

elhuyar

361 zk. | 2026ko martxoa

7,50 euro

Elkarrizketa

**Nerea Ezeiza
Ramos**

EHUko Informatika
Fakultateko dekanoa

Listuaren analisia,
gaitzak aurreratzeko

Datu-zentroak: hodei ilunak lur gainean





Elhuyar aldizkaria jakin-minak ez baitu mugarik

.....
Harpidetu zaitez!



Emakume izateagatik

Ben Barres neurozientzialari estatubatuarra (1954-2017) bere herrialdeko lehen zientzialari trans ezaguna izan zen. Jaiotzean, Barbara deitu zioten, eta emakume gisa bizi izan zen 2013ra arte. Orduan, Ben izena hartu zuen.

Barbara izena zuenean, bere kide gizonezkoek baino oztopo handiagoak aurkitu zituen ibilbide zientifikoan. Adibidez, behin, beka baterako lehiatu zen kide gizon cis baten aurka, eta, nahiz eta ordurako 6 artikulua zeuzkan argitaratuta, eta gizon hark bakar bat baino ez, gizonari eman zioten beka.

Zientzian ere gailentzen den sexismoaren ebidentzia argiena, hala ere, Ben izenez lanean ari zela jaso zuen. Mintegi batean, hitzaldia ematea egokitu zitzaion, eta, bukatu ondoren, halaxe esan zuen entzule batek: "Hitzaldi bikaina eman du Benek; haren lana arreba Barbararena baino askoz ere hobea da". Diferentzia bakarra zegoen Ben eta Barbararen artean: lehena gizontzat zeukaten, eta horren arabera baloratzen zuten; eta bestea emakumetzat, eta, emakume izate hutsagatik, okerragoa zela iruditzen zitzaion.

Ben Barresek beti egin zien aurre zientzian sexu- eta genero-alborapenak daudela ukatzen zutenei, eta lan eskerga egin zuen alborapen horiek salatzeke eta eraisteko. Sexu eta generoaren inguruko ez ezik etniaren inguruko, maila sozialaren inguruko, jatorriaren inguruko edo beste edozein ezaugarriaren inguruko gutxietsia izateko arriskua zutenen integrazioa bultzatu zuen, dibertsitatearen aldeko berariazko neurriak ezarritik.

Alabaina, pertsona bakar bat, denik eta eredu garria izanik ere, ez da nahikoa mende mende eraiki eta sendotu diren praktikak eta pentsaerak ezabatzeke. Horregatik dira oraindik hain beharrezkoak Emakume eta Neska Zientzialarien Nazioarteko Egunak (otsailak 11) eta hari lotutako ekimenak.

Aurten, otsailaren 11n, manifestu bat argitaratu du Emakumeak Zientzian aliantzak, desberdinkeriei ikuspegi intersektionaletik eta sustraitik heltzeko konpromiso irmoa adieraziz. Barruko orrietan duzu irakurgai. Elhuyarrek bat egin du manifestuarekin, eta zu ere, irakurle, batzera gonbidatzen zaitugu. ●

ELKARRIZKETA

Nerea Ezeiza Ramos

EHUKO INFORMATIKA FAKULTATEKO
DEKANOA



Ezeiza duela gutxi izen-
datu zuten EHUKo In-
formatika Fakultateko
dekano, eta, justu, orain
egin ditu 50 urte Infor-
matika Fakultateak. Une
aproposa da, beraz, haren
ibilbideari eta Informatika
Fakultatearen bilakaera-
ri begiratzeko. Hala ere,
iraganari baino gehiago
begiratu dio orainari eta
etorkizunari.



Listuaren analisisa, gaitzak auresateko

46

EHUKo ikertzaileek frogatu dute
listua aproposa dela hainbat gai-
xotasun konplexu izateko arris-
kua detektatzeko eta neurtzeko.
Hala, listutik eratorritako datu
genetikoen base publiko handie-
na garatu dute, eta edozein iker-
tzaileren eskura jarri dute.

52



Datu-zentroak: hodei ilunak lur gainean

Adimen artifizialaren eta datuen hazkunde azkarrak az-
piegitura erraldoiak bultzatu ditu, ur- eta energia-eskari
ikaragarriak dituztenak. Hodeia asko ari da hazten, eta gero
eta itzal luzeagoa egiten ari da ingurumenari eta gizarteari.

04 IKUSMIRAN
Txikia ikusgarri

14 *Emakumeak Zientzian
Manifestua*

16 ALBISTEAK

28 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Itxaro Latasa Zaballos

30 ANALISIAK
FemSTEM

36 ELKARRIZKETA
Nerea Ezeiza Ramos

44 ERREPORTAJEA
*Sapiensen gertuko
arbaso baten fosilak
aurkitu dituzte Marokon*

46 ERREPORTAJEA
*Listuaren analisia,
gaitzak auresateko*

52 ERREPORTAJEA
*Datu-zentroak:
hodei ilunak lur gainean*

60 MUNDU DIGITALA
*Txatbotei jakintza
eguneratu eta
pertsonalizatua ematen,
RAG teknika*

64 ISTORIOAK
Edinburgoko zazpiak

68 EKINEAN
Irati Mitxelena Balerdi

70 GAI LIBREAN
*Linea elektrikoko
komunikazioak:
behe-tentsioko sare
elektrikoen kontrolaren
bizkarrezurra*

76 GAI LIBREAN
Araua eta argia

80 GAI LIBREAN
*EHUko medikuntza
eta zientzia historiaren
museoa: Ikerketagune*

Txikia ikusgarri

Nikon Small World 2025

Arrozaren gurgurio bat, hegoak zabalik, arroz-ale baten gainean. Argazki honekin irabazi zuen Zhang You-k [Nikon Small World](#) fotomikrografia-lehiaketaren 51. edizioa.

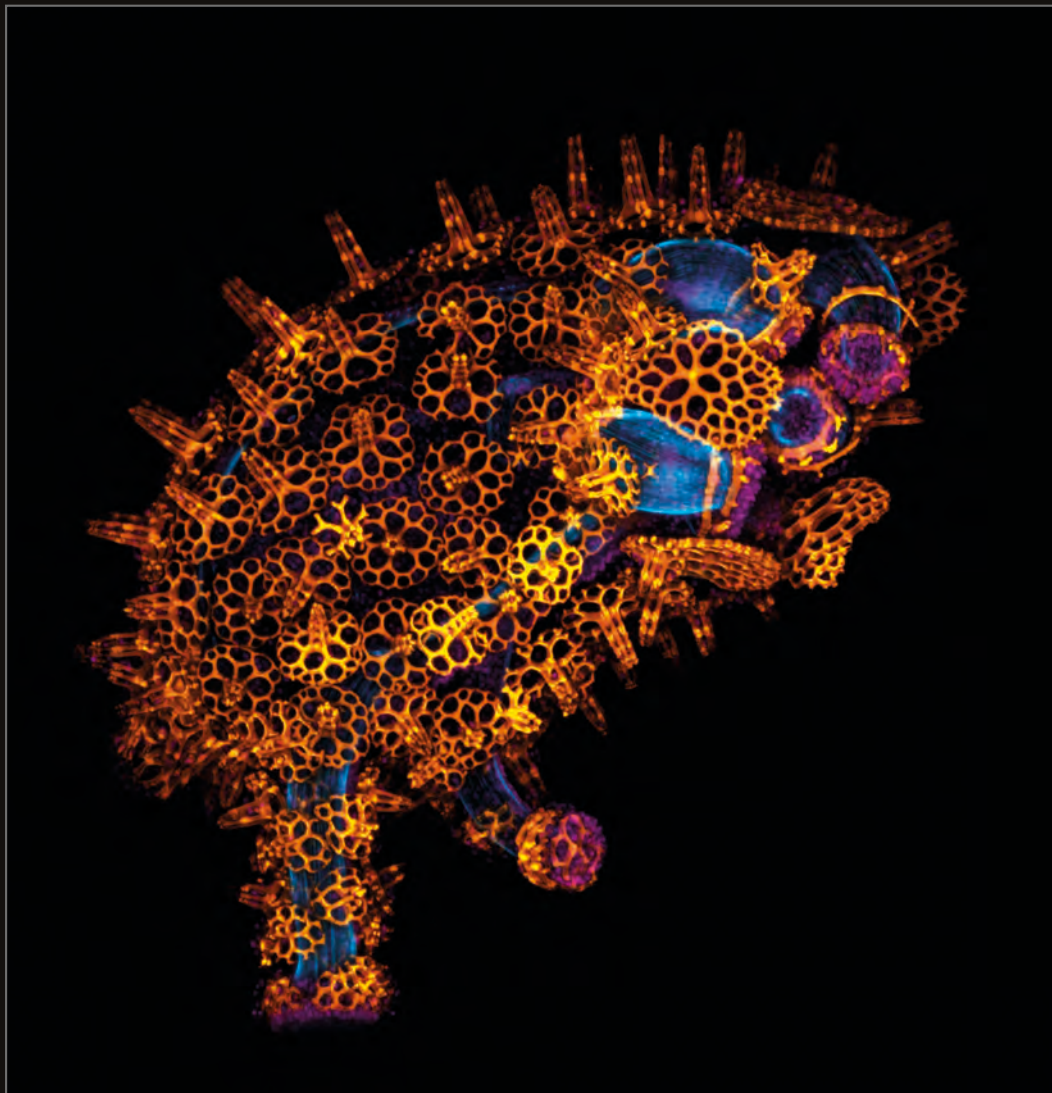
Entomologoa da Zhang You, eta urteak daramatza intsektuen ekologia eta portaera argazkitan jasotzen. Argazki honen kasuan, Youk aitortu zuen eskarmentuaz gain zortea ere lagun izan zuela: “Lehenago ere ikusiak nituen arrozaren gurgurioak, baina sekula ez hegoak zabalduta. Hau leiho-ertz batean topatu nuen, naturalki kontserbatuta, ihes egiteko azken ahaleaginean gelditua, agian”.

