaria, sexua edo harreman sozialak. Eta, teoria baten arabera, litekeena da autismoan sari-sistema hori asaldaturik egotea. Hain zuzen ere, mutazio batzuk aurkitu dira dopaminaren bidearekin lotuta daudenak. “Animalietan ikusi dugu

Joaquín Fuentes Biggi
Gipuzkoa Poliklinikako Haur eta
Gazteen Psikiatria saileko burua da,
eta Gautena elkartearen
zientzia-aholkularia



Amaia Lopetegui Labayen
Gautena Autismoaren
Gipuzkoako Elkarteko
zuzendaria



dopaminaren bidean eraginda hobetu daitekeela jokabide soziala”, dio Peñagarikanok.

Bestalde, dopaminaren bidea blokeatzen duten tratamendu batzuk erabiltzen dira dagoeneko portaera errepikakorrek tratatzeko. “Guk ikusi duguna da, ordea, bide horren jarduera handitzean jokabide soziala hobetzen dela”, dio Peñagarikanok. Eta dopaminaren konplexutasuna azaldu du: “Dopaminak bi hartzaille-mota nagusi ditu: d1 eta d2. Uste dugu jokabide errepikakorra d2 hartzailleak aktibatzen datorrela, eta jokabide soziala d1 aktibatzen. Orduan, noski, tratamendu ideala litzateke d1 aktibatzen baina d2 blokeatzen duena. Bada, oraintxe, hori ikertzen ari gara gu, animaliekin”.

*“Esan beharra dago
diagnostikorako irizpideek
ez dituztela jasotzen
askok dituzten ezaugarri
positiboak”*

Autismoaren ikerketan, diagnostia erraztuko luke ten markatzaile biologikoak topatzea izan da beste helburu bat urte askoan; “Nik zalantza dut horrelakorik egon ote litekeen”, dio Peñagarikanok. “Garai batean bilatzen zen, baina, ikusita kausak askotarikoak direla, guztiek komunean duten markatzaile bat topatzea ezinezkoa iruditzen zait”.

Bat dator Fuentes doktorea: “Bideragarriagoak dirudite, momentuz, portaerazko markatzaileek, bizitzako lehen 12-18 hilabeteetan diagnostikatu ahal

izateko”. Adibidez, autismoarekin diagnostikatutako haurren ondoren jaiotako anai-arrebei jarraipena egiten ari dira, jakina delako % 20ko probabilitatea dutela haiek ere autismoa izateko. “Jarraipen horrek funtsezko informazioa eman lezake. Esaterako, probatzen ari dira estimulu sozialen aurrean begiek duten jokabidea aztertzea lagungarri izan ote litekeen diagnostiko goiztiarrerako”.

Diagnosia

Oraingoz, portaera-sintomen bidez egiten da diagnostia. “Sintoma bereizgarri batzuk hartzen dira kontuan —azaldu du Fuentesek—: hitzezko eta ez-hitzezko komunikazio sozialerako gabeziak, elkarrekikotasun sozioemotionalerako eta harreman sozialak ulertzeko gabeziak, jokabide errepikakorrak eta fantasia mugatua, malgutasun falta eta interese mugatuak, eta, azkenik, hiperreaktibitate edo hiporreaktibitate sentzoriala”. Beste alderdi bat ere azpimarratu nahi izan du, ordea, Fuentesek: “Esan beharra dago diagnostikorako irizpideek ez dituztela jasotzen askok dituzten ezaugarri positiboak, hala nola xehetasunekiko arreta, aparteko memoria, zintzotasuna, behatzeko eta logikoki erantzuteko gaitasuna eta errutinetarako joera”.

Gainera, garbi utzi du markatzaile biologikorik ez egoteak ez duela esan nahi, inola ere, diagnostiko zuzenak eta fidagarriak egiten ez direnik. “Diagnostikoak haurtzaroaren hasieratik egin litezke, nahiz eta, afekzio-mailaren arabera, askotan kamuflatu egiten den, adinarekin bizitza soziala exigenteago egitean nabarmentzen den arte”.

“Eta nahasmendu mediko guztietan bezala, forma klinikin osoak daude, eta forma partzialak daude.



Autismoa duten neska asko ez dira haurtzaroan identifikatzen. Imitazioz kamuflatzen dira. Horrek tentsio handia eta sufrimendua eragiten die, eta askotan arreta faltaren nahasmendua edo antsietatea diagnostikatzen zaie.

ARG.: BearFotos/Shutterstock.com.

Horregatik, diagnostikoaren etiketatik pertsona bakoitzaren ebaluaziora eta arretara pasatzea gomendatzen da. Diagnosiak balio digu ikerketan antzeko pertsonak biltzeko eta haien laguntza-premiak sumatzeko, baina, zenbateko heterogeneotasuna dagoen kontuan hartuta, pertsona bakoitzari izena eta abizena jarri behar dizkiogu. Diagnostikoak lagunduko digu nahasmendua ulertzen, baina ez pertsona eta haren ingurua ulertzen. Izan ere, diagnostiko beraren atzean behar guztiz desberdinak egon litezke”.

Amaia Lopetegui Labayen Gautenako zuzendararen ustez, diagnosian asko aurreratu da azken urteetan: “Lehenago eta hobeto identifikatzen da. Ikastetxeetan bi eta bost urte arteko haurretan sistematikoki aplikatzen diren protokoloek susmoak detektatzeko aukera ematen dute, eta horiek osasun-sistemara bideratuta identifikazio goiztiarrak lortzen dira”.

Horretaz gain, azaldu du gai direla autismoa hobeto detektatzeko adierazpen sotilagoak edo behar txikiagoak zituztelako duela gutxi arte oharkabean pasatzen ziren pertsonetan. Esaterako, emaku-

meak egon ohi dira egoera horretan. “Proba diagnostikoek isuri maskulinoa duten ebidentzia ugari dago; ez da kontuan hartzen neskek eta emakumeek beste era batera adierazi edo ezkutatu dezaketela autismoa, eta, beraz, haien diagnostikoa isuri hori duten irizpideetatik kanpo geratzen da. Lanean ari gara hori aldatzeko”.

“Proba diagnostikoek isuri maskulinoa duten ebidentzia ugari dago”

“Adibidez, autismoa duten neska eta emakume adimentsu asko, haurtzaroan ez direnak identifikatzen”, azaldu du Fuentesek ere. “Gizartekoiagoak izaten dira, eta imitazioz kamuflatzen dira. Horrek tentsio handia eta sufrimendu nabarmena eragiten die, eta askotan gaizki diagnostikatzen zaie; esaterako, arreta faltaren nahasmendu gisa edo soilik antsietate gisa”. Hala, autismoa gizonezkoetan ohikoagoa den arren, proportzioa aldatu egin da: lehen lautik bat jotzen ziren emakumeak; orain, hirutik bat.

“Autismoa duten pertsonen % 60k ez du adimen-urritasunik, eta sektore horri entzungor egiten diete gure osasun-, lan- eta gizarte-egiturek”

Bestalde, “helduetan infradiagnostiko ikaragarria dago”, dio Fuentesek. “Askotan, gurasoei diagnostikatzen diegu, seme-alabei egin ondoren. Haurren datuak estrapolatzen baditugu, Gipuzkoan autismoa duten 3.500 heldu izango genituzke. Pertsona horietako askok, ordea, bestelako diagnostikoak dituzte, kasu askotan”.

“Autismoa duten pertsonen % 60k ez du adimen-urritasunik, eta sektore horri entzungor egiten diete gure osasun-, lan- eta gizarte-egiturek”, azaldu du Fuentesek. “Funtsezkoa da behar handiak dituztenak eskuzabaltasunez babestea —eta hori, zorionez, gure komunitateak egiten du—, baina askoz gutxiago kostako litzaiguke nerabe eta heldu horiei ere babesa ematea, gure gizarteari ekarpenak egiteko gai diren herritarrek baitira”.

Zahartzaroa da ahaztutako beste alderdi bat. “Datuak eta ebidentziak falta dira autismoa duten pertsonak nola zahartzen diren jakiteko —dio Lopetegui—, baina badakigu espero baino lehenago hiltzen direla”. Hori zergatik gertatzen den ikertzeko dagoen arren, dagoeneko hauteman duten arrazoi bat eman du Fuentesek: “Ezaugarri komun bat da ohiko gaixotasunak izanik osasun-arreta egokia jasotzeko zailtasunak izatea. Arazo hori konpontzeko neurrietako bat lehentasunezko osasun-txartelak izan litezke”.

Bestelako hutsune batzuk ere aipatu ditu Lopetegui: “Ez dago programarik derrigorrezko hezkuntzatik lanbide-heziketara edo unibertsitatara igarotzen laguntzeko, ez eta hezkuntzatik lan-arlora igarotzen laguntzeko ere, edo etxebizitzak eskuratzeko”. Trantsizio horiek, gainera, une bereziki zailak

dira autismoa duten pertsonentzat, haien ezaugarri nagusietako bat errutinarekiko atxikimendua izaten baita. Horregatik, hutsune horiek betetzea da Jaurlaritzarekin garatzen ari diren plan baten, [Autismoaren Planaren](#), erronketako bat.

Normaltasuna zabaltzen

Bestalde, adituek aldarrikatu dute lan asko dagoela egiteko autismoa duten pertsonak gizartean integratu egoteko. “Zerbitzu eta programa arrunt asko diseinatu zirenean, ez ziren kontuan hartu hainbat kolektiboren beharrak”, nabarmendu du Lopetegui. “Eta diseinu horretan sartzen dira alderdi fisikoa (seinaleztapena, irisgarritasun kognitiboa, ingurumen-faktoreak, hala nola zarata, argiak...), baina baita zerbitzuak nola garatzen eta ematen diren ere: sistema horietako profesionalak gaitzea (mediku eta irakasleak, baina baita kiroldegietako monitorea, herritarren arreta-zerbitzuetakoa profesionalak, polizia eta abar ere), dibertsitate funtzionala duten pertsonen egokitutako protokoloak, irakurketa errazeko materialak, leihatila egokituak eta abar”.

“Programen eta zerbitzuen diseinuan erabiltzaile-profil berriak sartzen ditugun bakoitzean, normaltasuna zabaltzen dugu”, gaineratu du. Zorionez, eta egiteko asko dagoen arren, aurrerapen garrantzitsuak ere egin dira arlo horretan. “Eskola-eremuan, azpimarratzekoa da Gipuzkoan autismoa duten ikasle guztiek hezkuntza-eremu arruntean egiten dutela beren jarduera 20 urte arte”.

Bestalde, askotan, aldaketa txikiekin asko hobetu litezke autismoa edo oro har dibertsitate funtzionala duten pertsonen esperientziak. Esaterako, herrieta-



Urtero, "Urdinduz" ibilaldi solidarioa antolatzen du Gautenak, autismoa ikusgai egiteko eta gizartea kontzientziatzeko. ARG.: Gautena.

ko festetako barraketan gero eta ohikoagoa da "ordu isilak" egotea, eta horri esker, askoz jende gehiagok dauka gozatzeko aukera. "Zinema-programa egokituak ere badaude, eta neurriak hartzen dira autismoa duten haurrak Olentzerorekin edo Errege Magoekin egon ahal izateko, euren bizilagun eta anai-arrebekin batera", azaldu du Lopetegiuk.

"Pixkanaka ohartzen ari gara autismoa duten pertsonen batez ere onarpena, ulermena, errespetua eta laguntza behar dituztela"

Normaltasuna zabaltzen jarraitzeko gakoetako bat autismoa ulertzeko modua aldatzea izan liteke. "Tratatu beharreko gaixotasunaren ikuspegi negatibo horrekin hautsi behar dugu", proposatzen du Fuentesek. "Pixkanaka ohartzen ari gara autismoa duten pertsonen batez ere onarpena, ulermena,

errespetua eta laguntza behar dituztela. Bakoitzak bere prestakuntza behar du, bere gaitasunetara egokituia, bere burua ulertzeko eta inguruan moldatzeko. Aurrera egingo dute bizitzan, eta zenbat eta lehenago lagundu, eta zenbat eta lagunkoia goa izan ingurua, orduan eta hobea izango da haien bizi-kalitatea".

"Autismoak nahasmendu neurobiologikoak dira, baina horrek ez digu bidea markatzen; izan ere, tratamendu biologikoak populazio oso jakinetara mugatuko dira (adibidez, gaixotasun genetiko arraroak dituztenetara), eta, horregatik, eragin terapeutiko biomedikoa oso urrun dago", argitu du Fuentesek. "Ikerketa egin behar da, jakina, baina lehentasuna da autismoa duten pertsonen eta haien familien bizi-kalitatea hobetzea. Babes sendoa dutenen proportzioa txikia da, eta bermatu behar da bizitzan zehar behar duten guztietan izango dutela babes hori, eta espektro guztiari aitortu eta lagunduko zaiola. Zentzu horretan, albiste bikaina da gure gizarteak eta agintariek [Autismoaren Plana](#) ezartzea. Azken 40 urteetan izan dugun ametsa da hori". ●

Sarean eduki guztiak irekita **zuri esker**

Lagundu sare
libreari eusten:

argia.eus/eginargiakoa

 **ARGIA**

**Herritar guztiei informazioa
bermatzeko. Inor bazterrean
utzi gabe. Dirua ez dadin
eskubideen gainetik egon.**



Euskara hizkuntza-eredu handietan eta txatbotetan bidea eginez

Badira jada bi urte edozein galdera erantzuteko eta mota guztietako atazak egiteko gai diren txatbotak agertu zirela, eta geroztik ChatGPT, Gemini, Copilot, Claude eta enparauak toki guztietan daude eta oso erabiliak dira. Tresna horien oinarrian hizkuntza-eredu handiak edo LLMak (Large Language Models) daude. Euskara eredu horietan egiten ari den bidea azalduko dugu artikulu honetan. Eta txatboten eta LLMen funtzionamendua ere azalduko dugu, euskarak horietan aurrera egiteko dauden zailtasunak ulertu ahal izateko batetik, baina baita ere garrantzitsua delako nonahikoa eta alor askotan gero eta beharrezkoagoa den edozein teknologiaren funtzionamendua ulertzea.

Duela ia bi urte [Adimen artifizial sortzailearen booma](#) izenburuko artikulua idatzi genuen txoko honetan. Eta ezin esan dezakegu orduetik hona leherketa haren eragina apaldu denik; alderantziz, boom haren hedatze-uhina etengabe eta noranahi zabaldu da. Orduan aipatutako [Adimen Artifizial](#) edo AA [sortzaileko](#) sistemak testua edo irudia sortzeko gai ziren; bada, geroztik ikusi ditugu musika sortzen duten sistemak ([Suno](#), adibidez), bai eta bideoa ere ([OpenAI](#)-ren [Sora](#), adibidez). [Txatbot](#) berri mordoa agertu dira: [Microsoft](#)-en [Copilot](#), [Anthropic](#)-en [Claude](#), [Google](#)-ren [Gemini](#), [Meta](#)-ren [Meta AI](#), [Perplexity](#), [Jasper AI](#)... Eta orobat ugaritu dira [LLM \(Large Language Model\) edo hizkuntza-eredu handi](#) berriak edo lehengo bertsio berriak: [PaLM](#), [GPT-4](#), [Grok](#), [Gemini](#), [Claude](#)... Halaber, lizentzia libreko LLMetan ere asko aldatu da panorama, [OpenAssistant](#), [Mixtral](#), [Gemma](#), [Qwen](#) eta, batez ere, [Meta](#)-ren [LLaMa](#)ren agerpenarekin.

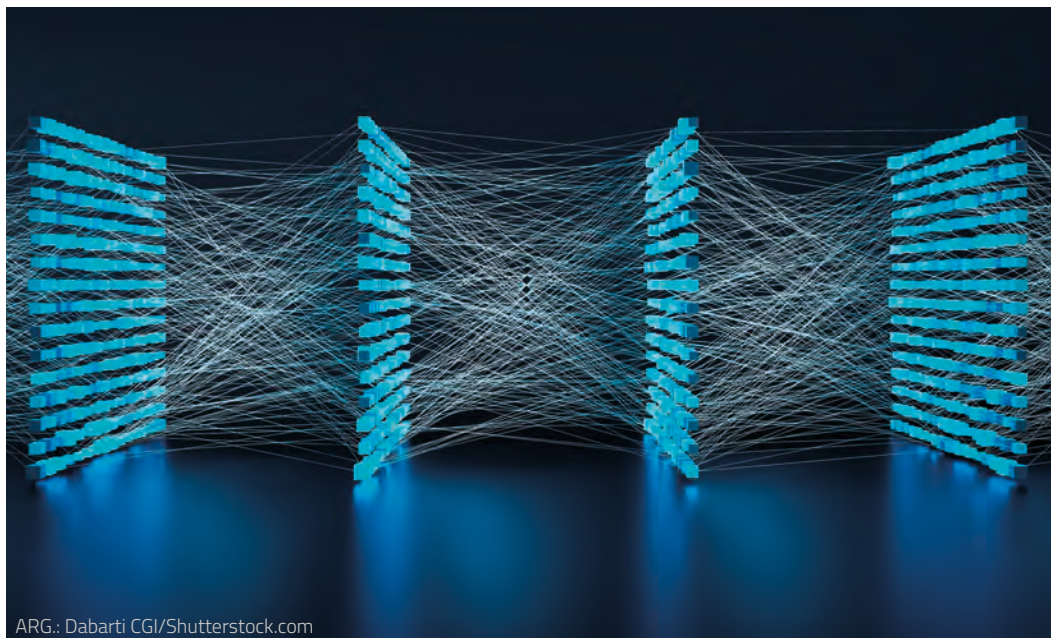
LLM edo Hizkuntza Eredu Handiak

Ez da erraza izen- eta kontzeptu-zopa horren hariari jarraitzea. Baina gutxienez komenigarria eta interesgarria ere bada jakitea zer den LLM bat, zer txatbot bat, eta nola garatzen diren.

Esan daiteke duela bizpahiru urtetik hona aro berri bat bizitzen ari garela [hizkuntza- eta hizketa-teknologi](#)etan, hizkuntza-eredu handien edo LLMen aroa hain zuzen ere. LLMak sare neuronal sakon mota bat dira, gai direnak, batetik, orain arte ebatzi gabeko problema askori ongi erantzuteko ([testuen sorkuntza automatikoa](#), [edozein motako galderei erantzutea](#), programa informatikoak idaztea...), eta, bestetik, beste sare neuronal sakon mota batzuekin jada egiten ziren ataza asko haiek bezain ondo edo hobeto egiteko ([itzulpen automatikoa](#), laburpen automatikoa...). Finean, testuzko edozein lan LLMen bidez egin daiteke gaur egun (eta, kasu askotan, egiten da).

LLMak sare neuronal sakonak dira, [transformer](#) motakoak, eta horren barruan gehienak [decoder](#) soil klasekoak izan ohi dira. Baina egituraz harago, beste hainbat ezaugarri garrantzitsu dituzte. Batetik, sare erraldoiak dira: sarrerako nodo asko dituzte, eta tarteko geruza asko bakoitza nodo askorekin; nodo horien arteko loturak edo sareak ikasi behar dituen parametroak milaka milioi izan ohi dira. Bestetik, testu hutsekin entrenatzen dira, baina testu-kopuru ikaragarri handiekin, milioika milioi hitz arterainoko

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea



testu-bildumekin. Azkenik, eleaniztunak izan ohi dira, hau da, hizkuntza askotako testuekin entrenatzen dira eta hizkuntza horietan guztietan funtzionatzen dute (baina hobeto batzuetan beste batzuetan baino, geroago ikusiko den bezala).

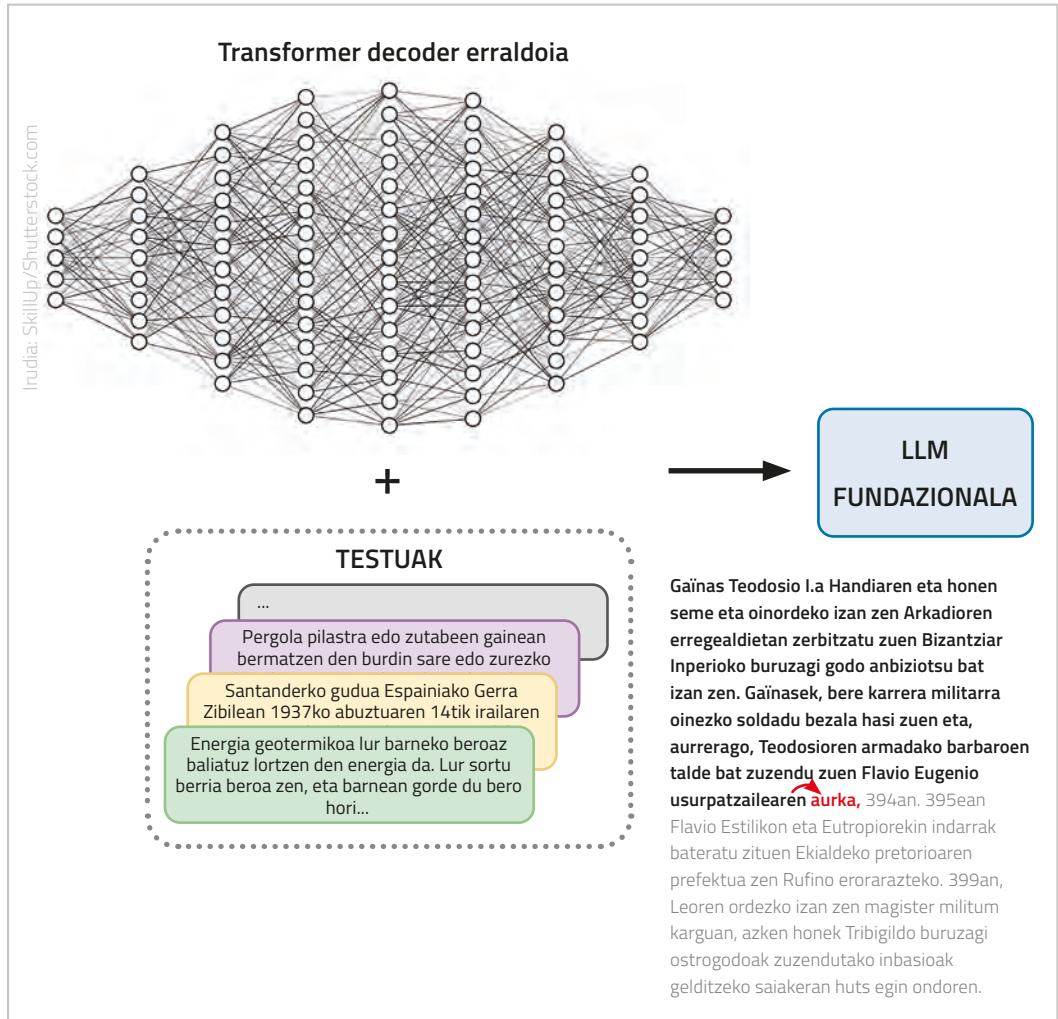
LLMen egitekoa, printzipioz, gauza bakar eta oso simple bat da: hitz-segida bat emanik, entrenamenduan ikusi dituen hitz-sekuentziak kontuan izanda, hurrengo hitz probableena aurrerata. Hau da, sarrrerari "urrutiko intxaurrak hamalau," segida ematen badiogu, berak "gerturatu" itzuli beharko luke. Eta hori besterik ez du egiten LLM batek. Kontua da jarraian "urrutiko intxaurrak hamalau, gerturatu" ematen badiogu, "eta" itzuliko duela, berriz eginez gero "lau"... Eta horrela, auto-erregresio deritzon prozesu horren bidez, testu edo erantzun luzeak sortzen jar ditzakegu. Gainera, esan bezala, sarrrerari nodo ugari izan ditzakete, are milaka batzuk ere, eta horrek ahalbidetzen du sarrrerako testuak edo

eskaerak ("prompt"-ak, arloko terminoa baliatuta) oso luzeak eta konplexuak izatea.

Egitan, LLMek ez dute hitzekin funtzionatzen, zenbakiak baizik. Eta hizkuntza askotako hitz guztiak adierazteko zenbaki gehiegi behar direnez, "token" deritzen hitz-zatiekin egiten dute lan. Baina azalpenak errazteko, hitzak hartzen dituztela esango dugu.

Beraz, laburbilduz, hau da LLM bat: transformer motako sare neuronal erraldoi bat (normalean *decoder* klasekoa), testu luze bat emanda hurrengo hitza aurreikusten duena, eta horretarako hizkuntza askotako testu askorekin aurre-entrenatu dena (aurrerago ikusiko dugu zergatik "aurre"-entrenamendu). Oinarritzko egoera horretan dauden LLMek beste hainbat izen ere jasotzen dituzte: [eredu fundazional](#), [GPT \(Generative Pre-Trained Transformer\)](#), hizkuntza eredu autoerregresibo...

1. FASEA. AURRE-ENTRENAMENDUA



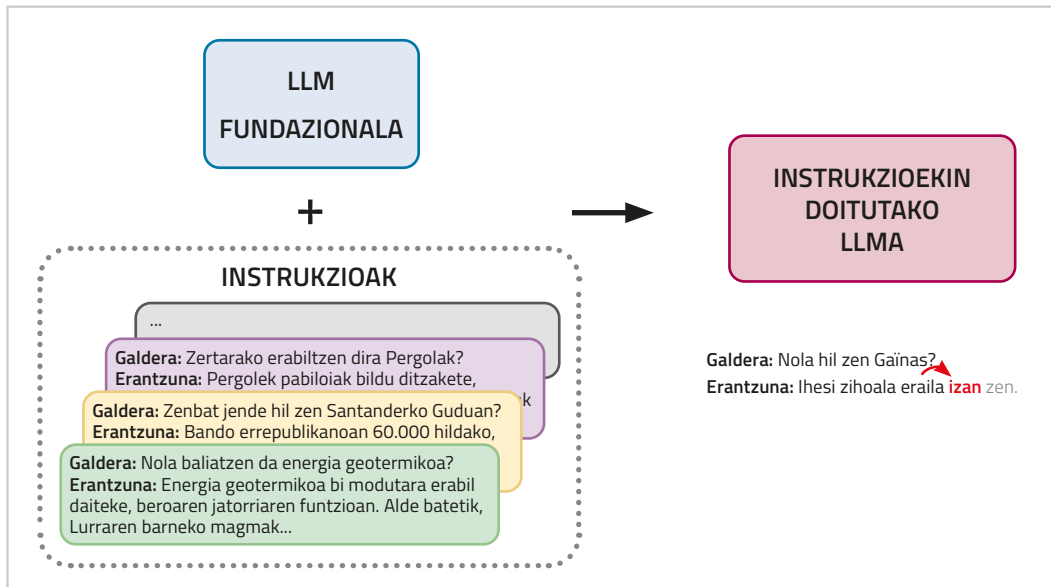
Sarearen eta entrenamendu-bildumaren tamaina handiak direla-eta, sortzen dituen testuak linguistikoki zuzenak izan ohi dira, morfologia, sintaxi eta semantika mailan egokiak, eta munduari buruzko jakintza handia eta beste zenbait gaitasun erakusten ditu orokorrean.

LLMetatik txatbotetara

ChatGPT edo Gemini bezalako txatbot batek horrelako LLM bat du oinarrian, baina oraindik beste bi entrenamendu-urrats behar ditu: instrukzioen doikuntza fina eta gizakion hobespenekin lerrotzea.

LLM batek, gorago aipatu bezala, jarraipena ematen dio sarreran ematen zaion testu bati. Baina txatbotei galderak edo ataza bat egiteko eskaerak ematen zaizkie. Horrelakoen aurrean, baliteke LLMak ongi erantzutea entrenamenduko testuetan antzeko galdera-erantzun edo eskaera-soluzioak ikusi baditu. Baina entrenamenduko corpusetan ez da horrelako asko egoten. Horregatik, txatbot-lana hobeto betetzeko, LLMak [instrukzioen doikuntza fina](#) ([instruction fine-tuning](#), [ingelesez](#)) deritzen beste entrenamendu-fase bat behar du. Entrenamendu horretarako, txatbotak egitea nahi den ataza-mota ez-

2. FASEA. INSTRUKZIOEN DOIKUNTZA FINA



berdinetarako instrukzioen bilduma bat osatu behar da, hau da, eskaera-soluzio pareen adibideak: galderak erantzunekin, laburpen-eskaerak laburpenekin, testu okerrak zuzentzeko eskaerak dagozkien zuzenketekin, itzulpen-eskaerak itzulpenekin, testuak sortzeko eskaerak testuekin... Horrela, eskaera-mota horiei erantzun egokia ematen ikasten du LLMak.

Bukatzeko, hobeto funtzionatu dezan, gizakion hobespenekin lerrokatzea (*alignment with human preferences*, ingelesez) deritzon entrenamendu-fase bat behar da. LLMari hainbat ataza egin ditzan eskatzen zaio, bakoitzarentzat erantzun posible bat baino gehiago eskatuz, eta gero, hainbat pertsonak erantzun horiek ebaluatzen dituzte. Puntuatutako erantzun horiek baliatzen dira azken entrenamendu horretan, eta horren bidez lortzen da txatboten erantzunak hobeto bat egitea ("lerrokatzea", arloko terminoa baliatuta) gizakion nahiekin edo logikarekin. Urrats hori egiteko, teknika ezberdinak daude, hala nola [giza berrelikadura bidezko errefortzu ikasketa](#) (ingelesez, [Reinforcement Learning from Human Feedback](#) edo RLHF) edo [zuzeneko lehen-tasunen optimizazioa](#) (ingelesez, [Direct Preference Optimization](#) edo DPO).