Irabazleaz gain, [beste 70 irudi](#) ere nabarmendu zituen epaimahaiak. Hurrengo orrietan daude haie-tako batzuk.





Arrozaren gurgurio bat,
hegoak zabalik,
arroz-ale baten gainean.
ARG.: Zhang You (Txina).



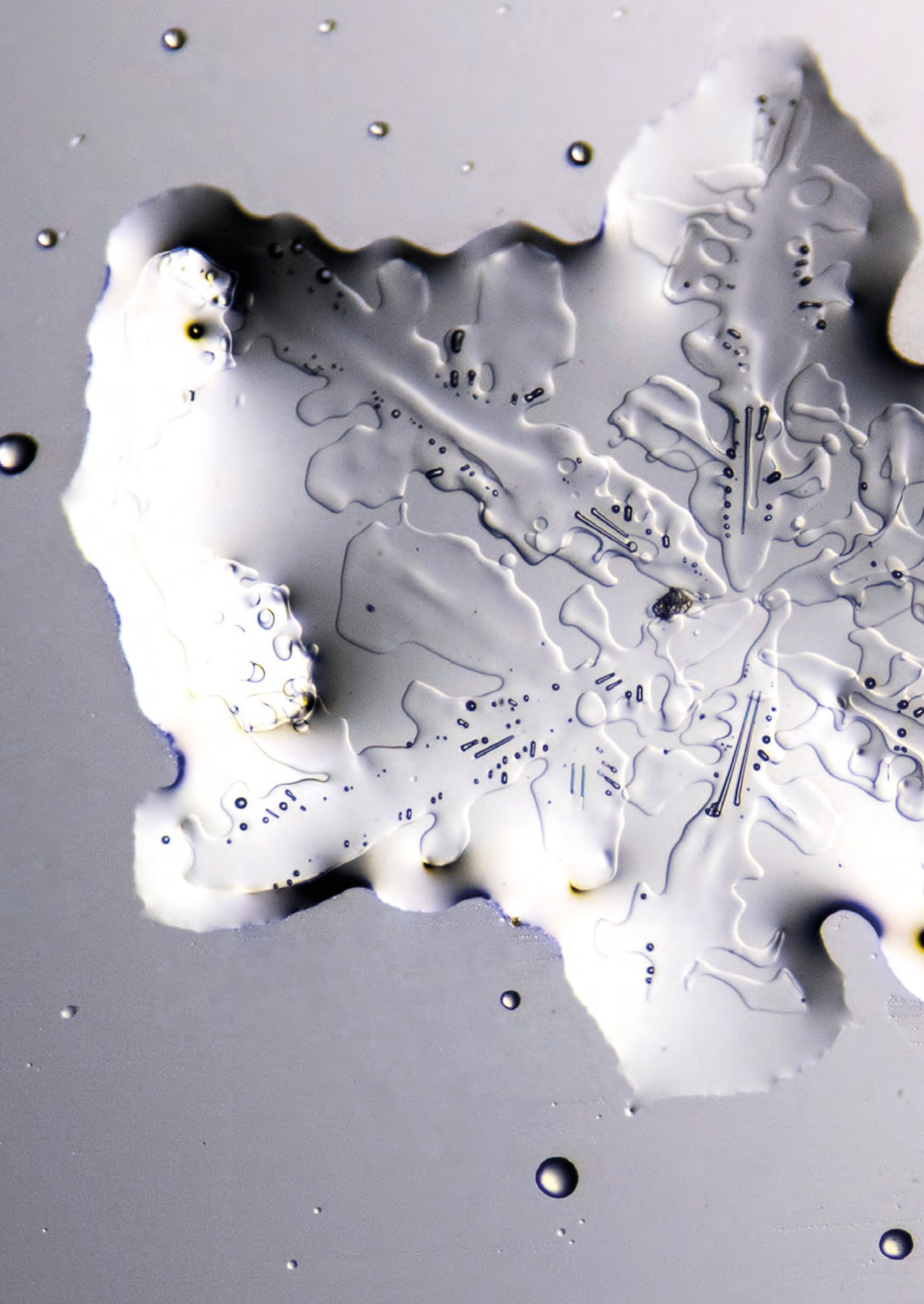
Itsas luzoker gazte baten eskeletoa.

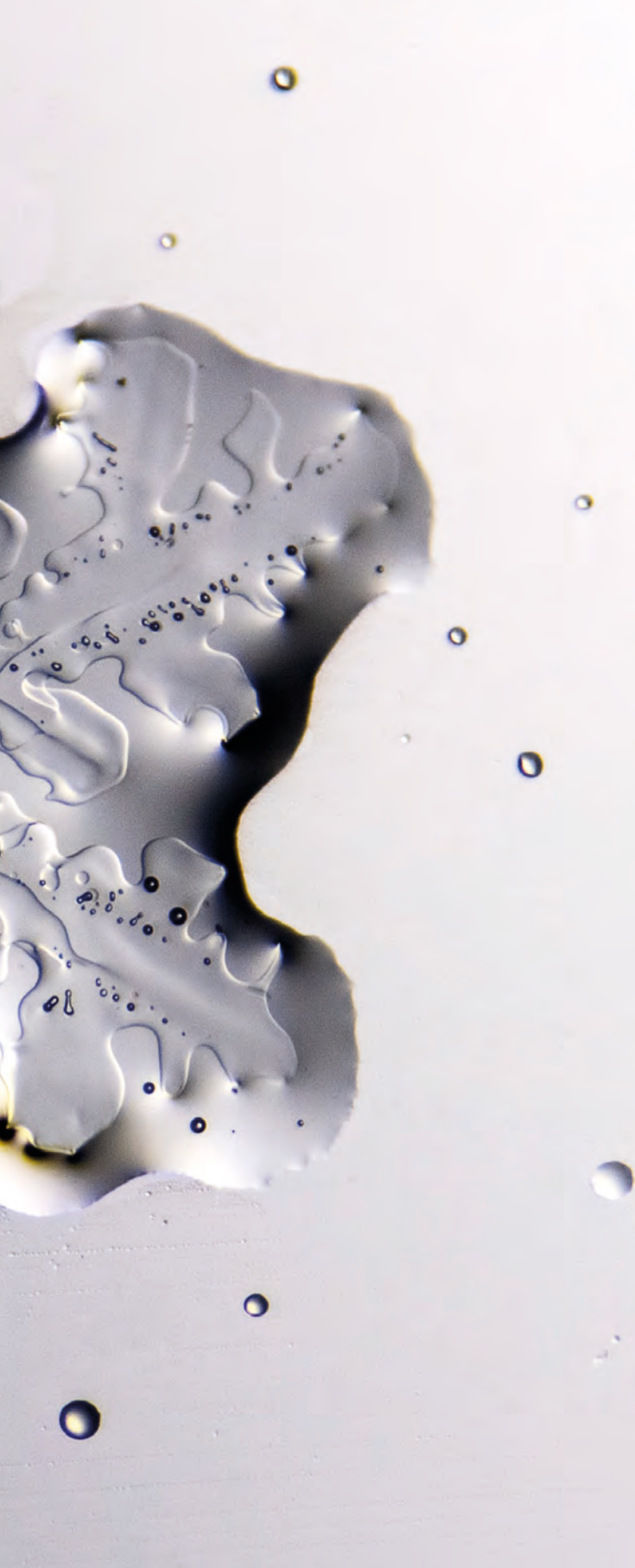
ARG.: Laurent Formery (AEB).

Herensuge urdina izenez ezagutzen den
itsas barea (*Glaucus atlanticus*).

ARG.: Solvin Zankl (Alemania).