Euskarazko LLM propioak eraikitzen

LLMak edo txatbotak eleaniztunak direla esan dugu gorago; izan ere, orokorrean hainbat hizkuntzarako testuekin entrenatzen dira. Baina ez dute berdin funtzionatzen hizkuntza guztientzat, entrenamenduan ikusitako testu-kopurua ez baita berdina: testu gehien-gehienak ingelesez dira, beste hizkuntzetakoak (baita beste hizkuntza nagusietakoak ere) askoz gutxiago dira, eta zer esanik ez hizkuntza txikietakoak. Hala ere, alde horiek egonik ere, hizkuntza guztiak nahiko ongi ikastera irits daiteke LLM bat, [transferentzia bidezko ikasketa](#) ([transfer learning](#), ingelesez) deritzon propietatea dela eta. Frogatuta dago sare neuronalek badaukatela propietate hori, eta, horren bidez, nolabait domeinu edo hizkuntza batean edo batzuetan eskuratutako jakintza baliatzen dute beste domeinu edo hizkuntza bat datu gutxiagorekin ikasi ahal izateko; hizkuntzen kasuan, gainera, datu gutxiago beharko dira familia bereko hizkuntza bat jada menperatzen badu (gizakiokin ere antzera gertatzen da neurri batean). Hala, aurreko artikuluko hartan ChatGPT-k euskaraz nahiko ongi egiten zuela baina oraindik hobetzeko asko zuela bagenioen ere, GPT 3.5etik GPT 4ra pasatzean, hobekuntza nabarmena

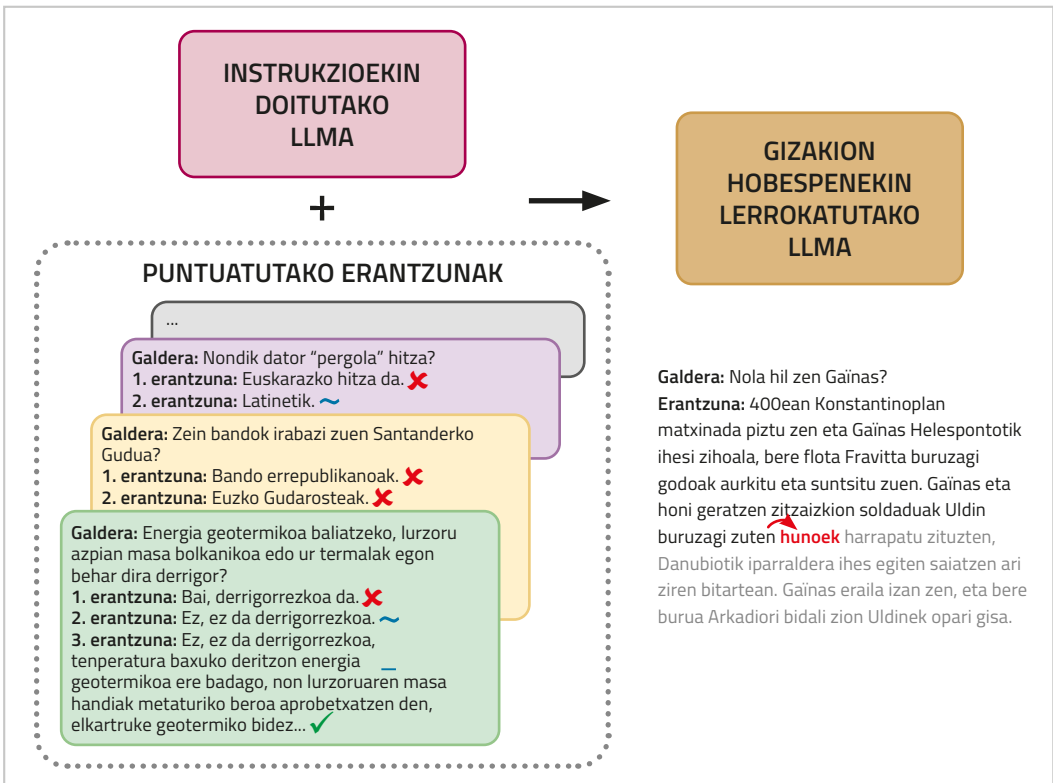
“Hizkuntza guztiak nahiko ongi ikastera irits daiteke LLM bat, transferentzia bidezko ikasketa deritzon propietatea dela eta”

izan du, eta euskaraz oso ongi egiten duela onartu behar da.

Hori horrela izanik ere, hainbat arrazoirengatik (burujabetza teknologikoa, gure hizkuntzaren etorkizuna AEBko multinazionalen esku ez egotea, erraldi teknologikoen tresnak erabiltzeak dakarren pribatasunaren galera...), komenigarria da euskarazko LLM edo txatbotak berton garatzea, eta horretan ari gara Euskal Herriko zenbait erakunde.

Euskarazko LLM bat zerotik eraikitzea, hala ere, ez da lan erraza. Ongi funtziona dezaten, milioika milioi hitzekin entrenatu behar izaten dira, eta euskaraz ez dago hainbeste inondik ere. Itzulpen automatikoa baliatuta lor daiteke testu-kopuru nahikoa, eta horrekin ere proba pilotuak egin ditugu, baina emaitzak ez dira nahikoa onak izan. Gainera, sare erraldi horien entrenamendu osoak makina oso ahaltsuak behar ditu, eta ikaragarri luze jotzen

3. FASEA. GIZAKION HOBESPENekin LERROKATZEA



du. Hori dela-eta, oso garestia da, eta, beraz, ez da bideragarria.

Horregatik, baliatu ohi den bidea da aurre-entrenatutako LLM fundazional libre bat hartu eta horri [doikuntza fina edo *fine-tuning*](#) egitea, euskaraz hobeto ikas dezan. Finean, doikuntza hori da entrenamenduarekin jarraitzea euskarazko testuak baliatuta, eta horregatik [aurre-entrenamendu jarraitua edo *continual pre-training*](#) ere deitzen zaio. Kontua da aurre-entrenatutako LLM horrek jada badakizkiela beste hizkuntza batzuk eta jakintza orokorra eta beste gaitasun batzuk badituela, eta, transferentzia bidezko ikasketari esker, euskara ikasteko ez dituela hainbeste testu edo entrenamendu-denbora behar. Gainera, nahi izanez gero [LoRA \(*Low-Rank Adaptation*\)](#) moduko teknikak baliatu daitezke sare osoaren ordez zati bat soilik doitu behar izateko, eta memoria-eskakizunak asko murrizten dira horrela.

Bide horretako azken aldiko lanetan, Meta enpresak garatutako eta lizentzia libreak utzitako [LLaMa](#) erabiltzen da. [EHUko HiTZ zentroak](#), adibidez, LLaMa 2 oinarri hartu eta EusCrawl testu-bildumarekin entrenamendua jarraituta, [Latxa euskarazko LLaMa atera zuen iazko urtarrilean, zeina gero, apirilean, testu-corpus handiago batekin egokitu eta hobetu baitzuen](#). Latxak beste edozein LLMk baino emaitza hobeak lortu zituen euskarazko gaitasun-probatan (EGAKo atariko probekin ebaluatu zen), eta galdera edo ataza orokorretan GPT 4k soilik gainditzen zuen (galdera orokorretarako, irakurketa-ulermenezko galderetarako eta oposizioetako galderetarako prestatu zituzten ebaluaziorako multzo batzuekin).

[Elhuyarreko gure Orai NLP Teknologia zentron](#), LLaMa 3.1 hartu genuen eta [ZelaiHandi](#) corpusarekin doitu (ZelaiHandi Oraik bildutako euskarazko testu libreen bilduma handiena da, 521 milioi hitzekoa), eta emaitza [Llama-eus-8B](#) da, zeina iazko irailean aurkeztu baitzen. Euskarazko eredu fundazional arinen artean (10 mila milioi parametro baino gutxiagokoak) emaitza hoberenak lortu ditu ataza-mota guztietan, eta zenbait atazatan eredu askoz handiagoek baino emaitza hobeak ere ematen ditu.

“Euskarazko eredu fundazional arinen artean, Llama-eus-8B-k emaitza hoberenak lortu ditu ataza-mota guztietan”

Eta euskarazko txatbotak?

Emaitza horiek ikusita, batek pentsa dezake jada badugula euskarazko ChatGPT moduko bat bertan sortua. Baina ikusi dugunez, bertoko ereduak euskarazko ataza-eskaera mota askorentzat lortzen dituzten emaitzak oraindik ez dira iristen GPT4ren mailara; eta, batez ere, emaitzak ingelesarekin lortzen direnak baino nabarmen baxuagoak dira.

Horren arrazoia goian azaldu dugu: LLM batetik txatbot funtzional bat lortzeko, instrukzioen doikuntza fina eta gizakion hobespeneekin lerrokatze-ko entrenamendu-faseak ere behar dira. Ikusi da txatbot komertzialen errendimendu onaren arrazoi nagusietako bat bi urrats horietan erabilitako

“Enpresa handien txatbrotek alborapen kultural handia dute; euskal gaien galderen % 20 soilik asmatzen dute”

datu-sortak direla, oso handiak eta kalitatezkoak. Eta datu-mota horiek (eskaera-soluzio sortak eta pertsonen ebaluatutako erantzun-sortak) —aurre-entrenamendurako saretik nahiko automatikoki kopuru handian lor daitezkeen testuak ez bezala— pertsonen eskuz sortu beharrekoak dira, eta hori oso garestia da. Erraldoi teknologikoen diru eta eskulan asko esleitzen diote horri, eta datu-sorta horiek ez dituzte libre uzten. Euskaraz horrelakoak sortzeko ez dago baliabide nahikorik. Horrelako datu-sorta libre batzuk egon badaude, baina ez dira behar bezain handiak, ez daude euskaraz... Instrukzioen doikuntza finik gabe ere lor liteke ataza jakin batzuk hobeto egitea galderan bertan egin nahi den atazaren adibide bat edo batzuk emanik ([prompt engineering edo in-context learning](#) deritzo teknika horri), baina emaitzak ez dira doikuntzarekin lortzen direnak bezain onak.

Hori guztia dela eta, oraindik lan handia dago egiteko gure txatbot funtzional propioa izateko. Horrek ez du esan nahi horretan ari ez garenik. Orai zentroan, esaterako, martxan ditugu zenbait lan. Adibidez, euskaraz jakiteaz harago eta euskaraz eskaera orokorreari erantzuteaz harago, [LLMek eta txatbrotek Euskaral Herriari eta euskal kulturari buruzko ezagutza bakoitzean duten aztertu dugu, hori ebaluatzeko datu-sorta bakoitzean sortuz eta libre jarri](#). Datu-sorta ingelesez dago (azken finean, enpresa handien txatbotak ingelesez funtzionatzeko dute hobe, eta haien euskal gaien buruzko ezagutza ebaluatu nahi zen, ez euskarazko gaitasuna), eta ingelesez egin zaizkie galderak txatbotei. Ondorioa izan da alborapen kultural handia dutela, eta euskal gaien galderen % 20 inguru soilik asmatzen dutela batez beste. Eredu fundazional libreetan hainbat teknika probatu, hori hobetzen

saiatu gara, eta arrakastatsuak izan dira saioak, asmatze-tasa % 80 ingururaino igo baita. [HiTZ zenitroak ere egin du antzeko lan bat eta ebaluazio bat](#).

Euskarazko LLMen alborapena ere badugu lan-gai Orai zentroan. LLMen alborapenak neurtzeko erabiltzen den BBQ datu-sorta euskaratu eta euskal testuingurura egokitu dugu, eta publiko egin BasqBBQ izeneko lizentzia librearekin. Hori baliatuta, euskarazko LLMek (Latxa eta LLaMa-eus-8b) dituzten alborapenak neurtu dira, eta horiek oinarrian duten jatorrizko LLaMa ereduarekin alderatu. Eta ikusi da euskarara egokitutako ereduak ez dutela alborapen handiagoa, alderantziz baizik.

Azkenik, instrukzioen doikuntza finaren eta gizakion hobespenekin lerrotatzeko inguruko lehenengo esperimenduak ere egin ditugu. Horretarako, libreki eskuragarri dauden ingelesezko zenbait datu-sorta eskuratu ditugu, bai instrukzioenak (eskaera-soluzio motakoak) bai puntuatutako erantzunenak, eta, itzulpen automatiko bidez euskarara itzuli ondoren, beste bi entrenamendu-fase horiek pasatu dizkiogu LLaMa-eus-8B gure eredu fundazionalari. Hori eginda, entrenamendu-fase guztietatik pasatutako lehenengo euskarazko txatbota eraiki dugu. Eta emaitzak konparatu ditugu Metak, bere datu pribatuak baliatuta, instrukzioekin doitu-ta eta gizakion hobespenekin lerrotatuta ateratako antzeko tamainako LLaMa txat-ereduarekin, eta ikusi dugu gureak askoz hobeto funtzionatzeko duela euskarazko sorkuntza-ataza horietan. Hala ere, emaitzen kalitatea oraindik ez da iristen eredu horiek ingelesezko atazetan lortzen dutenera, eta gutxiago ChatGPT bezalako eredu itxienera. Azken finean, esan bezala, instrukzio- eta DPO-

entrenamendurako datu-sorta irekiak ez dira erraldi teknologikoez dituztenak bezain handiak, eta, gainera, itzulpen automatikoz itzuli izanak ere badu nolabaiteko eragina.

Lan horiek guztiak eta horrelako beste asko egin beharko dira oraindik euskarazko txatbot funtzional orotariko bat izateko. Baina horrelako bat lortzen denean ere, euskal gizarteak erabiltzeko moduan eskuragarri jartzea arazoa suerta daiteke. Izan ere, sare neuronal erraldi horiek entrenatzea garestia den bezala, erabili ahal izateko martxan izatea ere oso garestia da, makina oso ahaltsuak behar baitituzte. Txatbot komertzial arrakastatsuenak eskaintzen dituzten erraldi teknologiko estatubatuarak iraultza honen aurrealdean egoteagatik eta merkatu-kuota irabazteagatik ari dira, baina dirukopuru izugarria galtzen ari dira. Eredu horiek ez dira errentagarriak, eta, bestalde, hor dago horrelako makina handiek ingurumenari egiten dioten kaltea ere. Horregatik, txatbot hauen guztien emaitzak hobetzea bezain garrantzitsua da optimizazioa, hau da, emaitza berak lortzea sare neuronal ekonomikoki eta ekologikoki jasangarriagoak baliatuta.

Eta justu bide horretatik omen doa urtarriaren amaieran ezaguna egin zen [Txinako DeepSeek enpresaren kode irekiko LLaMa, DeepSeek-V3](#). Berau erabiltzeko app-aren deskargetik ChatGPT-renak gainditu zituzten AEBtan, harekin konparagarriak diren emaitzak eskaintzen baitzituen askoz prezio merkeagoan. Horrek lurrikara eragin zuten AEBtako AA eta txip enpresen burtsako kotizazioetan eta etorkizuneko asmo eta esperantzetan. Baina emaitzen kalitate handiaz gain, kontua da [Txinari AEBek jarritako txipen enbargoak behartuta](#), LLaMak txip ez



hain ahaltsuetan garatu ahal izateko bideak bilatu behar izan dituztela eta, antza, asmatu dutela.