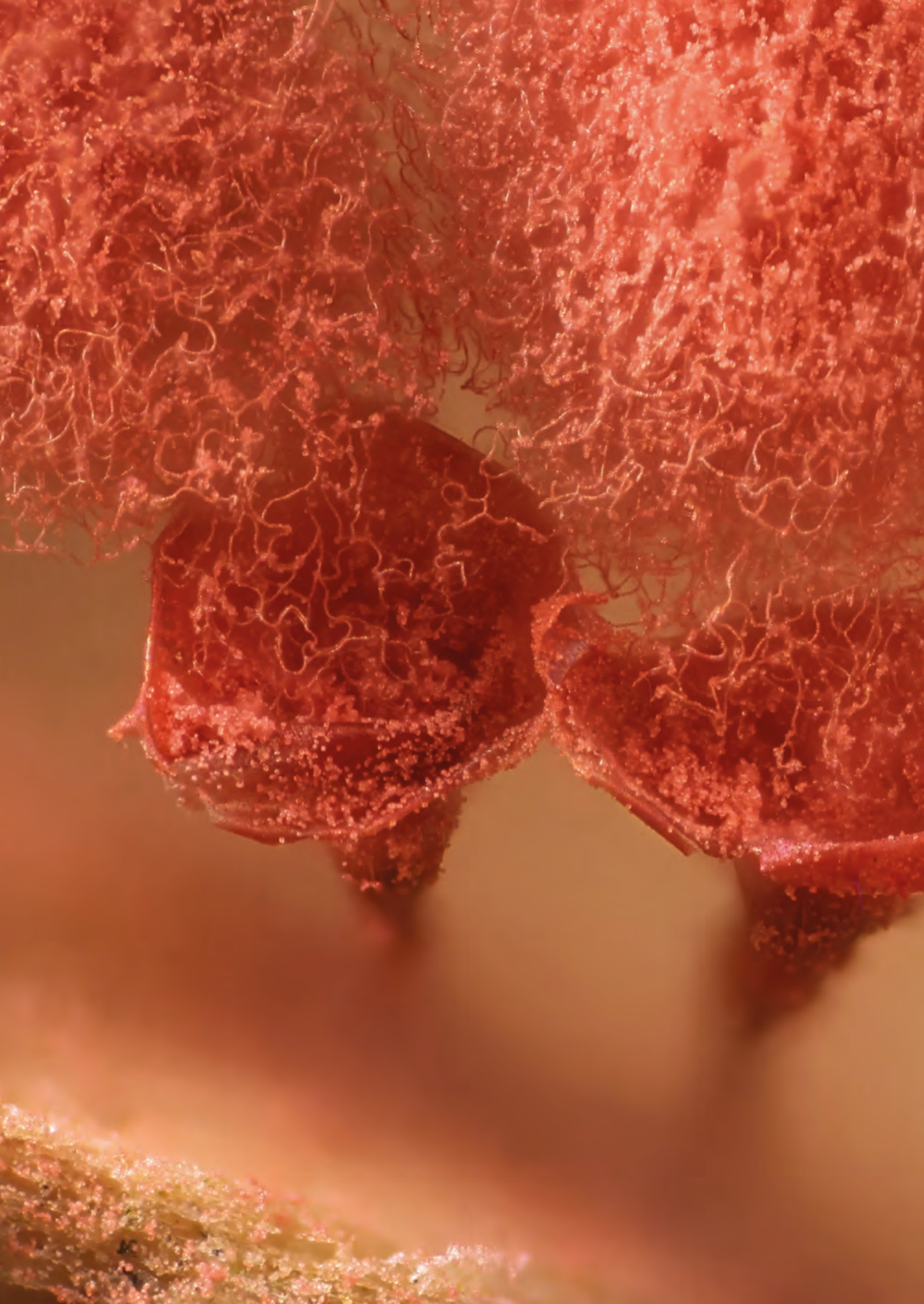






Elur-maluta, urtzen.

ARG.: Michael Robert Peres (AEB).





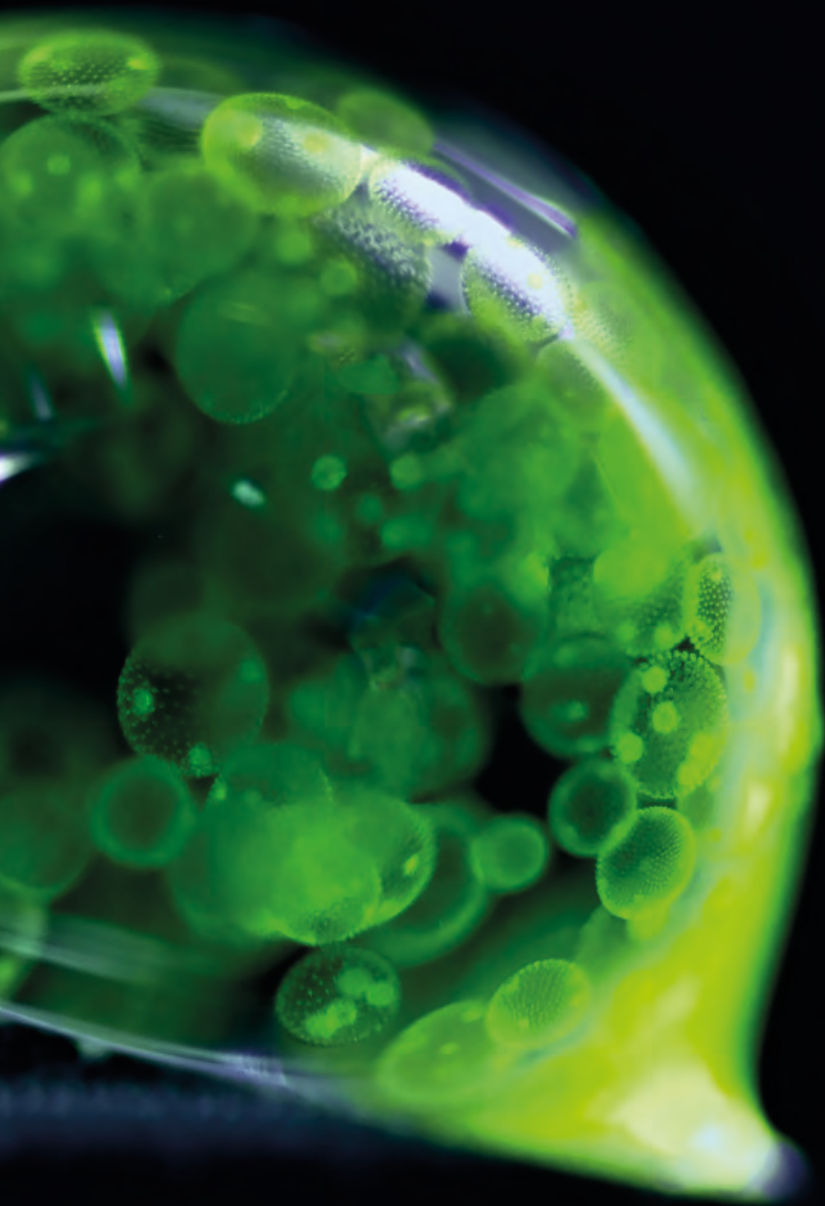
Onddo lirdingatsu bat
(*Arcyria major*),
esporak askatzen.
ARG.: Henri Koskinen (Finlandia)

Alga-koloniak (*Volvox*)

ur-tanta batean.

ARG.: Jan Rosenboom (Alemania).





Emakumeak Zientzian

Manifestua

Etorkizuneko zientzia inspiratzeko ekintzak

Emakumeak Zientzianeko kideek ekintza-plana aurkeztu zuten otsailaren 11n; alegia, Neska eta Emakume eta Zientzialarien Nazioarteko Egunean. Haien esanetan, dokumentuak desberdintasunei ikuspegi interseksionaletik eta sustraitik heltzeko konpromisoa adierazten du. Halaber, baieztatu dute, etorkizun zientifiko eta teknologiko bidezkoago bat finkatu asmoz, aktiboki lan egingo dutela emakume zientzialarien ikusgarritasuna handitzean, zientziaren demokratizazioaren alde eta lan-ingurune berdinzaleen eta erantzukideen eraikuntzan.

Elhuyar Emakumeak Zientzianen kide da, eta, beraz, guztiz bat egiten du ekintza-planarekin.

- **Emakumeen eta kolektibo azpi-ordezkatuen (klasea, generoa, etnia, jatorria, diziplinak...) erabateko parte-hartzea bultzatu nahi dugu** zientzian, gizarte osoa ordezkatu eta baliatuko duen zientzia berdinzaleagoaren alde eginez.
- **Fokua jartzen dugu nesken STEAM bokazioen sustapenean, eta azpi-ordezkatutako emakume zientzialariak eta kolektiboak ikuspegi interseksional batetik ikusaraztean.** Horretarako, sentsibilizazio goiztiarretik jarduten gara, estereotipoak apurtzeko eta lanbide-hautu libre eta anbiziotsuak sustatzeko.
- **Zientzia eta kultura zientifikoa modu inklusibo eta berdinzalean hurbildu nahi ditugu** gizartera, haren demokratizazioa sustatuz. Ezagutza zientifikoa modu ulergarri eta zorrotzean hedatzen dugu, emakume zientzialarien lana eta ekarpena ikusaraziz eta herritarren partaidetza aktiboa bultzatuz beren aniztasun osoan.
- **STEAM ereduak besarkatzen dugu.** Zientzia bere eremu zabalenean ulertzen dugu eta humanitatekin eta artearekin uztartzen dugu, diziplinen arteko hormak eraitsiz.

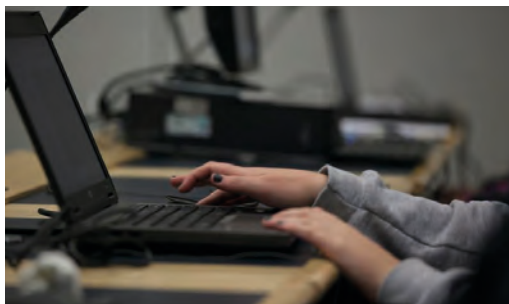


- **Ibilbide profesional inklusiboak eta jasagarriak sustatu nahi ditugu.** Ibilbide profesional inklusiboak sustatzeko lan egiten dugu, lan-ingurune osasungarriak exijituz eta bizitza-erritmo jasagarriak sustatuz, eremu profesionalean zein pertsonalean.
- **Egiturazko aldaketen alde gaude.** Behar diren eztabaidak bultzatuko ditugu horretarako bide-orria zehazteko, eta gure erakundeetan berdintasunerako eta aniztasunerako benetako aldaketak ezarriko ditugu.
- **Produktibitatearen gainetik egindako ekarpena saritzen duen ebaluazio-sistema batean sinesten dugu.** Benetako eragina neurtuko duen ebaluazio zientifikoko sistema baten alde borrokatzen dugu, kalitatea zein lankidetzaren balioetsiko dituen.
- **Berdintasunaren instrumentalizaziotik eta partaidetza sinboliko hutsaletik aldentzen gara.** Konpromiso erreal eta eraldatzailea defendatzen dugu gure sarearen balioekin.
- **Elkarlanerako eta elkar-zaintzako sarea ehuntzen dugu.** Gure komunitatean barne eta kanpo lankidetzaren eta entzutea sustatzen dugu, sarea esperientziak partekatze, lidergo kolektiboa bultzatzeko eta egiturazko aldaketak sortzeko espazio seguru eta funtsezko gisa ulertzen dugu.