LLMaren egituraren eta entrenamenduan besteek orain arte erabili ez dituzten zenbait aldaera baliatuta, DeepSeek-V3-ren entrenamenduaren kostua GPT-4-renaren % 6 izan dela dio enpresak, eta LLaMa 3.1-en entrenamenduaren energiaren % 10 soilik behar izan duela. Eredua zerbitzu gisa eskaintzearen kostua ere askoz txikiagoa da eta, hala, merkeago eskaini arren, dirua galtzen ez duen bakarra ei da. Hau da, DeepSeek-en emaitzak ChatGPT bezalako eredu itxienaren parekoak dira, LLaMa bezalako kode irekikoek baino hobek, kode irekikoak da, eta beste ereduaren energia-beharraren (eta, beraz, kostuaren) hamarrena baino gutxiago omen du. Laster ikusiko da ea bide horren egokitasuna konfirmatzen den, beste ereduaren garatzaileek ere bide hori hartzen duten, eta guretzat ere baliagarri den euskarazko eredu propioak azkarrago eta merkeago garatu eta eskaini ahal izateko. ●



Sophie Kowalevskiren zorion handiegia

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

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

Hemezortzi urterekin, Sophiek oso garbi zuen: ez-kondu egingo zen. Ez zuen senargaia maite, baina hori gutxienekoa zen. Bazekien hori zela bere adineko emakume batek egin behar zuena eta hori zela, halaber, bere ametsa betetzeko biderik zuzenena.

Ezkontza bezperan, txikitako oroitzapenak etorri zitzaizkion. Eta sentipen bat, oraindik ere bizi-bizi senti zezakeena: logelako horman ikusten zituen zenbaki eta zeinu misteriotu haiek eragiten zioten lilura.

Kowalevski 1850ean jaio zen, Moskun. Zortzi urte zituela, aita, artilleriako teniente jenerala, erretiratu egin zen, eta landa aldera joan ziren bizitzera. "Etxe osoa konpondu behar izan genuen, eta gela guztiak papereztatu; baina hainbeste gela ziren, ezen papera falta baitzen", idatziko zuen gerora Sophiek. Haurren gelarako paperik gabe gelditu ziren, eta aitak gaztetan erositako Ostrogradskiren kalkulu integral eta diferentzialen ikastaro baten orriak erabili zituzten paretak estaltzeko.

"Gogoan dut haurtzaroko ordu asko pasatu nituela horma misteriotu haren aurrean, esaldi bakan batzuk deszifratu nahian eta orriek jarraitzen zuten ordena aurkitu guran. Kontenplazio luze eta egunero horren eraginez, oroimenean grabatuta gelditu zitzaizkidan formula horietako asko; eta testuak, artean ulertezina izan arren, arrasto sakona utzi zidan garunean".

Landa aldeko etxe hartan, irakasle pribatuen eskolak jaso zituzten Sophiek eta bere anai-arrebek. Hamahiru urte zitueneko, matematikarako sekulako dohaina zuela erakutsi zuen. "Matematikak hain-

beste erakartzen ninduen, ezen gainerako ikasketak alde batera uzten hasi bainintzen", idatziko zuen.

Aitak ez zuen begi onez ikusten matematikarekiko zaletasun hura, eta, adin eta klase hartako neska barentzat egokiagoa izan zitekeen hezkuntza bat emateko asmoz, eten egin zizkion matematika-eskolak. Sophieren matematika ikasten jarraitzeko nahia eta tema ez ziren nolana hikoak, ordea, eta bere kontura ikasten jarraitu zuen, matematikako liburuak lortuz eta gauean, familia lo zegoen bitartean, irakurritz.

Oso argi zuen bide hori jarraitu nahi zuela. Baina Errusian emakumeek debekatuta zuten unibertsitateko joatea, eta ezin zuten herrialdetik atera aitarene edo senarraren baimenik gabe. Aitarena lortzeko itxaropenik ez zuenez, ezkontzea zen irtenbide bakarra. Hain justu, nihilismoan, gazte asko ari ziren hitzarmenezko ezkontzen irtenbidea hartzen. Gizon liberal bat bilatzen zuten, politikoki konprometitua, ezkontzeko prest zegoena soilik emakumeei laguntzearren diskriminazio bortitz hura nolabait arintzen.

Sophieren kasuan, Vladimir Kowalevski izan zen gizon hori, editore eta itzultzaile aurrerakoia (Darwin itzuli zuen errusierara). Handik aurrera, Sophie Kowalevski izango zen.

Ezkondu ondoren, 1869an, Alemaniara joan ziren biak. Vladimir paleontologia ikasten hasi zen Turingian, eta Sophie Heidelbergeko unibertsitatean saiatu zen. Baina zenbait eskolatara entzule gisa joatea besterik ez zuen lortu. Alemanian ere, emakumeek ez zuten unibertsitatean matrikulatzeko eskubiderik.

Hurrengo urtean Berlinera joan zen, Karl Weierstrass matematikari entzutetsuari eskola partikularrak eskatzeko asmo irmoz. Weierstrass ere emakumeek unibertsitatean ikastearen aurkakoa zen, eta harrituta geratu zen neska gazte haren eska-riarekin. Baina ez zion berehalako ezezkorik eman, eta hainbat problema jarri zizkion. Haien ebazpenak ikustean, txundituta gelditu zen: zuzenak izateaz gain, burutsuak eta originalak ere baziren. Lau urtez eskolak eman zizkion, eta ahal bezainbat lagundu zion aurrerantzean ere.

Lau urte haien ondoren, 1874an, Kowalevskiri doktore-titulua emateko eskatu zion Weierstrassek Gotingako Unibertsitateari. Horretarako, urte haietan Kowalevskik egindako hiru lan aurkeztu zituen; izan ere, Weierstrassen ustez, lan haietako bakoitza nahikoa zen titulua merezi izateko. Lehen deribatu partzialen ekuazioei buruzkoa zen, geroztik [Cauchy-Kowalevskaya teorema](#) gisa ezagutzen dena. Bigarrena, funtzio abeliarrei buruzko ikerketa bat. Eta hirugarrena, Saturnoren eraztunen formari eta egonkortasunari buruzkoa.

Doktore-titulua lortuta, Errusiara bueltatu zen, senarrarekin batera. Han, ordea, tituluak ez zion ezertarako balio izan, eta ez zuen lortu matematikari gisa lan egiterik. Alaba bat izan zuen, eta matematikatik urrun egin zituen urte batzuk.

Baina harra piztu zitzaion berriz, eta atzerrira bueltatzea erabaki zuen, matematikara bueltatzea. Eta orduantxe hasi zen bere bizitzako garairik onena.

Hasieran Berlinera bueltatu zen, Weierstrassengana; gero Parisera jo zuen, non garaiko matematikari



ospetsuenetako batzuk ezagutu baitzituen, eta Matematika Elkarteko kide egin zuten; eta azkenik Stockholmera, non, Mittag-Lefflerren laguntzari esker, unibertsitatean eskolak emateko aukera eskaini zioten. Lehenengo urtean soldatarik gabe aritu behar izan zuen, eta gero bost urterako irakasle-plaza ofiziala eman zioten. European unibertsitate-irakaslea izatea lortu zuen lehen emakumea izan zen.

Urte haietan egin zuen bere lanik garrantzitsuenak, "Kowalevskiren ziba" gisa ezagutzen dena, gorputz solidoen errotazioari buruzkoa, Eulerrek eta Lagrangek hasitako lana osatzen zuena. Lan horrekin Parisko Zientzien Akademiaren Bordin izeneko sari ospetsua jaso zuen (1888), eta, geroago, baita Suediako Zientzien Akademiaren saria ere. Lanak liluratuta utzi zituen garaiko matematikari onenak, oso dotorea, sakona eta originala zelako.

1889an irakasle finko egin zuten Stockholmen. Eta, urte hartan bertan, Errusian hasieratik aldeko izan zuen matematikari bakarretako baten eskutitza jaso zuen: "Gure Zientzien Akademiak, aurrekaririk gabeko berrikuntza batekin, kide gisa onartu zaitu. Oso pozik nago, nire desiorik sutsu eta justuenetako bat burutu baita. Chebyshev".

Handik bi urtera, 41 urte baino ez zituela, pneumonia bat gehiegi gaiztotu zitzaion. Hil aurretik, azken hitz hauek xuxurlatu omen zizkion alabari: "Zorion handiegia". ●

**Gustuko dituzun
gaiak zure esku.
Non-nahi.
Noiz-nahi.**

Jarrai gaitzazu



“Identifikazio bat beti da lorpen bat; hunkigarria da”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Caterina Raffone

Kriminologoa eta
auzitegiko genetikaria



Caterina Raffone

Sizilia, 1992.

- **Kriminologian graduatu** zen Alma Mater Studiorum Boloniako Unibertsitatean, eta unibertsitate berean egin zuen **Biologia Ebolutiboko graduondokoa**.
- **Antropologia Biologikoa Aplikazio Biomedikoekin masterra** Bartzelonako Unibertsitatean eta Bartzelonako Unibertsitate Autonomoan egin zuen, eta **EHUn** egin du **doktoretza**.
- Gaur egun, EHuko **BIOMICs taldeko eta Aranzadi Zientzia** Elkartearen Antropologia Saileko ikertzailea da, eta Espainiako Gerra Zibileko biktimak identifikatzen aritzen da.

Lehen hitzetik eman du bere jatorriaren berri: "Italiakoa naiz. Sizilian jaio nintzen, baina Boloniako Unibertsitatean egin nuen gradua". Raffone krimiologia ikastera joan zen hara, baina, azaldu duenez, ez zitzaion uste zuen bezainbeste gustatu, eskubidearen eta soziologiaren ikuspegitik bideratuta baitzegoen, batez ere. "Beste zerbait espero nuen, zientifikoagoa; ez hain letretakoa", aitortu du.

Erasmus egitera Donostiara etorri zen, Zuzenbide fakultatera, kriminologiako ikasketetara. Hor ikasgai zientifikoak egiteko aukera izan zuen, eta, gainera, Pako Etxeberria Gabilondo ezagutu zuen. "Haren eskutik, antropologiaren munduan sartu nintzen. Espainiako Gerra Zibileko desobiratze batera eraman ninduen, eta mundu honetara gerturatu nintzen".

Etxeberriaren aholkuari jarraituta, Italiara itzuli zenean, kriminologia bukatu eta biologiako graduondoko bat egiten hasi zen. Hura ere amaitu zuenean, antropologian eta teknologia forentsean sakondu nahi izan zuen, baina Italian ez zegoen horri buruzko masterrik. Hortaz, Bartzelonara joan zen, eta aplikazio biomedikoak dituen antropologia forentseko master bat egin zuen. "Orduan sartu nintzen auzitegiko genetikan, eta master-amaierako lana ere arlo horretan egin nuen, Espainiako Gerra Zibileko biktimak identifikatzen. Hor jada argi neukan hau dela nire bidea".

Pausoz pauso bidea egiten

Bartzelonan doktoretza egiteko aukerarik ez zuenez, berriro jarri zen harremanetan Etxeberriarekin: "Esan nion doktoretza egin nahi nuela, eta antropologia eta genetika elkartu nahiko nituzkeela. Erantzun zidan EHU-n bazegoela auzitegiko genetikako laborategi bat, Gasteizen (BIOMICS), eta aukera

eman zidaten han lan egiteko, Aranzadiren eta laborategiaren artean. Espainiako Gerra Zibileko hobiaetatik ateratako gorpuzkien laginekin aritu naiz lanean, ingurune faktoreek (tenperatura, pHa...) DNAREN kontserbazioan duten eragina aztertzen", azaldu du Raffonik.

Lanean ari zela, doktore-kontratu bat lortu zuen, eta, hala, doktoretza bukatzea lortu du. Laborategi berean jarraitzen du orain, EHUren kontratuarekin, doktorego-ondorengoko ikertzaile gisa.

Ez du ezkututzen bere lanak baduela alderdi emozional bat: "Espainia osoko hobiaetako laginak aztertzen ditugu, eta berdin zaigu nongoa den; identifikazio bat beti da lorpen bat. Senideekin harremana izaten dugunean, oso hunkigarria izaten da; bereziki, seme-alabak badira, baina baita urrutia goakoak badira ere. Euskal Herrian Aranzadirekin egiten dugu, eta Espainian beste elkarte batzuekin".

Zailtasun handiena gorpuzkien egoera da; horregatik aukeratu zuen DNAREN kontserbazioan eragiten duten faktoreak ikertzea tesian. "Askotan, oso degradatuta daude, eta zaila da DNA lortzea". Hurbileko senideen laginak lortzea ere ez da beti erraza. Finantziazioa ere muga nabarmena izaten da ikerketan, baina, alde horretatik, une hauetan badute erakunde publikoen babesa: EAE-n Gogora institutuarena, eta Espainian, Memoria Demokratikoaren Legearen barruan.

Etorkizunean, lan horretan jarraitzea gustatuko litzaioke, baina badaki borondate politikoaren mendekoa dela. Bestalde, ez dauka Italiara itzultzeko asmorik. "Harreman ona dut hango laborategi batzuekin, baina familia daukat hemen, eta hemen geratu nahi dut", berretsi du. ●



Mina garunean dago

"Mina dut. Nahiko maiz buruko mina izaten dut, baina normala da. Nire familian beti izan ditugu migrainak, batez ere hego-haizeak jotzen duenean. Amari ere gertatzen zaio. Nire amamari ere gertatzen zitzaion. Familia-kontua da. Okerrena da botikek ez didatela ezer egiten eta ezin dudala ezer egin. Etsita nago".

Mina esperientzia sentzorial eta emozional konplexu bat da, ehun-kalteari lotuta egon daitekeena, edo ez [4]. Nerbio-sistemaren seinale bat da, gorputzean zerbait gaizki egon daitekeela adierazten duena. Akutua edo iraunkorra izan daiteke, eta oso desberdina izan daiteke intentsitateari, iraupenari eta kalitateari dagokienez.

Ikuspegi biologikotik, minak funtsezko babes-funtzioa betetzen du ohartarazpen-seinale gisa, kaltearen iturburutik aldentzeko erreakzionarazten baitigu, kalte handiagoa prebenitzeko helburuarekin [2]. Adibide argi bat, non minaren funtzio babeslea ongi ikusten den, beroegi dagoen elementu bat (sugarra, adibidez) ukitzean gertatzen den erreakzioa da. Elementu beroa ukitzean, gure azaleko kaltearen hartzaileak* ("nozizeptoreak" ere deituak) estimulatzen dira, estimulu kaltegarri gisa detektatzen baitute beroa. Gero, transdukzioa gertatzen da; hau

da, estimulu kaltegarria (edo potentzialki kaltegarria) bulkada elektriko bihurtzen da neuronetan. Ondoren, nozizeptore horiek arrisku-seinale bat bidaltzen dute nerbioetatik bizkarrezur-muinera, eta berehala sortzen da erretiratze-erreflexu automatikoa. Horrek adierazten du bizkarrezur-muinak erantzun-seinale bat bidali duela eskuko muskuluetara adimenak arrisku-seinalea erabat prozesatu aurretik, ahalik eta azkarren urrundu gaitezen bero-iturritik. Arrisku-seinale hori burmuineraino ere iristen da, transmisio izeneko prozesu baten bidez. Bertan, gertatzen ari denari buruzko informazioa prozesatzen da. Alde batetik, seinalea azal sentzorialera iristen da, eta, horri esker, jakin dezakegu gorputzean estimulu mingarria non dagoen. Bestalde, sistema linbikora iristen da seinalea, minaren alderdi emozionala modulatzeko duen sistemara. Azal prefrontalera ere heltzen da; minaren esanahia interpretatzeko eta horren aurrean nola

* Oharra: ez dago min-hartzailerik, mina garunean sortzen baita.