Manifestu hau Emakumeak Zientzian aliantzaren barruan hartzen dugun konpromiso etikoa da. Etor-kizuneko zientzia elkarrekin eraikitze 9 ekintza hauetan gurekin lan egitera gonbidatu nahi ditugu erakunde eta instituzioak. ●

Emakumeek gutxiago erabiltzen dute AA, ardura etiko eta ekosozialengatik

Zenbait ikerketak erakutsi dute genero-arrakala dagoela adimen artifizial sortzailearen erabileran: oro har, emakumeek gizonak baino % 20 gutxiago erabiltzen dituzte txatbotak eta halako tresnak. Iaz, Harvard Unibertsitateko HBS fakultateak argitaratutako lan batean, gaiari buruz mundu osoan egindako 18 ikerketa aztertu zituzten. Guztira, 140.000 pertsonaren datuak zeuden, arlo guztietakoak: ikertzaileak, ikasleak, profesionalak... Eta baieztatu zuten arrakala unibertsala zela. Horrez gain, ondorioztatu zuten arrazoiak, batez ere, sozialak, etikoak eta moralak zirela, eta ez zutela hainbesteko erlaziorik eskuragarritasunarekin edo ezagutzarekin, adibidez.



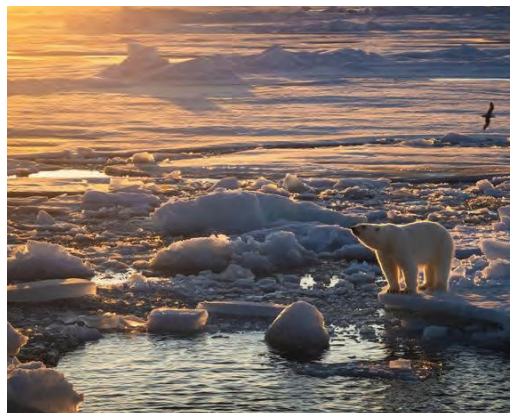
Pertsona bat, ordenagailua erabiltzen. ARG.: U.S. Mission Geneva/Eric Bridiers/CC BY-ND 2.0.

Orain, Erresuma Batuan Harvardeko Unibertsitateko ikertzaileen gidaritzapean egindako beste ikerketa batean, berretsi dute ezen, ez bakarrik genero-arrakala dagoela, baizik eta generoen arteko diferentziaren % 9-18 gai hauekiko duten pertzepzioaren ondorio dela: osasun mentala, pribatutasuna, klima- eta ingurumen-inpaktua, eta lan-merkatuan duen eragina. Hain zuzen, emakumeek joera handiagoa dute alderdi horietaz arduratzeko, eta horrek eramaten ditu AAKo tresnak gutxiago erabiltzera. Azpimarratzekoa da gazteenen artean dagoen arrakala. ●

Hartz zuriak hobera egin du

Norvegiako Svalbard uhartean bizi diren hartz zuriak azken urteotako egoera fisikorik onenean daudela argitaratu du *Scientific Reports* aldizkari zientifikoa. 2000. urteaz geroztik urtetik urtera izotzik gabeko lau egun gehiago badituzte ere, itsasoko izotzaren maila murriztu ahala, hartz zuri helduek gantz-erreserba handiagoa dute, behatutakoaren arabera.

Ikertzaileek uste dute gantz gehiago izateak hainbat arrazoi izan ditzakeela: besteak beste, aurretik gizakiek ehizatzen zituzten mortsen populazioak errekupekatzen hasi izana, edo itsas txakurrak izoztuta dauden gero eta eremu txikiagoetan kontzentratu izana, hartzen ehiza-eraginkortasuna hobetzea eragin baitute bi egoerek. ●



ARG.: Trine Lise Sviggum Helgerud/Norwegian Polar Institute.

Saguetan pankreako tumoreak erabat desagerraraztea lortu dute

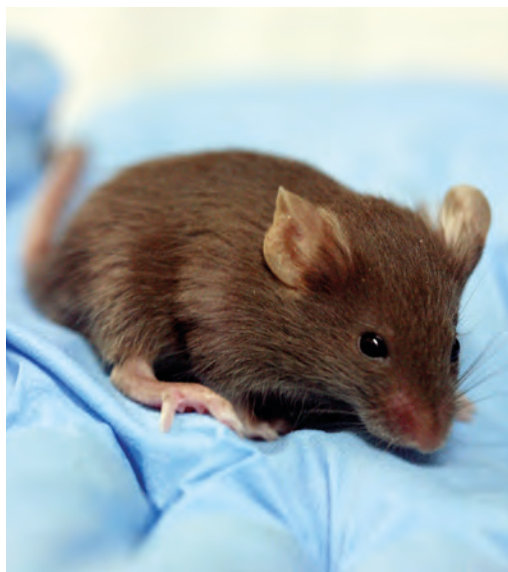
Hiru farmako konbinatuta pankreako minbizia sendatzea lortu dute saguetan. Estrategia horrekin lortu dute egungo tratamenduen oztopo handiena gainditzea: tumoreak tratamenduarekiko erresistentzia garatzea. Inoizko emaitzarik onenak lortu dituzte, baina ikertzaileek argi utzi dute terapia oraindik ez dagoela prest saio klinikoetarako.

Pankreako minbizia da pronostikorik okerrenetakoa duen tumoreetako bat. Bost urteren buruan bizirik jarraitzen dutenen ehunekoa % 10etik beherakoa da (Espainian). Azken urteotan, KRAS genea jomuga duten farmakoak aurrerapauso garrantzitsua izan dira. Izan ere, gene hori mutaturik dago pankreako minbizia duten pertsonen % 90ean. Hala ere, farmako horien eragina mugatua da, tumoreak azkar garatzen baititu erresistentziak: beste bide batzuk aktibatzen ditu, eta tratamenduari ihes egiten dio.

Espainiako Ikerketa Onkologikoen Zentro Nazionalako ikertzaileek arazo horri heldu diote. Horretarako, estrategia moldatu dute: KRAS onkogenearen seinaleztapen-bidea puntu bakar batean blokeatu beharrean, hiru puntutan blokeatu dute aldi berean. Hala, saguetan seinaleztapen-bide horretako hiru molekula giltzarri genetikoki ezabatu dituztenean, tumoreak erabat desagertu dira, eta ez dira berriro agertu.

Estrategia bera farmakoen bidez aplikatzeko, ikertzaileek hiru tratamenduren konbinazioa erabili dute: KRASen inhibitzaile esperimental bat, beste

minbizi-mota batzuetan erabiltzen den farmako bat, eta proteinen degradazioa eragiten duen konposatu bat. Terapia hori pankreako minbiziaren hiru sagu-eredutan probatu dute, eta guztietan lortu da tumoreen atzerakada nabarmena eta iraunkorra, toxikotasun nabarmenik eragin gabe. *PNAS* aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak.



ARG.: Rama/CC-BY-SA.

Egileek azpimarratu dute emaitzak oso itxaropentsuak direla baina zuhurtziaz jokatzeko garaia dela oraindik. Terapia hirukoitz hori ezin da berehala eraman saiakuntza klinikoetara, eta urrats ugari egin beharko dira dosiak, segurtasuna eta eraginkortasuna gizakietara egokitzeko. ●

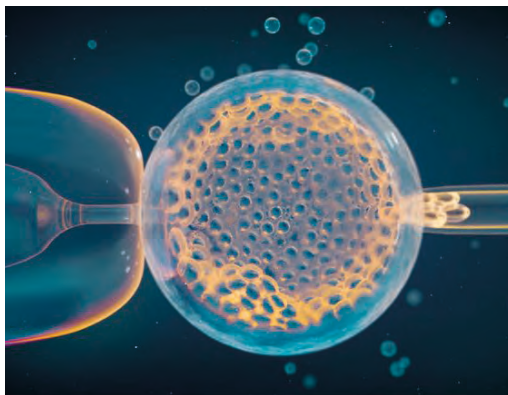
Haurdunaldiak aurrera ez egiteko arriskuarekin lotutako aldaera genetiko batzuk identifikatu dituzte

Ohiko aldaera genetiko batzuek haurdunaldiak aurrera ez egiteko arriskuarekin lotura dutela aurkitu dute. Aldaera horiek kromosoma-kopuru handiegia edo txikiegia izateko arriskuari eragiten diote. Edonola ere, ikertzaileek argitu dute ezin dela zehaztasunez aurreikusi norbanakoen arriskua, eta faktore garrantzitsuenak adina eta ingurumen-faktoreak direla oraindik ere.

Diagnostikatutako haurdunaldien % 15 inguru berezko abortuan amaitzen dira, eta beste asko oso fase goiztiarrean eteten dira eta ez dira detektatzen ere iristen. Horren arrazoi ohikoena enbrioien zeluletan kromosoma gehiegi edo gutxiegi egotea izaten da, aneuploidia esaten zaiona.

Horretan faktore genetikoek duten eragina ikertzeko, in vitro ernalketaren bidez sortutako 139.000 enbrioien datuak gurasoen datu genetikoekin alderatu zituzten ikertzaileek. Horrela [ikusi dute](#) amaren zenbait aldaera genetikoekin lotura dutela aneuploidia-arriskuarekin. Aldaera horietako asko meiosisarekin lotuta daude, obulu eta espermatozoideetan kromosoma-kopurua erdira jaisteko funtsezkoa den zelulen banaketa-prozesuarekin, alegia.