**Idatzi zuk zeuk
Gai librean atalean**

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

erantzun erabakitze aukera ematen digun azal horretara. Informazio hori guztia prozesatu ondoren, minaren pertzepzioa sortzen da. Kaltearen iturritik (kasu honetan, sugarretik) urrundu ondoren, eta ehun-kalteak sendatu ahala, mina pixkanaka baretzen da, desagertu arte [11] [24].

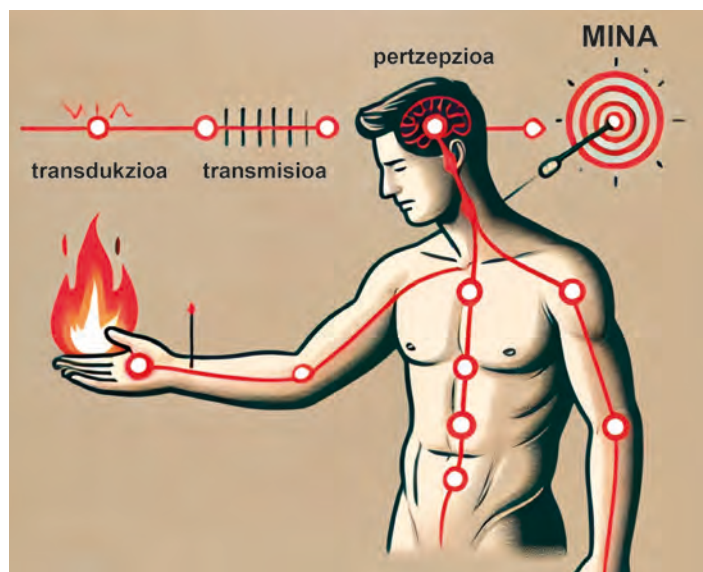
Hala ere, kasu batzuetan, min-sentsazioa ez da desagertzen hasierako kausa konpondu arren eta denboran luzatzen da, patologiko bihurtu arte [23]. Min iraunkor horrek (min kronikoa ere deitua) jada ez du betetzen ohartarazteko edo babesteko egin-kizuna, eta kalte egin diezaioke pertsonaren bizikaltateari. Bestetik, hasierako ehun-kalteak sendatu ondoren minak irauteak adierazten du mina kalte fisikoarekiko independente bihurtu dela. Hori gertatzen da nerbio-sistema sentsibilizatuta egon daitekeelako edo seinaleak "gaizki interpretatzen" dituelako, eta, ondorioz, mina eragiten du lesio aktiborik gabe ere.

Mina eta kaltea ez dira gauza bera

Lesio bera duten bi pertsonak minaren intentsitate-maila desberdinak senti ditzakete. Are gehiago, pertsona batek mina senti dezake inolako kalterik izan gabe ere. Beraz, esan dezakegu mina eta ehun-kalteak ez direla gauza bera, nahiz eta askotan erlazionatuta egon. Lesioa gorputzeko ehunen lesio fisikoari edo alterazioari dagokio. Mina, ordea, esperientzia sentsorial eta emozional subjektiboa da, hots, gorputzak *kaltegarritzat* jotzen dituen estimuluei erantzunez sortzen da [2] [5] [22].

Esan dugun bezala, sintomarik gabeko lesioak egon daitezke, hau da, mina senti dezakegu (eten-gabe, batzuetan) ehun-kalterik izan gabe ere. Hori gertatzen zaie, adibidez, "min fantasma" deritzen sindromea pairatzen duten pertsonen [21]. Dirudienez, burmuinak jada existitzen ez den gorputz-adar baten "mapa" bat gordetzen du, eta mingarritzat jotzen jarraitzen du, kalterik ez izan arren.

1. irudia. Bide noizeptiboen ilustrazioa. Ehunaren lesioak (adibidez, bero-iturri baten aurrean) arrisku/kaltearen hartzaileak (noizeptoreak) estimulatu ditu, eta bide noizeptiboak aktibatzen dira. Seinalea garunean jasotzen da; bertan, seinale hori interpretatzen da eta mina sortzen da. Irudia: Leyre Echeazarra Escudero, AAren bidez sortutako irudia (OpenAI, 2024).



Kontrako egoera ere gerta daiteke, hau da, ehunetan kalte nabarmena egon daiteke minik sentitu gabe. Hori gertatu zitzaion Illinois-eko (AEBetan) 32 urteko gazte bati, Dante Autullo izenekoari. 2012an, Dante etxola bat eraikitzen ari zen eta nahi gabe iltze-pistolari tiro eragin zion. Berak zauri arin bat besterik ez zuen nabaritu; erraz sendatu zen eta ez zion garrantzirik eman. Hurrengo egunean, ordea, zorabiatuta sentitzen zen eta ospitalera joan zen. Garunaren erresonantzia egitean, iltzea garunean sartu zitzaiola ikusi zuten [16].



2. irudia. Sintomarik gabeko lesio baten adibidea. Irudia: Leyre Echeazarra Escudero, AAren bidez sortutako irudia (OpenAI, 2024).

Mina garunean dago, eta beti da erreal

Mina, gorputzeko hainbat ataletan sentitzen dugun arren (larruazalean edo muskuluetan, esaterako), *garunean* sortzen da beti. Adimenak kalte-seinaleak interpretatzen ditu eta min-sentsazioa sortzen du. Beraz, nahiz eta batzuetan ehunetan kalterik ez egon, mina beti da benetakoa.

Mina izatea “minaren matrizea” deritzon sare neuronal konplexu baten aktibazioaren ondorioa da [18] [19]. Matrize horrek ebaluazio-batzorde moduan funtzionatzen du, eta garuneko hainbat eremuk osatzen dute. Adibidez, estimulu kaltegarri edo mingarri bat hautematen denean, *azal somatosensoriala* aktibatzen da, eta, horri esker, minaren kokapena eta intentsitatea identifika ditzakegu. Aurreko *azal kingulatua* ere aktibatzen da (minarekiko erantzun emozionalean inplikaturik), baita *azal prefrontala* ere; azken horrek estimulu mingarriari esanahia ematen eta horren aurrean nola erantzun behar dugun erabakitzen laguntzen digu. Eremu horiek elkarrekin lan egiten dute, seinale nozizeptiboa (edo arrisku-seinalea) interpretatzeko eta segurtasun-maila etengabe ebaluatzeko. Organismoak arrisku-egoeran dagoela uste badu, min-sentsazioa pizten du.

Segurtasunaren eta arriskuaren arteko balantzea modu subjektiboan zehazten dugu. Hori bizitza osoan egiten dugu, eta alde zuzeneko esperientziek, jasotako hezkuntzak, kulturak eta sinesmenek baldintzatzen dute. Horrela uler daiteke zergatik agertzen diren batzuetan estimulurik gabeko sintomak. Adibidez, armiarmen edo zorrien irudi bat ikusten dugunean, azkura kontrolaezina sentitzen has gaitezke. Gauza bera gerta daiteke min-sentsazioarekin; batzuetan, burmuinak mehatxu gisa interpretatzen ditu benetakoa *mehatxuak ez diren gauzak*. Adibidez, hego-haizea eta buruko mina edo aldaketa meteorologikoak eta belauneko mina erlazionatzen ditugunean. Harreman horiek guztiak bizitzan zehar sortutako sinesmenetan oinarritzen dira, eta gure adimenak egiten duen balorazioa baldintzatzen dute. Bestetik, frogatu da beste pertsona batzuen sufrimendua ikusteak minarekin erlazionatutako eremuak aktiba ditzakeela behatzailearen garunean [20]. David Butler eta Lo-



3. irudia. Mina ez da sortzen sentitzen dugun tokian, garunean baizik, minaren matrizea deritzon neurona-sare konplexu bat aktibatuta ondoren. ARG.: PxHere.

rimer Moseley *Explain Pain* liburuaren egileek dioten bezala, "mina existituko da arriskuaren ebidentzia sinesgarria handiagoa denean segurtasunaren ebidentzia sinesgarria baino" [8]. Beste modu batean esanda, mina existitzen da pertsonak mina sentitzen duela esaten duenean [17].

Mina ikasi egiten da

Adimenak, bizi garen munduaren aurrean erreakzionatzeaz gain, etengabe eguneratzen du munduari buruzko bere barne-eredu propioa. Barne-eredu hori iraganeko esperientzietan eta etorkizuneko itxaropenetan oinarrituta eraikitzen dugu, eta zer gertatuko den aurreikusteko balio digu. Badirudi gure adimenak, inkontzienteki, sinesmen propioak berresten direla ziurtatzeko moduan interpretatzen duela errealtatea. Horrela izanda, pisu handiagoa

ematen diogu gure sinesmenak edo alde zurreko hipotesiak baieztatzen dituen informazioari (eta, beraz, gure munduari ordena eta zentzua ematen dion informazioari). Aldiz, baztertu egiten dugu edo garrantzia kentzen diogu haien kontra egiten duen ebidentziari. Horri "baieztatze joera" esaten zaio [13].

Fenomeno hau ideia politikoetan edo sineskerietan ere gertatzen da, baita min-esperientzian ere. Gure sinesmenak berresteko joera horrek min-esperientzia okerragotu dezake, eta tratamenduari edo pronostikoari buruzko uste negatiboak indartu. Adibidez, pertsona batek iragartzen duenean sentituko duen mina kontrolaezina izango dela edo okerrera egingo duela tratamendu jakin batzuen ondoren edo kanpoko baldintzen ondorioz

(klimaren ondorioz, adibidez), hori baieztatzen duen informazioa bila dezake, modu inkontzientean, sinesmen ezkor horiek baieztatzeko. Fenomeno horri “nozebo-efektua” deritzo [12].

Garrantzitsua da pertsonak (bai pazienteek, bai osasun-profesionalek) minari buruzko uste mugatzaileak edo negatiboak identifikatzea eta interpetlatzea, min-sentsazioa ez larriagotzeko [9]. Horretarako, beharrezkoa da norberaren ikuspegitik aldentzen diren beste iritzi batzuk kontuan hartzea, eta ebidentzia zientifikoan oinarritutako informazioa bilatzea. Badaude pazienteak laguntzeko tresna eta tratamendu erabilgarri batzuk, hala nola terapia kognitibo konduktuala, ariketa terapeutikoa eta minaren neurozientzia alorreko hezkuntza. Ildo horretan ari dira lanean hainbat erkidego autonomotan sortzen ari diren Minari Modu Aktiboan Aurre Egiteko Unitateak. Lehenengo Valladoliden sortu zen, 2019an, eta bigarrena Gasteizen jarri zen martxan 2023ko azaroan [10]. Unitate horietan, fisioterapeutek, erizainek eta familiako medikuek elkarlana egiten dute migraina, fibromialgia eta bizkarreko min iraunkorra duten pazienteak tratatzeko. Mina hobeto kudeatzeko lortutako emaitzak oso positiboak eta itxaropen-tsua izaten ari dira [1] [3] [6][15].

Bukaera: fokua jartzen den tokian, hor dago arreta

Ikusi dugunez, gure garuna ez da estimuluen hartzaile pasibo soil, baizik eta errealtatearen pertzepzioa modu subjektiboan eraikitzen duen eragile bat. Horrek mina nola ulertu behar dugun birplan-teatzera garamatza: erreakzio fisiko soil batetik harago, esperientzia subjektibo bat da mina, gure espektatibek, aurretiko esperientziek eta gauden testuinguruak moldatua.

“Minaren matrizea”ren aktibazioak min-sentsazioa eragiten du, eta modula daiteke. Emozioek, estresak, sinesmenek, itxaropenek eta minean jartzen dugun arretak, besteak beste, eragina izan dezakete mina sentitzeko moduan. Zenbait pertsonatan, “minaren matrizea” hipersentikor bihurtzen da, eta, beraz, estimulu kaltegarririk gabe ere sortu daiteke mina, eta, batzuetan, kroniko bihurtzen da. Minari Modu Aktiboan Aurre Egiteko Unitateetan, non ariketa terapeutikoak egiten diren eta minari buruzko hezkuntza zientifikoa eskaintzen den, itxaropena eta tresna baliagarriak eskaintzen ari zaizkie min iraunkorra pairatzen duten pertsonak, haien bizi-kalitatea hobetzen laguntzeko. Eskerrik asko zuen lanagatik! ●

“Adimenak emozioa sortzeko erabiltzen dituen osagaiak aldatzen badituzu, zure bizitza emozionala eralda dezakezu”.
(Barrett, 2017)



SAREAN+

[Bibliografia, webgunean](#)

hik hasi laborategia



Adituaren mintzaldia | Irakasleen arteko solasaldia | Gako praktikoak



MARTXOAK 4, 11, 18 eta 25

**0-3 urteko haurren
mugimenduaren garapena**

Eider Garde



0-3 urteko haurrekin lan egiten duten
hezitzaileei zuzendua.



MARTXOAK 11, 18, 25 eta APIRILAK 1

**Elkarrizketa kooperatiboa
DBIIko nerabeekin**

Imanol Alvarez



Gaian interesa duen edonori eta batez
ere Bigarren Hezkuntzako irakasleei
zuzendua.

Prestakuntza jasotzeko eta eguneroko jarduna hobetzeko
espazio kualifikatua eta partekatua da *hik hasi* laborategia.
Adituaren mintzaldia, irakasleen arteko solasaldia eta gako
praktikoak ditu ardatz.

Eman izena

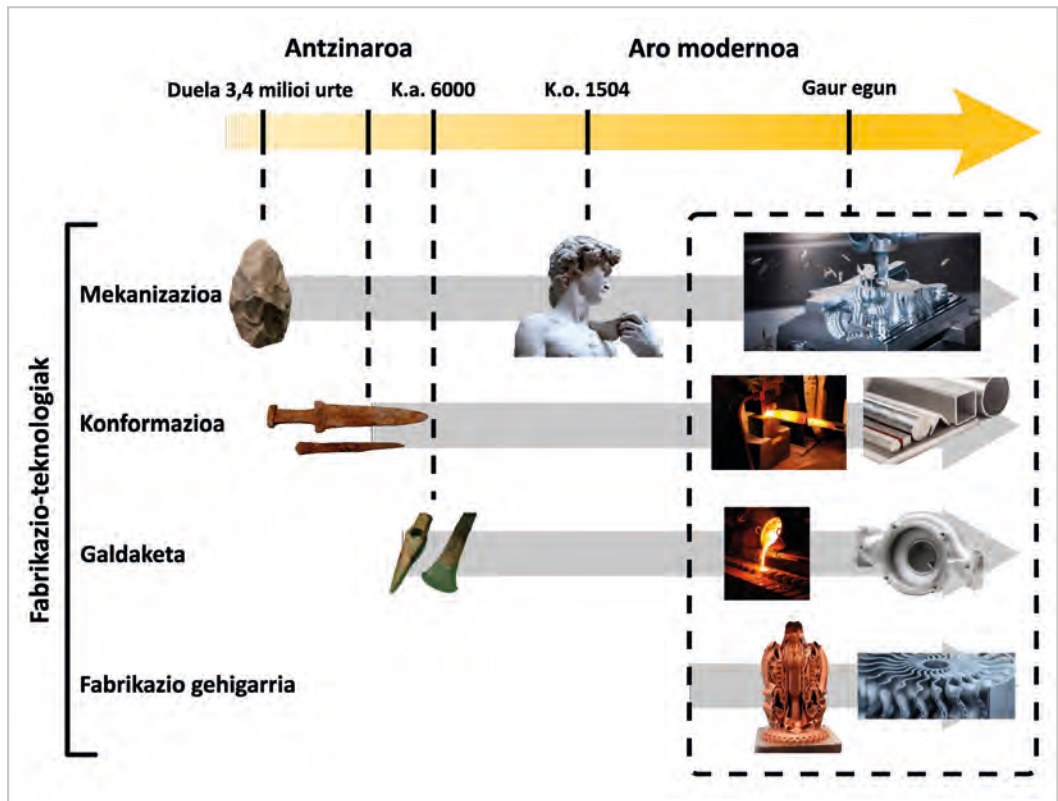


Kentzetik gehitzera: metalak metatzen

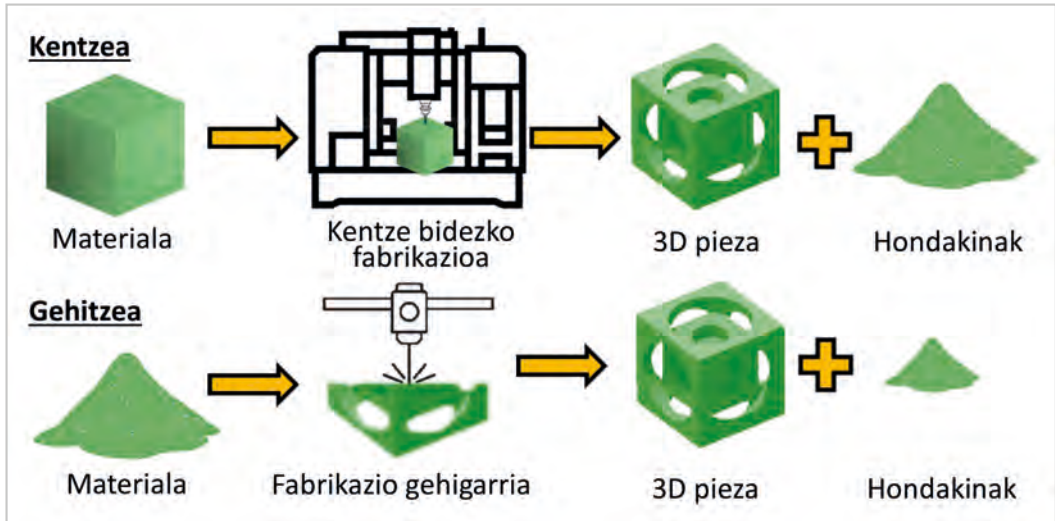
Historian zehar, fabrikazio-teknologiak eta industria, oro har, garatzen joan dira, gaur egun mundu mailan metalen industriaren zutabe nagusiak diren galdaketa-, konformazio- eta mekanizazio-teknologietara iritsi arte. Azken urteetako aurrerapen teknologikoei esker, fabrikazio-teknologia berritzaile bat gaineratu behar zaio zerrenda horri: fabrikazio gehigarria.

Gizakiak sortutako lehen harrizko tresnen aztarnek 3,4 milioi urte atzera garamatzate, Harri Arora. Garai hartan, gizakia lehendabizikoz harriak lantzen hasi zen, elkarren kontra kolpatuz, erauzketa bidez ertz zorrotzeko tresnak, armak eta puntak fabrikatzeko. Eta, hala, gaur egungo mekanizazio-teknologien lehen aurrekaria ezarri zen. Jarraian,

Neolitoan, harria artefaktuak fabrikatzeko oinarrizko elementu gisa erabiltzeari utzi zitzaion, eta metalak lantzeari ekin; hasieran, hotzeko mailu-
katzearen bidez (egungo konformazioaren aitzindaria), eta, ondoren, mineralen galdaketa erabilita (galdaketa modernoaren aitzindaria).



1. irudia. Fabrikazio-teknologien lehena eta oraina. ARG.: Eider Aldalur Urresti.



2. irudia. Paradigma-aldaketa: kintzetik gehitzera. ARG.: Eider Aldalur Urresti.

Paleolitoan gizakiak mekanizazio modernoaren lehen harria jarri zuenetik, fabrikazio-teknologia horiek garapen handia izan dute, 1. irudian ikusten den bezala. Bide horren lekuko da, adibidez, Michelangelo Buonarroti pizkundeko eskultore eta margolari italiar handiak 1501-1504 urteen artean egindako *David*, 5,17 metroko eskultura ikusgarria. Obra hori zizelkatzeko, Michelangelo Carrarako harrobietako marmol-bloke trinko batetik abiatu zen. Urteak pasatu diren arren, formula bera erabiltzen da oraindik egungo fabrikazio-teknologia erabilienean, mekanizazioan. Gauza batzuek bere horretan dira.

Dena den, fabrikazio-teknologiek XVIII. mendearen bukaeratik aurrera izan dute garapenik handiena, industria-iraultzek ekarritako aurrerapenei esker. XXI. mendeko fabrikazioan, makinek eta automatizazioak hartu dute Michelangeloren eskuen lekua. Gaur egun, 4.0 Industriaren aroan gaudela esan ohi da. Ekoizpen-sistema adimendunak eta informazio-teknologiak industria-sistemetan integratzen dira, eta integrazio ziberfisiko horrek eraginkortasun handiko fabrika adimendunak sortzen ditu, zeinak kalitate handiko produktuak fabrikatzeko gai baitira.

Paradigma-aldaketa

Michelangelok eta Paleolitoko lehen gizaki haiek egin bezala, mekanizazioaren bidez piezak fabrikatzeko prozesua bloke batetik abiatzen da, eta, horri materiala kenduz, piezaren azken forma lortzen da. Fabrikazio gehigarrian, aldiz, fabrikazio-paradigma aldatzen da: hiru dimentsioko (3D) diseinu digital batetik abiatuta, geruzaz geruza materiala gehitzen da, eta, hala, objektu fisiko bat fabrikatzen da (2. irudia).

Fabrikazio gehigarria 1986an erabili zen lehen aldiz, estereolitografia sortu zenean; teknologia horrek izpi ultramoreak erabiltzen ditu polimero fotosentikorrek geruzaz geruza sortzeko. Jatorrian, fabrikazio gehigarriari *3D inprimaketa* ere deitu zitzaion, eta, hasiera batean, prototipo azkarrak egiteko garatu zen. Azken urteetan, ordea, handitu egin dira fabrikazio gehigarriko tekniken zehaztasuna, errepikakortasuna eta fidagarritasuna, eta orain fabrikazio gehigarriko teknologia batzuk industria-ekoizpenerako bideragarritzat jotzen dira. Gaur egun, fabrikazio gehigarriak trinkotasun handiko piezak sor ditzake material-sorta zabal batean, hala nola polimeroetan, metaletan, material zeramikoetan, konpositeetan eta abarretan.

Fabrikazio gehigarriko teknologia-motak (ASTM)

1. Hauts-ohantze bidezko fusioa (PBF)

2. Aglutinatzaile-injekzioa (BI)

3. Xaflakako geruzatzea (SL)

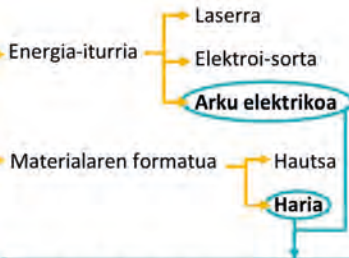
4. Zuzeneko energia-jalkitzea (DED)

5. Material-estrusioa (ME)

6. Material-injekzioa (MJ)

7. Argi ultramore bidezko
fotopolimerizazioa (VP)

Metalentzat



Hari eta arku bidezko fabrikazio gehigarria

3. irudia. WAAM teknologia fabrikazio gehigarriaren barruan. ARG.: Eider Aldalur Urresti.

Horrelako teknologiak disruptiboak izango direla aurreikusten da; munduko ekoizpen-sarea eraldatuko dute, eta ezinbesteko tresna bilakatuko dira hainbat industria-sektoretarako. Izan ere, fabrikazio gehigarriak 4.0 Industriak planteatzen duen ekoizpen-sistemaren garapenari erantzuten dio, hasierako diseinutik azken piezarako bidea errazten baitu.

Zergatik gehitu?

Fabrikazio gehigarriaren abantaila nagusietako bat zera da, konplexutasun geometriko handiko piezak fabrikatzeko gaitasuna. Beste teknologia batzuk erabilia, ezinezkoa litzateke era horretako piezak egitea; esaterako, pieza hutsak, xehetasun konplexukoak edo barne-saredunak. Fabrikazio gehigarriaren bidez, askatasun handia lortzen da diseinuan, eta hori funtsezkoa da pisu txikia eskatzen duten aplikazioetarako, edo teknika tradizionalekin fabrikatuz gero osagai asko izango litzuketen piezak osagai bakarrekotik izan daitezkeen. Hona adibide ezagun bat: General Electric konpainiak fabrikazio gehigarriaren bidez sortutako erregai-injektoreak jarri zituen bere CFM LEAP hegazkin-motorrean; injektore berriak bloke bakarrean fabrikatuta zeuden, eta hasierako hemezortzi osagaiko sistema baino % 25 arinagoak ziren.

Gainera, fabrikazio gehigarriak azken produktua pertsonalizatzeko aukera ematen du. Aukera hori mugatua da fabrikazio-teknika tradizionaletan,

dakarren kostuagatik. Izan ere, piezak ekoizteko erabiltzen diren moldeak eta tresneriaren diseinua aldatu behar izaten dira, eta horren kostua ez da bideragarria izaten. Aldiz, fabrikazio gehigarriaren bidez, piezak diseinatu eta zuzenean fabrikatzen direnez, bideragarria da pieza bakarrik eta pertsonalizatuak egitea.

Bestalde, fabrikazio gehigarriko teknologien bidez, amaierako geometriatik hurbil dauden piezak lortzen dira, materiala benetan beharrezkoa den tokian soilik ezartzen delako. Hala, lehengaien aprobetxamendu-tasa oso handia da (ikus 2. irudia). Hori dela eta, fabrikazio gehigarria aukera lehiakor bat izan daiteke erabilitako materialak (titanioa, nikel-aleazioak, etab.) garestiak direnean; esate baterako, industria aeronautikoan.

Azkenik, fabrikazio gehigarriko teknologiek erakutsi dute oso egokiak direla energia-kontsumoa txikitzeko, material gutxiago alferrik galtzeko eta mekanizazio-urratsak ezabatzeko edo murrizteko. Esaterako, zenbait azterketatan ikusi denez, fabrikazio gehigarriaren erabilera orokortuak % 27 jaitsiko luke energia-eskaria.

Metalak metatzen

Fabrikazio gehigarriaren barruan, teknologia-mota bakoitza energia-iturri baten, erabili beharreko materialaren formatuaren eta sistema mugikor baten konbinazio berezi bat da, eta konbinazio bakoitzak

aplikazio jakin baterako balio du. ASTM elkarteak (Proba eta Materialetarako Estatu Batuetako Elkarteak) sortutako terminologia estandarren arabera, fabrikazio gehigarriko teknologiak zazpi kategoriatan sailkatzen dira, eta horietatik lau material metalikoetan erabil daitezke, 3. irudian ikusten den bezala. Kategoria horietako bat *zuzeneko energia jalkitze* (*directed energy deposition*, DED) deritzona da. Hor biltzen diren teknika guztietan, materiala, elikatu ahala, energia-iturriaren bidez urtzen da. DED teknologian, materiala bi formatutan elika daiteke: hari gisa edo hauts gisa. Hautsaren ordez haria erabiltzeak baditu zenbait abantaila: prezioa murrizten du, materialaren erabileraren eraginkortasuna handitzen du eta laneko segurtasun- eta osasun-arriskuak minimizatzen ditu. Materiala urtzeko energia-iturri gisa, berriz, laser bat, elektroio-sorta bat edo arku elektriko bat erabil daitezke. Zehazki, nire tesian aztertu dudana hari eta arku bidezko fabrikazio gehigarriko prozesuan (*wire arc additive manufacturing*, WAAM) materiala hari gisa elikatzen da, eta arku elektriko baten bidez urtzen.

Gaur egun, WAAM teknologia fabrikazio-prozesu interesgarri bihurtu da, tamaina handiko eta konplexutasun geometriko ertaineko pieza metalikoak kostu txikian fabrikatzeko aukera ematen duelako. Ezaugarriei dagokienez, WAAM teknologia soldadura automatikoko prozesu baten antzekoa da: energia-iturriak haria urtzen du arku elektriko baten bidez, eta, manipulazio-sistemaren bidez, metal urtua oinarri-materialaren gainean ezartzen du geruzaz geruza, helburuko geometria osatu arte.

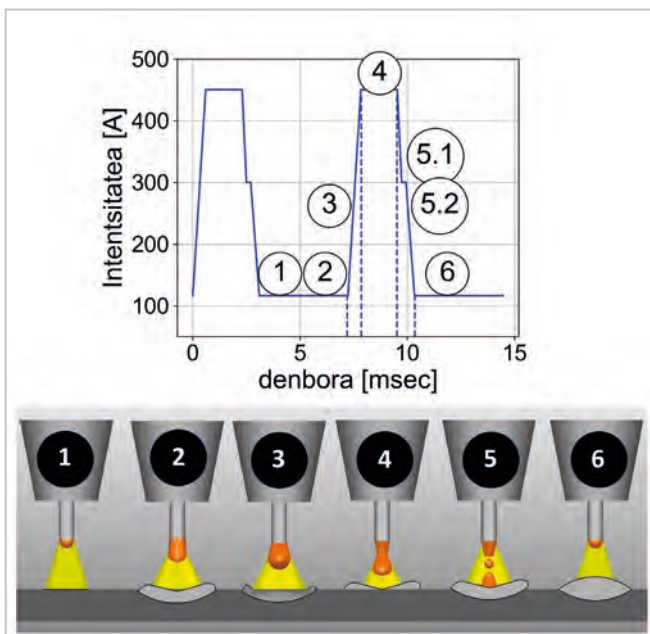
Haria eta arkua

Erabilitako soldadura-iturriaren arabera, WAAM prozesu-mota desberdi-

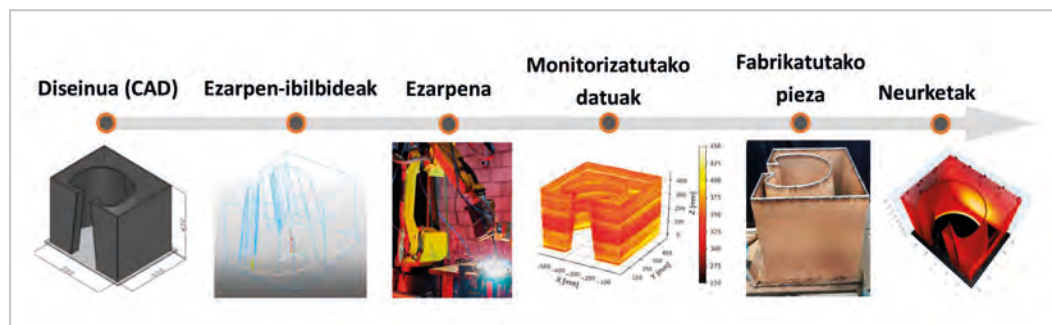
nak daude. Hain zuzen ere, nik gasez babestutako arku metalikozko soldadura (*gas metal arc welding*, GMAW) teknologian oinarritutako WAAM prozesua landu dut, interesgarria izan baitaiteke industrian erabiltzeko, lortzen dituen produktibitate-tasa handiak (1-10 kg/h) direla eta.