Emakumeen kasuan, meiosis jaio aurretik hasten da, fetuaren garapenean. Baina gero gelditu egiten da, obulazioa gertatu arte. Itxaronaldi luze horretan arazoak sor daitezke kromosomak lotuta mantentzen dituzten mekanismoetan. Lotura horrek huts



In vitro ernalketaren bidez sortutako enbrioien datu genetikoekin egin dute ikerketa. ARG.: Thom Leach, Amoeba Studios.

egiten badu, kromosomak behar baino lehena-go bereizi daitezke, eta, meiosis berriz hastean, kromosoma-kopuru desegokia duten obuluak sor daitezke. Bada, abortuarekin lotura dutela ikusi duten aldaera genetiko asko zuzenean lotuta daude mekanismo horiekin.

Dena den, egileek azpimarratu dutenez, berezko abortuarekin lotutako geneak identifikatu badira ere, oraindik zaila da norbanakoaren arriskua aurreikustea. Izan ere, aldaera genetiko bakoitzak oso eragin txikia du bestelako faktoreekin alderatuta, hala nola gurasoen adina edo bestelako ingurune-faktoreak. Hala ere, uste dute aurkikuntzak balio lezakeela etorkizunean tratamenduak garatzeko. ●

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

Irakurri eta babestu BERRIA

Urteko ekarpena

100€

(0,27 euro egunean)

Gazteen* ekarpena

30€

(*) 30 urtetik beherakoak

Ekarpen berezia

120€

aukeratu zenbatekoa
(urtean 120 € edo gehiago)



Prototaxites fosilak ez ziren onddoak, bestelako organismoak baizik

1850ean, enbor-itxurako fosil batzuk aurkitu zituzten Kanadan. Hasiera batean, uste izan zuten koniferoen enborrak zirela. Gerora, ordea, proposatu zuten onddoak izan zitezkeela.



Irudikapen artistikoa. Egilea: M. Humpage, Northern Rogue Studios.

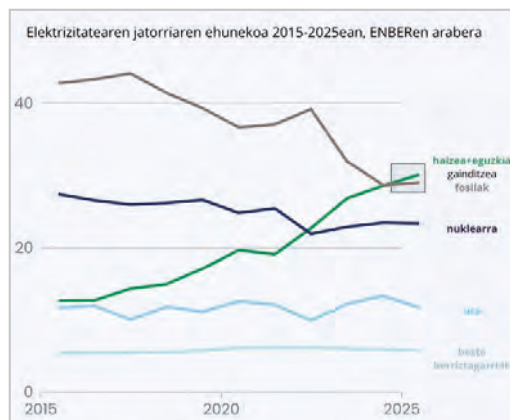
Prototaxites deitu zitzairen, duela 420-370 milioi urtekoak ziren (Devoniar goiztiarra), eta metro bat zabal eta zortzi metro luze ere har zitzaketen. Ordurako bazeuden garoak, eta, haien artean, enbor haiek nabarmenak izango ziren. 2017an, *Prototaxites taiti* espeziean onddoen egiturak identifikatu zituztela uste izan zuten ikerketa batean.

Orain, Edinburgoko Unibertsitateko ikertzaileek beste ikerketa bat egin dute, argitzeko *Prototaxites taiti* benetan ote zen onddoa ala beste organismo-mota bat. Rhynie Chert aztarnategiko laginak ikeru dituzte (Eskozia); izan ere, *P. taiti*-ren fosil onak izateaz gain, garai hartako onddoen aztarnategi aberatsenetako bat ere bada. Hala, fosilen analisi morfologikoak eta kimikoak eginda, eta elkarren artean alderatuta, ondorioztatu dute Prototaxitesak eukariotoen berariazko adar batekoak zirela, zeina guztiz iraungi baita, eta erabat baztertu dute onddoak zirelako hipotesia. ●

Iaz eguzkiak eta haizeak elektrizitate gehiago sortu zuten fosilek baino EBn

Iaz, lehen aldiz, haizeak eta eguzkiak erregai fosilek baino elektrizitate gehiago sortu zuten Europar Batasunean, ENBERen analisiaren arabera. Aldaketa, batez ere, eguzki-energiaren hedapen azkarrari zor zaio. Oro har, haizeak eta eguzkiak EBko argindarraren % 30 sortu zuten; erregai fosilek, berriz, %29.

Hidroelektrikoa barne hartuta, berriztagarriek EBko elektrizitate guztiaren ia erdia sortu zuten. Hala ere, ohartarazi dute klima-aldaketa arriskuan jartzen ari dela energia hidraulikoaren ekarpena. Hain zuzen, iaz jaitsi egin zen hidroelektrikoa, eta gas naturalak bete zuen uraren hutsunea. Gas naturala, ordea, fosila izateaz gain, inportatu egin behar da, eta garestia da. Egileen esanean, Europa zaurgarri egiten du mende-kotasun horrek, eta txikitzea gomendatu dute.



Europako Batasuneko elektrizitate sorkuntzaren grafikoa, 2015-2025ean, ENBERen arabera.

Alde horretatik, positibotzat jo dute baterien hedapena. Haiei esker, ilundutakoan izaten den eskaeraren zati bat bete daiteke, eta, hala, erregai fosilekiko mendekotasuna murrizten da.

Hala eta guztiz ere, Global Carbon Budgeten kalkuluen arabera, European iaz ez ziren jaitsi karbono-isuriak, igo baizik (% 0,4ko igoera, 2024arekiko). ●

Mundua porrot hidrikoan sartu dela adierazi du NBek

Nazio Batuen Erakundearen txosten batek azaldu du "krisi hidriko" eta "estres hidriko" terminoak jada ez datozela bat errealitatearekin, badiarelako atzera bueltarik gabeko kalteak, arro eta erreserba asko itzulerarik gabeko puntu batera eraman dituztenak. Horrenbestez, porrot hidrikoan sartu dela adierazi dute txostenaren egileek: ez dago sarrerarik, eta aurrezkiak (glaziarrak, hezegunean...) agortzen ari dira.

Egoera kontuan izanda, egileek zientzian oinarritutako egokitzapenak egiteko eskatu diete munduko agintariei. Izan ere, eskualde asko beren baliabide hidrologikoen gaintetik bizitzen ari dira, eta sistema hidriko kritiko askok ez dute atzera bueltarik.

NBEren txostena *Water Resources Management* al-dizkarian argitaratutako [artikulu batean](#) oinarritzen da. Artikulu horrek honela definitzen du porrot hidrikoa: gainazaleko eta lurpeko uren gehiegizko us-tiapien jarraitua, emari berriztagarriei eta agortze-maila seguruei dagokienez, eta, horren ondorioz, urarekin lotutako kapital naturalaren galera itzulezina edo kostu handikoa.

Hala, gizateriaren % 75 ur-segurtasunik gabekotzat edo kritikoki segurtasunik gabekotzat sailkatutako herrialdeetan bizi da; eta 4.000 milioi pertsonak ur-eskasia larria dute urtean gutxienez hilabetez.

Baieztatu dutenez, arro eta herrialde guztiak ur-porrorean ez dauden arren, sistema beraren parte dira, eta elkarri lotuta daude merkataritzaren, migrazioaren, klimaren eta botere-harreman geopolitikoaren bidez, klimarekin gertatzen den bezala. Hau da, ez die denei berdin eragiten, baina egoera globala porrotarena da. Puntu kritikoaren artean, Ekialde Ertaina eta Afrikako iparralde nabarmentzen dira. Asiako hegoaldeko zenbait tokitan ere, nekazaritzak eta urbanizazioak maila freatikoen beherakada larriak eragin dituzte, eta leku batzuetan lurra hondoratzea ekarri dute.

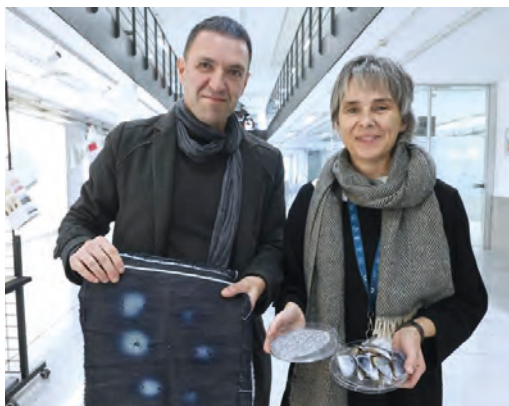
Txostenaren egileen esanean, porrot hidrikoa ez denez tokiko krisi isolatuen segida bat, baizik eta arazo globala, erantzunak ere globala izan behar du. Horren barruan, ezinbestekoa da kalte handiagoak eragozteko, arriskuak eta kostuak modu bidezkoan banatzea eta sistema sozioekonomikoak egokitzea ur gutxiago behar izateko. ●



Zaldiak, Pedra da Bocako parkean (Brasil). ARG.: Molina.73, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons.

Muskuilu-maskorrek, bakeroak higatzeko

Muskuilu-maskorrek bakeroak higatzeko material egokia eta jasangarria direla aurkitu dute EHUKo ikertzaile batzuek. Jabetu dira muskuilu-maskorrek txikituz lortzen den hondarrak ezaugarri urratzaile hobeak dituela ehungintzaren industriak erabiltzen dituen beste material batzuek baino. Gainera, jasangarriagoa ere bada, hondakin bat lehengai bihurtzen baitu.



Juan Luis Osa Amilibia eta Cristina Peña Rodríguez, EHUKo ikertzaileak. ARG.: Gorka Estrada.