GMAW teknologian (ikus 3. irudiaren eskuinaldea) haria da elektrodo kontsumigarria. Alegia, materiala jartzeko, intentsitate-seinale bat ezartzen da harian, eta arku elektriko bat eratzen da hariaren eta piezaren artean. Arku elektriko horri esker, metala urtu egiten da, eta metal-tantak haritik piezara transferitzen dira. 4. irudian, metal urtuaren tantak sortzeko prozesuaren eta intentsitate-seinalearen arteko korrelazioa ikus daiteke.

Transferentzia hori hainbat modutan gerta daiteke: esprai gisa, era globularrean edo zirkuitu labur bidez. Azken hamarkadetan, maiztasun handiko



4. irudia. Metal urtuaren tanta bat eratzeko prozesuaren eta intentsitate-seinalearen arteko korrelazioa. ARG.: Eider Aldalur Urresti.



5. irudia. GMAW teknologian oinarritutako WAAM prozesuaren bidez piezak fabrikatzeko jarraitu ohi den bidea.

ARG.: Eider Aldalur Urresti.

kontrol-estrategiak dituzten soldadura-iturriak erabiltzen dira materialaren transferentzia kontrolatzeko. Kontrol-estrategia horiek hariari aplikatutako intentsitate-seinalearen forma (uhin-forma, maiztasuna, etab.) definitzen dute. Nik altzairu- eta aluminio-aleazioetarako dauden transferentzia-moduak aztertu ditut tesian; ikusi dudanez, transferentzia-moduek eragin nabarmena dute piezari egiten zaion bero-ekarpenenean, eta horrek baldintzatu egiten ditu bai ezarpenaren geometria, bai produktibitatea. Horrez gain, transferentzia-moduek aluminioan lortzen den porositate-mailan duten eragina ere aztertu dut.

Amaitzeko, 5. irudian GMAW teknologian oinarritutako WAAM prozesuaren bidez hasierako diseinutik abiatuta piezak fabrikatzeko jarraitu beharreko bidea azaltzen da. Behin diseinua definituta dagoenean, pieza geruzatan banatzen da, eta geruza bakoitzaren ezarpen-ibilbideak sortzen dira. Ondoren, prozesuaren parametroak zehazten dira, eta pieza robot baten edo CNC makina baten bidez fabrikatzen da. Fabrikatu bitartean, prozesuaren barne-parametroak monitorizatzen dira, baita makinan instalatutako sentsoreenak ere. Prozesua denbora errealean monitorizatu-tako datuen bidez kontrolatzen da, eta, azkenik, lortutako pieza neurtzen da, perdoiaren barruan dagoela ziurtatzeko.

Nire tesiaren helburu nagusia oinarriak ezartzea izan da, makinek ahalik eta modu autonomoenean egin dezaten hasierako diseinutik bukaerako piezara arteko ibilbidea. Botoi bati eman, eta, Michelin-

geloren eskuak bailiran, robota bere kasa piezak fabrikatzen has dadila. ●

Bibliografia

Aldalur, E., Suárez, A., & Veiga, F. 2021. "Influence of Wire Arc Additive Manufacturing metal transfer modes on droplet formation, heat input, microstructure and porosity of as-built Al-Mg alloys". *Journal of Material Processing Technology*, 2021, 297, 117271.

Cunningham, C. R., Flynn, J. M., Shokrani, A., Dhokia, V., & Newman, S. T. 2018. "Invited review article: Strategies and processes for high quality wire arc additive manufacturing". *Additive Manufacturing*, 22, 672–686.

Dilberoglu, U. M., Gharehpapagh, B., Yaman, U., Dolen, M. 2017. "The Role of Additive Manufacturing in the Era of Industry 4.0". *Procedia Manufacturing*, 11, 545–554.

General Electric. 2017. "GE Global Research, 3D Printing New Parts for Aircraft Engines".

Herzog, D., Seyda, V., Wycisk, E., & Emmelmann, C. 2016. "Additive manufacturing of metals". *Acta Materialia*, 117, 371–392.

ISO/ASTM. *ISO/ASTM 52900*. 2015. *Additive manufacturing - General principles - Terminology*. International Standard, 5, 1–26.

Suárez, A., Aldalur, E., Veiga, F., Artaza, T., Tabernero, I., & Lamikiz, A. 2021. "Wire arc additive manufacturing of an aeronautic fitting with different metal alloys: From the design to the part". *Journal of Manufacturing Processes*, 64, 188–197.

Sun, C., Wang, Y., McMurtrey, M. D., Jerred, N. D., Liou, F., & Li, J. 2021. "Additive manufacturing for energy: A review". *Applied Energy*, 282.

Williams, S. W., Martina, F., Addison, A. C., Ding, J., Pardal, G., & Colegrove, P. 2016. "Wire + Arc additive manufacturing". *Materials Science and Technology*, 32(7), 641–647.



Soziolinguistika aldizkaria

BAT ALDIZKARIA 133. ZENBAKIA **ADIMEN ARTIFIZIALA ETA EUSKARA**

XABIER ARREGI IPARRAGIRRE > Euskara, adimen artifiziala eta arimen naturala.

JOSU AZTIRIA URTARAN > Politika publiko digitalak euskararen biziberritze-aro berria bultzatzeko.

EDUARDO APODAKA OSTAIKOETXEA, ASIER AMEZAGA ETXEBARRIA
ETA ASIER BASURTO ARRUTI > Itzulunguru proiektua. Itzultzaile neuronalen eragina euskararen erabileran.

GUREAN atala

URKO IKARDO ENPARAN > Bortzirietako bilakaera soziolinguistikoa aztergai Euskara Mankomunitatearen plan estrategiko berriaren atarian.

ITXASNE ETXANIZ ETXABURU, AITOR MONTES LASARTE, IZASKUN ELEZGARAI, MAISIE EDWARDS, ALWENA MORGAN ETA JON ZARATE SESMA > Osasun arreta euskaraz jasotzeko buruzko pertzepzioen ebaluazioa EHUKo Medikuntza graduan (ikasleekin eginiko ikerketa pilotoa).

NAROA ANABITARTE > Zer den (esaten) eta zer ez. Begiratu labur bat euskararen ideologiari.

harpidetu edo oparitu

URTEAN 40 EURO

ABANTAILAK:

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

<https://bat.soziolinguistika.eus>

943 592 556 – bat.aldizkaria@soziolinguistika.eus



SOZIOLINGUISTIKA
KLUSTERRA

Euskara biziberritzeko
ikergunea

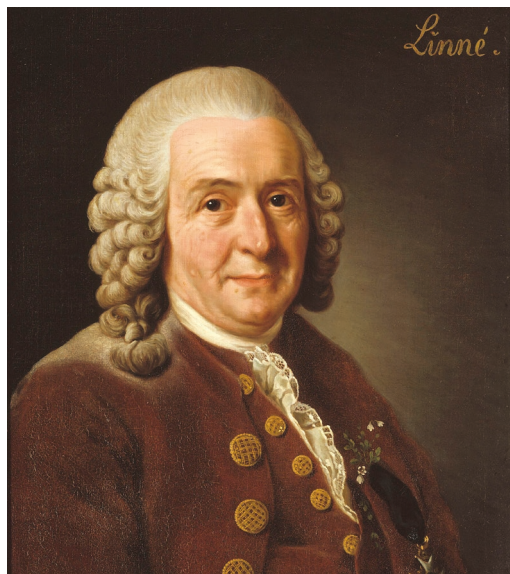
Lineo eta taxonomia: mugarri bat zientziaren historian

Xabier Zabaltza Pérez-Nievas
Gaur Egungo Historiako irakaslea. UPV/EHU

Karlos Lineok naturaren izaki guztiak antolatzeko ahaleginetan eman zuen bizitza osoa. Suediar naturalista handi honek ez zituen animalia- eta landare-espezieak baka- rrik izendatu. Mineralak eta beste anitz gauza ere sailkatu zituen, ustezko giza arrazak barne. Aurreiritziak aurreiritzi, beti latinez, gaurko biologiaren adar guztietan erabiltzen den taxonomiaren eta primatologiaren sortzailea izan zen.

Karlos Lineo (1707-1778) taxonomiaren aitaz hitz egiten hasi aitzin, haren izena zehaztea komeni da, gaizki eman ohi baita. Suedieraz *Carl Linnæus* baitaiatu zuten, baina, 1761az geroztik, aitoren seme bilakaturik, *Carl von Linné* deitu zioten. Latinez, europar ikasi guztiek ulertzen zuten hizkuntzan idatzi baitzituen lanik gehienak, *Carolus Linnæus* sinatu zuen 1761 arte, eta *Carolus a Linné*, orduz geroztik. Euskaltzaindiak haren deitura euskaraz 'Lineo' dela erabaki zuen 2017an.

Zaila da Lineok zientziaren historian izan duen eragina handizkatzea. 1735ean hamabi orrialdeko liburuxka bat eman zuen argitara: *Systema Naturæ*, Naturaren Enperadoregoko hiru erresumak, hots, animaliak, landareak eta mineralak, sailkatzeko saio bat. Banaketa hirukun hori ez zen haren ideia izan, XVII. mendeko alkimistek zabaldu baitzuten. Lineok animalien artean sartu zuen gizakia, baina luzaz laugarren erresuma bat egon zen indarrean: *Regnum Hominal*e, hain zuzen ere. *Systemaren* hamabigarren edizioak (1766-1768), hil aitzin agertu zen azkenak, 2.400 orrialde dauzka, hiru liburukitan. Hamargarrena, 1758koa, zoologia modernoaren abiapuntutzat jotzen da, horretantxe ezarri baitzituen animalien izen bikunak, generoak eta espezieak osatuak. Botanikarena 1753an, *Species Plantarum* haren liburuan, kokatu izan da. Erresumaren eta generoaren artean klasea eta ordena paratu zituen. Platonenganaino gibel egiten duen tradizio baten oinardeko, kategoria horiek ere ez



1. Karlos Lineo (Carl Linnæus edo Carl von Linné, 1707-1778). Alexander Roslinek 1775ean eginiko potreta.

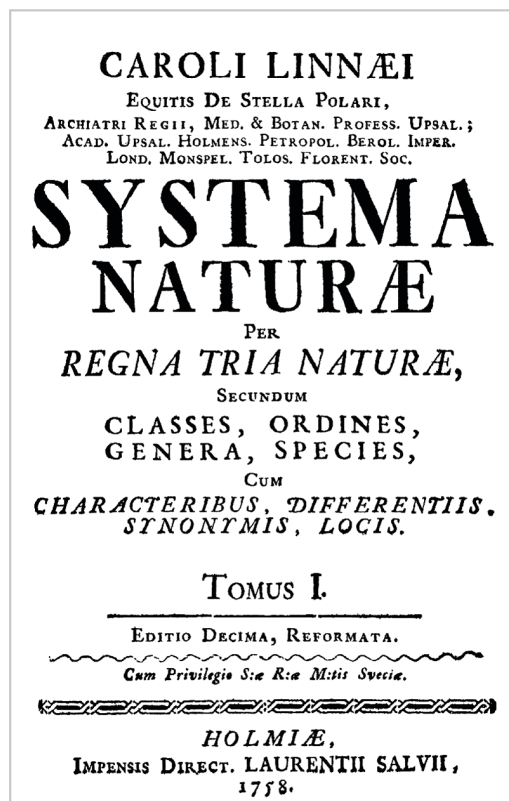
zituen Lineok asmatu, baina modu sistematikoan erabili zituen. Egotzi izan zaizkion hitz batzuk («Jainkoak sor, Lineok xeda») inoiz ahoskatu ez baitzuten ere, Adan berri baten gisan ikusten zuen bere burua, izaki guztiak, bizidun zein bizigabe, izendatzen tematurik. Beti latinez, 7.700 landare-espezieri eta 4.400 animalia-espezieri eman zien izendapen zientifikoa.

Lineok zioenez, espezieak Jainkoak sortu ditu eta finkoak dira: ezin dira agertu, aldatu edo iraungi.

Ez zuen eboluzioaren teoria ezagutu, Darwinek eta Wallacek 1858an argitaratu zuten eta. Hala ere, bere azken urteetan susmatzen hasi zen espezie batzuk hibridazioaren bidez sor zitezkeela. Gureari dagokionez, 1758an, *Systema Naturæ* liburuaren hamargarren edizioan, *Homo sapiens* izen bikunaz bataiatu gintuen, nahiz eta *Homo diurnus* esapidea ere agertu bertan. Haren ustez, sei barietatean gaude banaturik. Haietarik, lau kontinentean kontinentekoak eta kolorean kolorekoak dira. *Homo sapiens americanus* gorria da eta ohituraren arabera antolatzen da. *Homo sapiens europæus* zuria da eta legeen arabera antolatzen da. *Homo sapiens asiaticus* horia da eta iritziaeren arabera antolatzen da. Azkenik, *Homo sapiens afer* beltza da eta apetaren arabera antolatzen da. Baina beste bi barietate badira. *Homo sapiens ferus* zelakoaren barruan ustezko haur basatiak sartu zituen; adibidez, 1719an Pirinioetan aurkitu omen zituzten biak. Lineoren aburuz anormalak direnek osatzen dute *Homo sapiens monstrosus*: (Laponiako) Alpeetako ipotxek, Patagoniako erraldoiek, barrabil bakarrek hotentoteek (khoekhoek, alegia), buru handi eta konikoko txinatarrek, Kanadako buru zehar eta zapalduko amerindiarrek eta, Europan, gerruntzearen ondorioz sabelaldea argalduzik daukaten neskek.