Garai batean, silize-hondarra oihalaren kontra presio handiz jaurtiz higatzen zen ehun bakeroa. Baina teknika hura erabiltzen zuten langileek, segurtasun-neurri eta babes desegokiak erabiltzearen ondorioz, silikosia garatu zuten. Hala, ospe txarra hartu zuen hondar-zurrustan oinarritutako teknikak, eta ehungintzaren industriak alboratu egin zuen. Horren ordez, beste metodo batzuk erabiltzen hasi zen. Adibidez, tratamendu kimiko oxidatzaileak edo laser bidezko tratamendu termikoak. Aldiz, ikusi da horiek toxikoagoak izan daitezkeela eta ez dituztela higadura-emaizta hain onak lortzen.

Gauzak horrela, ehungintza-enpresa handi bat teknika jasangarri bat bilatzen ari zen. Kontuan hartuta hondar-zurrustaren teknikak, babes egokiarekin, langileei ez diela zertan gaixotasunik eragin, teknika hori berraztertu nahi zuten, baina material jasangarriagoren bat erabiliz; urratzaile gisa erabili ohi den granatea (silikatozko minerala) baino jasangarriagoa. Ehungintza-enpresak berak iradokita, EHUKo [Materialak eta Teknologia](#)k ikerketa-taldea muskuilu-maskorrekin probak egiten hasi zen. Zehazki, elikaduraren industriak baztertzen dituen oskolekin. Oskolak ehorta sortutako hondarra erabili zuten bakeroaren kontra presioz jaurtitzeko, granate-hondarrarekin egiten den bezalaxe. Eta ikusi dute oso emaitza onak ematen dituela, granateak baino hobeak.

Ondorioztatu dute muskuilu-maskorren hondarrak silikatozko mineralak baino hauskortasun txikiagoa duela eta, ondorioz, errendimendu hobeak duela. Bakero-kopuru bera higatzeko, muskuilu-oskolen hondar gutxiago behar da granatearena baino. Gainera, baieztatu dute muskuilu-oskolen harea proiektatuz lortzen den akabera ere kalitate onekoa dela.

Materialaren jasangarritasuna ere [azpimarratu dute](#) ikertzaileek. Urratzaile tradizionalek eta kimikoei baino inpaktu txikiagoa du ingurumenean. Adibidez, granatea ez da berriztagarria, eta oskolak bai. Lehenengoa mineral bat da, naturatik erauzi behar dena. Besteak, aldiz, azpiproduktu bat dira. Muskuiluen kontsumoaren ondorioz, mundu mailan, urtean 1,5 milioi tona oskol-hondakin sortzen dira, eta, gaur-gaurkoz, ez dute beste erabilerarik. ●

Tokiko talde ekologistak, gako

Tokiko mugimendu eta talde sozioekologistak funtsezkoak dira biodibertsitatearen kontserbazio globalerako, *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS) aldizkarian argitaratutako ikerketa baten arabera. Nazioarteko ikertzaile-talde batek egin du ikerketa, eta adierazi dute industria kutsatzaileen aurkako tokiko borroka kritikoak direla planetako biodibertsitatearik zaugarrienak babesteko, haietako askok aitortzarik jasotzen ez badute ere.

Mugimendu horiek herri indigenak, nekazari-erakundeak, hiritar-taldeak, oinarritzko komunitateak eta tokiko gizarte- eta ingurumen-erakundeak biltzen dituzte, eta aurre egiten diete sektore ekonomikoek eragindako ingurumen-mehatxuei: meatzaritza, erregai fosilak, nekazaritza industrial, hondakinen kudeaketa...



Eukalipto-plantazio bat. ARG.: Simon Burchell/CC-BY-SA 4.0.

Halaber, baieztatu dute mobilizazio horiek funtsezkoak direla biodibertsitatearekin lotutako nazioarteko helburuak lortzeko. Hain zuzen, nabarmen laguntzen dute Kunming-Montrealgo Biodibertsitatearen Esparru Globalaren 23 helburuetatik 13tan; zehazki, ekosistemen babesera, lehengoratzera eta lurraren kudeaketa jasangarrira bideratu-takoetan. ●

Loa funtsezkoa da, baita marmoka eta anemonentzat ere



Cassiopea andromeda marmoka, Koloniako zooan.

ARG.: By Vassil/CCO /Wikimedia.

Marmokak eta anemonak aztertuta, ikertzaile-talde batek [baieztatu du](#) loak oso sakonak dituela eboluzioan, eta DNA babesteko eta haren akatsak konpontzeko funtzioa duela. Ikertzaileek *Cassiopea andromeda* marmokak ikertu dituzte, itsasoan zein laborategian, baita *Nematostella vectensis* anemonak ere, baina soilik laborategian.

Bi espezie horiek ez dute garun zentralizaturik, baizik eta neurona-sare bat, gorputz osoan hedatua. Frogatu dutenez, neurona horiek ere egunaren haren bat igarotzen dute jarduerarik gabe, estimuluei erantzun gabe edo erantzun apalarekin. Fenomeno horrek bat egiten du loaren definizioarekin.

Gainera, esperimenduak ikusi zuten ezen, animalien DNAn kalteak eraginda (loa galaraziz, estresa sortuz, erradiazio ultramorean bidez...), konpondu egiten zirela neurri batean, loari esker. Horrenbestez, frogatutaz eman dute loak oinarritzko funtzio hori duela eta eboluzioan oso goiz azaldu zela. ●

Abeltzaintza estentsiboa galtzea kaltegarria izan daiteke ingurumenerako

Gehiegizko abeltzaintzak ingurumenean ondorio kaltegarriak dituela frogatua dagoen arren, arazo hori ez da orokorra, ikerketa zabal batean ikusi dutenez. Aitzitik, eskualde ekonomikoki aberatsetan abeltzaintza estentsiboa galtzen ari da, eta ohar-tarazi dute hori ere ingurumenaren kalterako izan daitekeela.

Abeltzaintza-presioak 1999tik 2023ra izandako bilakaera aztertu dute, FAOk munduan bereizten dituen 18 eremuetan. Hala, ikusi dute presio hori positiboki erlazionatzen dela presio demografikoarekin; eta negatiboki, berriz, haztegi intentsiboetako txerrien eta oilaskoen kontsumoarekin. Horrenbestez, presioa hazi egin da eremu ekonomikoki pobretuetan, hazkunde demografikoaren eta teknifikazio eskasaren eraginez. Eremu aberatsetan, ordea, alderantzizkoa gertatu da. Esaterako, Europako Hegoaldearen izeneko eremua hirugarrena da, galerarik handiena izan duten eremuen artean. Horren barruan dago Euskal Herria.

Ikertzaileen arabera, besteak beste, alderdi hauei eragiten die galerak: biodibertsitatea, suteen dinamika, ziklo biogeokimikoak, eta tokiko komunitateen ongizate sozial eta kulturala. ●



ARG: Juan Carlos Muñoz/Shutterstock.com.

Lenakapabirrak ez du eragiten hormonak hartzen dituzten transen tratamenduan

Aurrez egindako ikerketetan ere, iradoki dute lenakapabirrak ez duela elkarrekintzarik antisorgailu hormonalekin eta trans batzuek hartzen duten hormona-terapiarekin. Orain, berretsi egin dute hori AEBko Gaixotasun Infekziosoen Elkartearen astean ([IDWeek2025](#)).



Bi injekzio urtean nahikoak dira GIBaren infekzioa prebenitzeko. ARG.: Bicanski/Pixnio/CCO.

Lenakapabirrak Yeytuo izenez merkaturatze-ko [baimena](#) lortu du aurten European, eta Osasunaren Mundu Erakundearen oniritzia ere jaso du. Hiesaren prebentzioan aurrerapauso nabarmena da, urtean bi injekzio nahikoak baitira GIBaren infekzioa saihesteko. Kontuan izanda transen kolektiboa zaurgarriagoa dela populazio orokorra baino, berariazko azterketa egin dute, ikusteko eragozpenik sortzen ote duen hormona-mailan, tratamendu hormonalak hartzen dutenetan.

Hala, 2.000 pertsonaren hormona-mailak neurtu dituzte (estradiola, testosterona eta haren eratorritak), lenakapabirra hartu aurretik eta ondoren; pertsona horietatik 253k hormonak hartzen zituzten. Frogatu dutenez, lenakapabirrak ez zuen aldaketa nabarmenik eragin hormona-mailan. Hortaz, ondorioztatu dute ez dagoela elkarreraginik, eta har daitzkeela batera bi tratamenduak (GIBaren prebentzioa eta hormona). ●

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.



Fusio nuklearreko erreaktoreen dentsitate-muga gainditu dute

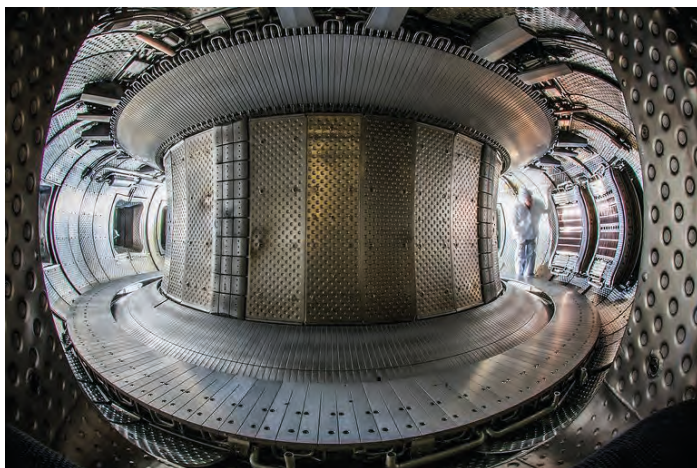
EAST erreaktore nuklear txinatarrean plasmaren dentsitate-muga enpirikoa gainditzea lortu dute, lehenengoz. Alegia, fusio-plasma egonkor mantentzea lortu dute, erreaktore-mota horretan orain arte ustez lor zitekeen baino askoz dentsitate handiagoan. Hala, [frogatu dute](#) mota horretako erreaktoreek urte askoan izan duten oztopo nagusietako bat gainditu daitekeela. "Lortu dutena oso garrantzitsua da", adierazi du Fernando Plazaola EHUKo Zientzia eta Teknologia Fakultateko katedradunak.