Areago. *Homo sapiens* edo *Homo diurnus* ez zen izan 1758an deskribatu zuen giza espezie bakarra. Jacob de Bondt nederlandar sendagilearen eta Nils Matson Kiöping suediar bidaiariaren irudimezko kontaketak sinetsirik, *Homo troglodytes* edo *Homo nocturnus* espeziea ere ezarri zuen. Pentsatu ohi denaz bestera, ez zen txinpantzea edo bonoboa, ez eta, hau hain garbi ez dagoen arren, hiru orangutan-espezieetako bat ere. Seguruenik, gaurko Indonesiako emakume bilodunen eta gizon-emakume albinoen irudi desitxuratua da. Hori gutxi izanen ez balitz bezala, aipatu egileez gain, Ulisse Aldrovandi italiar naturalistari eta Pierre-Louis Moreau de Maupertuis frantses filosofoari jarraikiz, *Homo caudatus hirsutus* edo 'gizaki buztandun eta biloduna'-ren berri eman zuen. Kasu horretan,

Itsaso Gorriaz bi aldeetako babuinoaz ari zen, antzinako Egipton sakratua izan zenaz, goititurik eta gizatiarturik. 1760an *Simia* generoan sailkatu zituen alegiazko bi giza barietate horiek. 1771n hiru giboï-espezie *Homo lar* taxonean sartu zituen. Luteranismoan hezik, Lineok uste osoa zuen Jainkoa arrazionala dela eta, horren ondorioz, ezin dela espezie bakarrek generorik egon. Gainera, haren garaian, *Scala Naturæ* edo 'izatearen kate handia'-k sapa handia zuen. Antzinateetik garatuz joan zen paradigma horren arabera, Jainkoa izakien gailurrean dago eta lau elementuak (lurra, ura, airea eta sua, hurrenkera horretantxe), oinarrian, betiere goitik beherako eta etenik gabeko sailean, «Naturak ez du jauzirik egiten» eta. Horregatik gizaide-espezie bat gutxienez behar zen gizakiaren eta beste ani-



2. *Systema Naturæ* liburuaren hamargarren edizioko lehen liburukiaren azala (1758).

malien artean. Halaber, animalien eta landareen artean, polipoak daude, eta landareen eta mineralen artean, koralak (eta Jainkoaren eta gizakiaren artean, bederatzia aingeru-ordena).

Ikusi denez, gizakien sailkapena arrazakeriaz eta bestelako aurreiritziez beterik dago. Izan ere, ikuspegi guztiz eurozentrikotik 'Ilustrazioa' iritzi zaion arren, oso garai iluna izan zen Lineorena. Afrikarren bahiketa, salerosketa eta esklabotza legezoak ziren eta mundu osoaren kolonizazioa gauzatzen ari zen. Hori dela eta, haren jarrera aintzat hartzekoa

izendatu zuen 1866an Biziaren hirugarren erresuma *Animalia* eta *Plantæ*ren ondoren: *Protista*, zelula (nukleodun) bakarreko organismoak.

1735ean, Lineok, *Systema Naturæ*ren lehen edizioan, *Animalia* erresumaren barruan, *Quadrupedia* klasea ('lau hankakoak') ezarri zuen, izena Aristotelesengandik harturik, eta, horren barruan, *Anthropomorpha* ordena ('giza itxurakoak'), izena John Rayrengandik harturik. Ordenak hiru genero biltzen zituen, *Homo* eta *Simia* haien artean. 1758an, liburu beraren hamargarren edizio ospetsuan, *Mammalia*



3. Gizaide-espezieak, Lineoren ustez (*Anthropomorpha*, 1760). Ezkerretik eskuinera: emakume bilodun desitxuratua; babuino sakratu zutitu eta gizatiartua; txinpantzearen, bonoboaren eta orangutanen arteko nahasketa; eta, zuzena den bakarra, Borneoko orangutana.

da, esan bezala, espezie bakar batean bildu zituelako hezur-haragizko gizaki guztiak. Lineoren ondoren bizi izan ziren egile anitzek espezie batzuetan banatu zituzten. Are urrunago joan ziren Ernst Haeckel 1889an eta Giuseppe Sergi 1911n, espezie batzuetan ez ezik genero batzuetan ere sailkatu baitzituzten. Haeckelen kasua bereziki deigarria da, goi-mailako zientzialaria izan zelako. Harexek

('ugaztunak') birbataiatu zuen klasea eta *Primates* ('lehenak' Naturaren izakien hierarkian) ordena. Biek, oso aldaturik, indarrean dira. Izan ere, espezie anitz atzeman dira hiru mende honetan. Gainera, azken hamarkadetan, iraultza bat gertatu da organismoen sailkapenean, ikerketa molekularrak direla medio. Horien ondorioz, taxonomiak kladistikaren arauetara egokitu behar izan du eta espe-

zieak ugaldtu egin dira. Lineoren garaian ez bezala, orain espezieak ez dira ageriko ezaugarrien arabera sailkatzen, haien arteko harreman genetikoaren arabera baizik. Zehazki, *Homo sapiens* delakoaz gain, suediarrek 32 primate-espezie deskribatu zituen zuzentasunez, 2016 arte aitorturiko 505en artetik. Dena dela, saguzarrak eta kolugoak, hark ordena horretan jarri zituenak, ez dira primateak (nagiak antropomorfoak ez diren bezala). Azaldu denez, beste zenbait espezie haren buru sineskorrean eta harena bezalakoaetan baizik ez dira existitu. Orobat, haren garaiko ikertzaile gehienek antzera, ez zituen orangutanak eta txinpantzea (eta bonoboa) bereizi. Bitxitasun gisa, gehituko dut Henri-Marie Ducrotay de Blainville frantses zoologoak, Lineoren imitatzailea zenak, ugaztun-ordenak multzokatze-ko *Secundates*, *Tertiates* eta *Quaternates* kategoriak sortu zituela 1839an. Erran gabe doa ez zuela inolako arrakastarik ukan.

Lineok ez zizkien latinezko izen bikunak animalei eta landareei bakarrik aplikatu. Onddoekin eta organismo mikroskopiko batzuekin ere saiatu zen. Haiendako guztiendako, duda-mudatan, *Regnum Neutrum* edo *Regnum Chaoticum* iradoki zuen 1767an. Gehienak *Fungi* erresuman sartu zituen Robert Whittakerek 1959an. Oihartzun bat ere izan ez zuen arren, *Lapides* edo 'harri'-ekin ere erabili zituen Lineok izen bikunak, haren iritziz, Naturaren hirugarren erresuma osatzen dutelako. Sailkapeneko obsesioaren adierazgarri, beste anitz kontutarako ere eratu zituen taxonak, hala nola sendagai, eritasun eta elikagaietarako. Horiek izen bikunik gabe, baina betiere latinez.

Biologian izaniko iraultzaren ondorioz, Lineoren sistema osoa kordokatu egin zen. 1990ean Carl Woese, Otto Kandler eta Mark Wheelis mikrobiologoek hiru *regio* edo 'domeinu' eraiki zituzten ohiko erresumen gainean. Landareak, animaliak, protistoak eta onddoak, zelula-nukleoa daukatenak, *Eukaryota* domeinuan kokatu zituzten, Édouard Chattonen

1925ean plazaraturiko kontzeptua berreskuraturik. Gero protistoak supertalde batzuetan banatu ziren. Beste bi domeinuak, zelula-nukleorik ez daukate-nez osatuak, hauexek dira: *Bacteria*, Herbert Copelandek 1938an erresuma gisa antolatu zuena, eta *Archaea*, Woesek berak eta George Edward Foxek 1977an deskribatu zituzten organismoak biltzen dituenak. Mikroskopikoak izanik ere, arkeoak hurbilago daude eukariotoengandik bakterioengandik baino. Hiru *regio*etan latinezko izen bikunak erabiltzen segitzen da. Izaki bizidun guztiak taxon bakar batean batzeko Lee Barker Waltonek *Bionta* terminoa proposatu zuen 1930ean.

Kritikak gorabehera, Lineoren taxonomia antidoto bat izan liteke gure zibilizazioaren antropozentris- moaren kontra. Azken batean, haren antolakuntzan, *Imperium Naturæ*ko milioika espezieetako bat besterik ez da *Homo sapiens*. Izan ere, *homo* ('gizakia') eta *humilis* ('apala') hitzek jatorri bera dute, biak **dhghem-* ('lurra') aitzinindoeuropearazko erro- tik baitatoz. 'Gizon' hitzari dagokionez, aitzineuskarazko **zoni* eta gaurko euskarako 'zohi' hitzei loturik egon liteke. Hori horrela, 'gizakia'k euskaraz eta *humano/ human/uman-ek* gure erdaretan 'Lurreko bizilaguna' besterik ez dute esan nahi, planeta osoa baita Giza Herria, beste bionteekin partekatzen duguna. ●

ESKERTZEKOAK

Gunnar Brober zena (Lunds universitet, Suedia), Raymond Corbey (Universiteit Leiden, Herbehereak), Aulus Gratius Avitus (Schola Latina Universalis, Erresuma Batua) eta Colin Groves zena (National University, Australia).



Bibliografia, webgunean

2024ko kultur emariari begira

18 sortzaileren gogoeta:

Irati Jimenez, Benizze, Irati Elorrieta, Axi,
Ametz Aranguren, Joseba Larratxe, Garazi Ansa...



Egin zaitez Jakinkide

Jakin — dabilen
pentsamendua



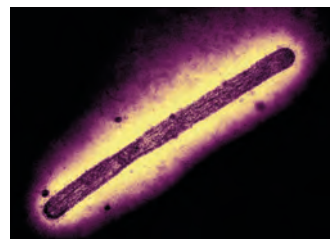
Jarraitu gurekin zientzia eta teknologiaren berriei, sarean aldizkaria.elhuyar.eus



ARG.: Artxibokoa



ARG.: Ane Paniagua Gonzalez de Txabarri



ARG.: NIAID/CC BY 2.0.

ALBISTEAK

Europar gehienek zientzia onuragarria dela uste dute

Europako herritar gehienek zientzia onuragarria dela aitortzen dute, Europako herritarrek zientziaz eta teknologiaz dituzten ezagutzez eta jarrez Eurobarometroak egindako azken inkestaren arabera. Horrekin batera, baina, onura horiek modu bidezkoagoan banatzea nahi dute, eta zuhur agertzen dira, zientziak eta teknologiak eragin kaltegarriak ere izan ditzaketelakoan (...).

EKINEAN

“Aukera izan dut nire eremutik atera eta gauza berriak ikasteko”

Ane Paniagua Gonzalez de Txabarri Adimen Artifizialeko gradua egiten ari da EHUUn. Gehiengoak bezala, unibertsitateko ikasketak aukeratzean, ez zeukan oso garbi zer egin nahi zuen: “Ate irekien jardunaldian, informatika eta beste ingeniariaritzak batzuk erakarrira joan nintzen. Han jakin nuen adimen artifizialeko gradua zegoela, eta, artean ez nekien arren zer zen, horren alde egin nuen”. Eta, aitortu duenez, asmatu egin zuen (...).

ALBISTEAK

H5N1 birusak hainbat mutazio behar ditu pandemia bat sortzeko

Zenbait komunikabideren izenburuek kontrakoa adierazi bazuten ere, H5N1 birusak mutazio bat baino gehiago beharko luke gizakietan pandemia bat eragiteko gai izateko. Horixe argitu dute Ignacio López-Goñi mikrobiologiako katedradunak eta Elisa Pérez Ramírez biologoak *The Conversation* agerkarian (...).

Ekainera arte



aldizkaria.elhuyar.eus



@ElhuyarZientzia



t.me/ElhuyarZientzia

Zer eta nor

elhuyar
ezagutuz aldatzea

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

Zuzendariak:

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

Publizitate-arduraduna:

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

Hizkuntza-arduraduna:

Elhuyar.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Iñaki Aguirrezabal Bazterrika, Eider Aldalur Urresti,
Leyre Echeazarra Escudero, Oier Lakuntza Irigoien,
Igor Leturia Azkarate, Manu Ortega Santos, Elixabete
Rezabal Astigarraga, Xabier Zabaltza Pérez-Nievas.

Azaleko argazkia:

Eñaut Izagirre Estibaritz.

Jatorrizko diseinua:

Eragin.com

Diseinua eta maketa:

Virginia Larrarte Neira.

Harpidetzak:

Virginia Larrarte Neira (harpidetza@elhuyar.eus).

Inprimatzailea:

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



Banatzailea:

Elkar.

Harpidetza paperean eta edizio digitala:

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

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2603-6614

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

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

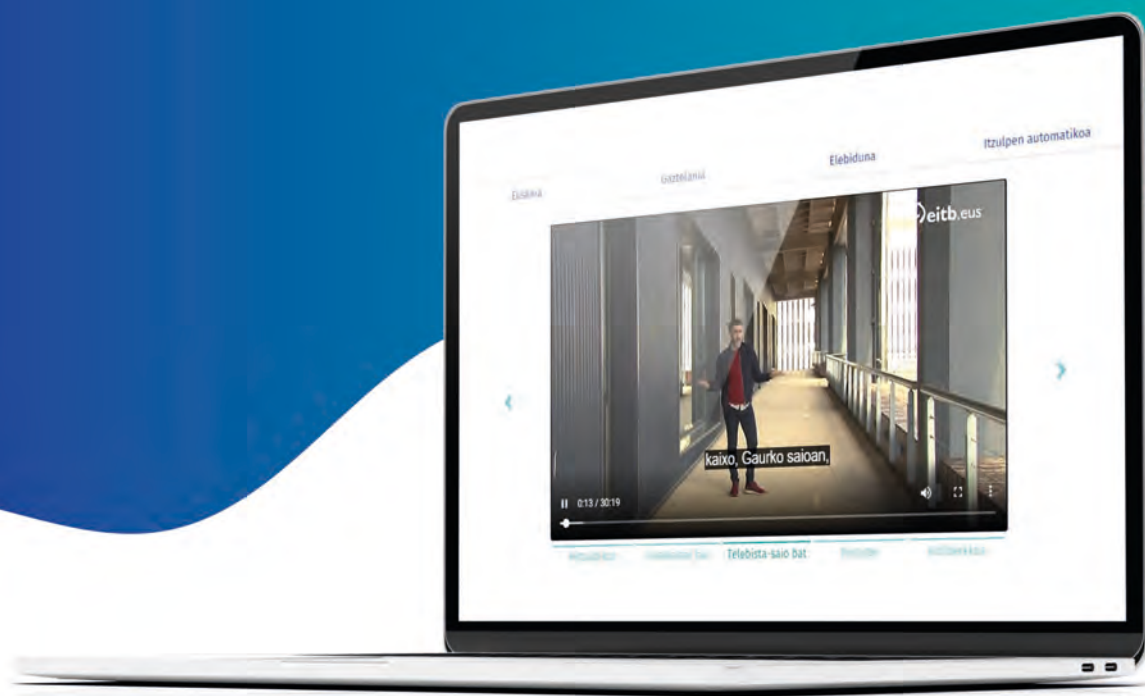
Babeslea:



Audio eta bideoen transkripzio eta azpitituluak

aditu.eus

automatikoki eta minutu gutxian
6 hizkuntzatan



Editatzeko aukera
Itzultzeko aukera

aditu
elhuyar

**Bizitza osoan zehar,
etengabeko prozesua
da ikaskuntza.
Izan zeure burua
beti zabalik.**

Albert Einstein



ikas@elkar@ikas@elkar.eus | 943 22 58 76

- ▶ Doako aholkularitza pertsonalizatua
- ▶ Euskararen eta euskal kulturaren transmisioa
- ▶ Euskal Herriko ikastetxeetan erabilienna

ikas@elkar

Hezkuntza dugu pasio