Tokamak motako erreaktoreetan, deuterio-tritio plasma bat eremu magnetikoen bidez konfinatzen da fusioa lortzeko. Fusio-erreakzioak hasteko, hau da deuterioaren eta tritioaren nukleoak fusiona daitezen, energia asko eman behar zaio makinari. Eta fusioaren bidez energia lortuko bada, hasieran eman behar zaion baino energia gehiago askatu behar du fusio-erreakzioak. Oraindik, ordea, ez da lortu eman behar zaion adina energia lortzea ere.

Konfinamendu magnetikoko errektoreetan, hiru parametro garrantzitsuren mende dago hori: plasmaren tenperatura, plasma-egoeran irauten duen denbora eta plasmaren dentsitatea. "Orain arte, uste zen plasmaren dentsitatea mugatua zegoela —azaldu du Plazaolak—, enpirikoki ikusten baitzen muga hori gaindituz gero plasma ezegonkor bihurtzen zela". Izan ere, konfinamendu magnetikoari esker plasmak erreaktorearen paretak ukitzen ez baditu ere, fusio-erreakzioetan askatzen diren neutroiek ihes egin eta horma metalikoa jotzen dute, eta, horren ondorioz, plasma desegonkortu eta hoztu egiten da.

2022an proposatu zuten plasma-hormaren autoantolakuntzaren teoriaren (PWSO) arabera, ordea, aipatutako muga baino dentsitate altuagoak lor zitezkeen plasmaren eta horma metalikoen arteko orekaren bidez. Bada, horixe da EAST tokamak txinatarrek esperimentalki frogatu berri duena: PWSO teoriak dioena betetzen dela eta plasmaren dentsitate altuagoetan plasma egonkorra lor daitekeela.

"Lorpen hau oso garrantzitsua da fusioa hasteko behar den energia eta erreakzioan lortzen dena berdintzea lortzeko —dio Plazaolak—, ustez dagoeneko balio handienera heldutako plasmaren



EASTen gisako tokamak motako beste erreaktore bat: WEST (Cadache, Frantzia). ARG.: Christopher Roux, EUROfusion.

dentsitateak are balio handiagoak izateko aukera ematen baitu". Bestetik, gogorarazi du aipatutako hiru parametroen mende dagoela fusio eraginkorra lortzea. "Bide horretan, aipatu beharra dago duela urtebete beste emaitza garrantzitsu bat lortu zutela EASTen: plasmaren konfinamendu-denboraren errekorra. Agerian dago txinatarrek urrats ikaragarriak egiten ari direla!" ●

Hizkuntza-eredu handiekin, igotzen ari da lan zientifikoaren kopurua eta jaisten kalitatea

Adimen artifizialeko sistemak, eta, bereziki, hizkuntza-eredu handiak (HEH euskaraz, LLM in-gelesez) artikuluko zientifikoaren ekoizpenean izaten ari diren eragina aztertu dute AEBko ikertzaile batzuek, halakoak erabili aurreko eta ondorengoko datuak analizatuta, eta ondorioztatu dute ezen, ikertzaile batek tresna hori erabiltzea erabakitzen duenetik, % 23,7 eta 89,3 artean hazten dela haren ekoizpena; bereziki, idazketa- eta hizkuntza-oztopoak baditu.

Horrekin batera, aldatu egin da idazketaren konplexutasunaren eta ikerketaren kalitatearen arteko harremana: HEHen bidez sortutako lanek, hizkera sofistikatuagoa duten arren, kalitate eskasagoa dute, ikuspegi zientifikotik.

Beste diferentzia batzuk ere aurkitu dituzte, hala nola artikuluek erreferentzia gehiago izaten dituztela eta era desberdinetako literatura aipatzen dutela. Gainera, zientzialari gazteagoak eta artikuluko ezezagunagoak aipatzen dituzte.

Ikertzaileen esanean, aldaketa horiek ondorioak dituzte parekoen azterketan, aldizkariaren edizioan eta berrikuspenen metodologian. Horrenbestez, aintzat hartzeko aukia dela irizten diote. ●



Adimen artifizialeko hizkuntza-ereduek aldaketak eragin dituzte artikuluko zientifikoetan.

ARG.: FAMILY STOCK/Shutterstock.com

Autismoan emakumezkoen eta gizonezkoen kopurua parekoa da

Orain arte autismoa gizonezkoetan ohikoagoa zela uste bazen ere, Suedian egin duten ikerketa batek erakutsi du parekoa dela emakumezkoetan eta gizonezkoetan. Mutiletan lehenago diagnostikatzen da, baina adinean aurrera egin ahala berdindu egiten da sexuen arteko proportzioa.



ARG.: BearFotos/Shutterstock.com.

Orain gutxi arte gizonezkoen eta emakumezkoen proportzioa 4:1ekoa zela jotzen zen, eta azken datuen arabera, 3:1ekoa izan zitekeela uste zen. Ikerketan honetan, Suedian 1985 eta 2020 artean jaio-tako 2,7 milioi pertsona baino gehiagoren datuak aztertu dituzte; jaiotzen zirenetik 37 urte bete artekoak. Horien artean, 78.000 pertsonari baino gehiagori diagnostikatu zitzaizkien autismoa. Ikusi dute mutilei 10-14 urte dituztenean diagnostikatu ohi zaiela, neskei baino bost urte lehenago. Hamar urtetik beherako haurretan, autismoa diagnostikatzen zaien mutilak hiru aldiz gehiago dira neskek baino. 20 urterekin, ordea, parekatu egiten da ratioa. ●



[Albiste gehiago, webgunean](#)

Itxaro Latasa Zaballos

Hirigintza eta lurralde-antolakuntzako aditua



“Gizarte kritikoaren faltarekin lotzen dira bizi ditugun arazoetako asko”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Itxaro Latasa Zaballos (Donostia, 1960) Geografian lizentziatu zen Zaragozako Unibertsitatean, eta doktore bilakatu Aix-Marseillekoan. Urte luzez, Hirigintza eta Lurralde Antolakuntzako irakaslea izan da EHUko Arkitektura Goi Eskola Teknikoan, eta hainbat ikerketa-taldetan parte hartu du, jasangarritasuna eta herritarren parte-hartzea ardatz hartuta beti. Galderei erantzutean, irmo azaldu du bere ikuspegia, konbentzimendu osoz: ezinbestekoa da pentsamendu kritikoa lantzea eta sustatzea, gizarte hobea izateko.

Galderei erantzutean, irmo azaldu du bere ikuspegia, konbentzimendu osoz: ezinbestekoa da pentsamendu kritikoa lantzea eta sustatzea, gizarte hobea izateko.

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

Ni nahiko berandu hasi nintzen unibertsitatean. Lehenago izan nintzen ingurumen-teknikaria eta euskara-irakaslea, eta 1995ean lortu nuen atxikitu plaza. Une hartan, oso ideia erromantikoa neukan unibertsitateaz. Nolabait, jakintzaren tenplua zen niretzat. Ikuspuntu horretatik, horrelako galderei erantzuteko tokia zen, bai irakasleentzat, bai ikasleentzat: Zer da jakintza? Nola sortzen da jakintza hori? Eta gizarte eskalan, zer eskatzen diogu jakintzari; zer, pertsonalki? Nola aplikatzen zaio zure jakintza-arloari? Niretzat hori inportantea zen, eta zaplaztekoa jaso nuen.

Adibidez, Hiri Geografia irakasgaia ematea egokitu zitzaidan. Gaur egun giltzarri diren hainbat gairi buruz hausnartzeko irakasgai zeharo aproposa da, eta, beraz, ikuspuntu horretatik prestatu nuen: zer diren hiriak, zergatik edo zertarako sortzen diren, zer funtzio betetzen dituzten gaur egun, zer bilakaera izan duten historian... Baina ikasleen aldetik gaitzespena argia izan zen. Apunteak jaso, buruz ikasi, eta azterketa egin; hori baino ez zuten nahi, beste ikasgaietan horrela ohituta zeudelako. Baina memoria ez da jakintza. Nire ustez, ezinbestekoa da galderak egitea, denon artean pentsatzea, ideiak eztabaidatzea eta puntu bat bestearekin lotzea. Zaplazteko handia izan zen.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke?

Ba, oso erraza da, zuzenean lotzen baita aurretik esandakoarekin. Izan ere, benetan da nire ametsa: hezkuntza-sistemaren benetako iraultza bizi nahiko nuke, lehenengo mailetatik unibertsitateko maila guztietaraino. Ez bakarrik oraingoa txarra delako, baizik eta, nire ustez, bizi ditugun eta bizi izan ditugun arazo askoren oinarria lotzen delako horrekin. Zerekin? Gizarte formatu eta kritikoaren faltarekin. Orduan, beste modu batera esanda, zer eduki beharko luke sistemak, orain ez daukana? Ba, bereziki, inguratzen gaituen mundua eta errealtatea aztertzeke gaitasuna lantzeko helburua; hau da, jendea bere errealtatea eta ingurua modu kritikoan aztertu ahal izateko eta modu autonomoan ikasi ahal izateko prestatzen duen hezkuntza-sistema.

Gizarte kritikoago bat izango bagenu, zer erabaki hartuko genituzke? Gertatzen ari diren arazo askoren larritasuna eta haien ondorioak ulertzeko gai izango ginateke, behintzat. Arazo horietaz ez du ematen jendeak nahikoa kontzientziarik duenik. Horren ondorioz, esaterako, gero eta pertsona gehiagok babesten dituzte ultraeskuineko gobernuak, klima-aldaketari uko egiten diotenak, ustezko segurtasunaren mesedetan eskubideak eta askatasunak murriztu ditzaketenak... Gizartea analitiko eta kritiko izango balitz, argi ikusiko luke. Horregatik behar dugu hezkuntza-sistemaren iraultza. ●

FEMIS

FemSTEM

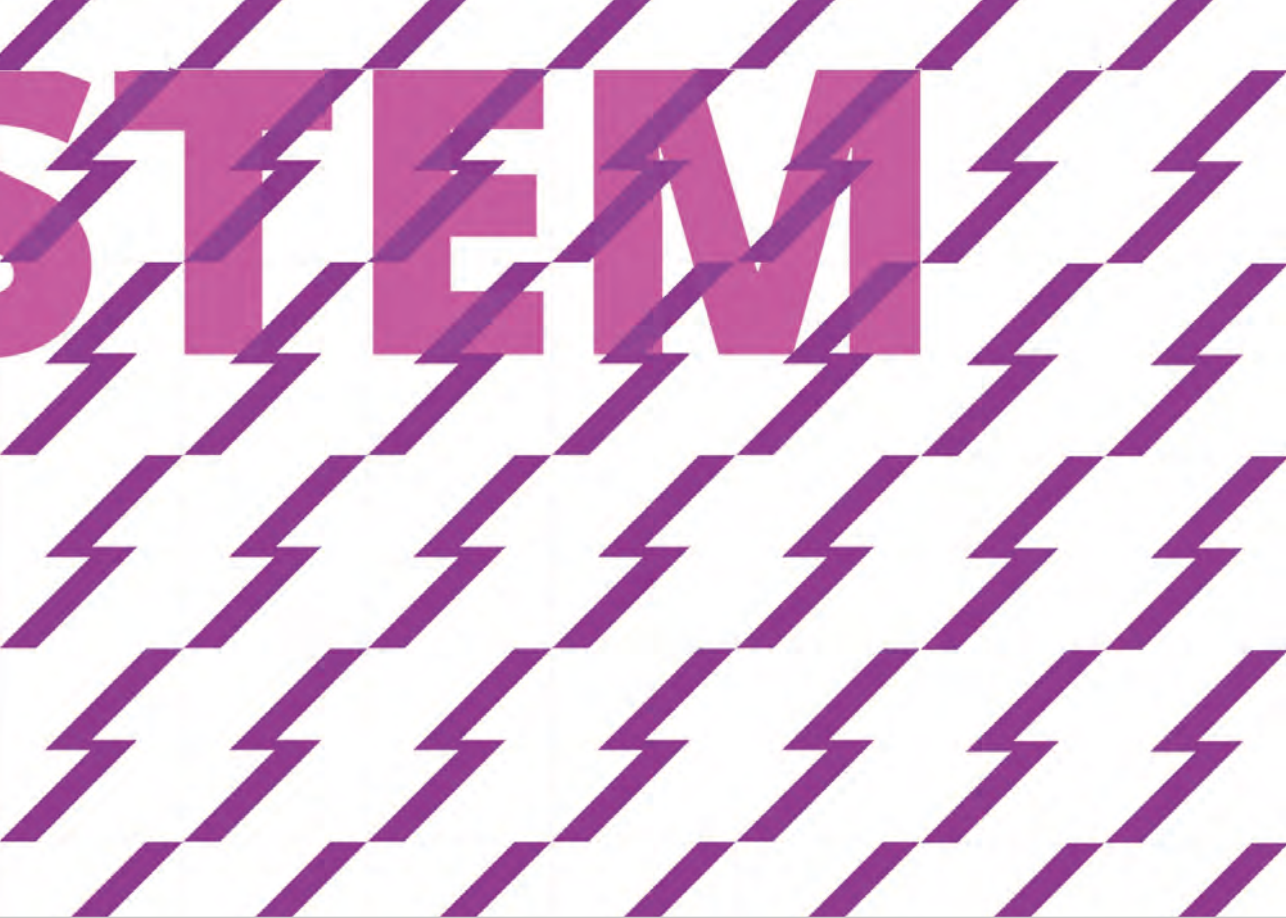
STEM-eremuetan emakumeen
parte-hartzea bizkortzea helburu

Nahia Idoiaga Mondragon
Psikologian doktorea

Inge Axpe Saez
Psikologian doktorea



Zergatik da garrantzitsua
emakumeak egotea STEM
arloan?



Bi urtez, EHUKo emakume zientzialarien talde bat [FemSTEM](#) proiektua lantzen aritu da, Europako bazkideekin batera. Duela gutxi kaleratu dute emaitza, eta denen eskura jarri dute. Besteak beste, tresna pedagogikoak sortu dituzte, ikus-entzunezko materialak, mentoretza-sareak eta baliabideak, helburu hauekin: emakumeen parte-hartzea bizkortzea STEM-eremuan, haien talentua ikusaraztea, eta neska gazteak STEM arlotik kanpo uzten dituzten estereotipoak desagitea.

Diziplina askotako irakasle eta ikertzaileak aritu dira elkarlanean proiektuan, eta oinarritzko bi galderari erantzuteko eskatu die *Elhuyar* aldizkariak: zergatik den garrantzitsua emakumeak egotea STEM arloan, batetik; eta zergatik dagoen genero-arrakala eta zer egin daiteke ixteko, bestetik. Nahia Idoiaga Mondragonek eta Inge Axpe Saezek erantzun diote lehen galderari, eta Esther Acha Peñak eta Eva Epelde Bejeranok bigarrenari. Laurak bat datoz: emakumeak STEM arloan egotea ezinbestekoa da ezagutza hobea sortzeko, eta erantzun integratu bat behar da STEM arloetako genero-arrakala ixteko.

Esther Acha Peña

Material Aurreratuaren Ingeniaritzan doktorea

Eva Epelde Bejerano

Ingeniaritza Kimikoan doktorea



Zergatik dago genero-arrakala, eta zer egin daiteke ixteko?

Nahia Idoiaga Mondragon

Psikologian doktorea

Inge Axpe Saez

Psikologian doktorea



Zientzia, teknologia, ingeniari-tza eta matematika (STEM) ez dira soilik jakintza-arloak; gizartea ulertzeko, arazoak definitzeko eta etorkizuna irudikatze-ko markoak dira. Horregatik, emakumeek STEM arloan duten presentzia urria ez da kasualitatea, eta ez da interes pertsonalen edo gaitasun indibidualen bidez soilik azaldu daitekeen fenomeno bat. Aitzitik, sozializazio- eta hezkuntza-prozesu luze baten emaitza da, non mezu esplizituek zein inplizituek eragin zuzena duten norberaren identitatean eta aukeretan. Inozoa dirudien arren, pentsa dezagun zer erosi diegun gabonetako garai hauetan gure inguruko haurrei. Txiki-txikitatik eta era ohar-kabea sustatzen dugu mutilak eraikuntzetan, gaitasun espazial eta matematikoetan trebatzea, eta, aldiz, neskek zaintzan, harremanetan eta irudi pertsonalean. Lehen haurtzarotik testuinguruak horretara bideratzen dituelarik, nola ez dira erosoago sentituko eta, ondorioz, nola ez dituzte hainbat orduz jolasaren bidez trebatuak izan diren arlo horiek aurrerago aukeratu-ko: zientziazkoak gehiagotan mutilek; hizkuntza eta arlo soziala neskek?

Psikologiatik eta hezkuntzatik badakigu identitate profesionala ez dela hutsetik sortzen. Haurren eta gazteen autokontzeptua, itxaropenak eta “nor naiz ni honetarako” galderari ematen dioten erantzuna testuinguru sozialean eraikitzen dira. Jakin, badakigu, neskek jada 6 urterekin ez dutela haien burua mutilek bezain adimentsu baloratzen, eta ezberdintasun hori handitu baino ez da egingo testuinguruko baldintzak, ereduak eta mezuak aldatu ezean. Eskolan, familian eta gizarte-ean jasotzen diren diskurtsoek, ereduak eta itxaropenek baldintzatzen dute zer ikusten duten posible eta zer ez. STEM arloan emakumeen presentzia eskasa denean, mezua argia da, nahiz eta askotan isila izan: arlo hori ez da “haintzat”. Gainera, berdintasunaren alde, erreferente bakarra agertzen dugunean salbuespen gisa, mezua are indartsuagoa da “emakume oso bereziek bakarrik” lor dezakete, salbuespen bakar batzuek baino ezin dezakete lekua izan berez eta “naturalki” ez dagokien STEM arloan.

Erreferenteen absentsia honek eragin berezia du. Emakumeek zientzian eta teknologian duten ikusgarritasun txikiak zaildu egiten du neskek beren burua rol horietan irudikatzea. Arazoa ez da, gainera, emakume zientzialarien falta: historian hainbat eta hainbat emakumeren presentzia eta aurkikuntzak egon dira, baina haien lana isildu egin da, askotan

Zergatik da garrantzitsua emakumeak egotea STEM arloan?

gizonei egotzita. Historia horiek “ertzetan” mantentzeak pentsarazten du gaur egun oraindik ere gizonen eremua dela. Horregatik, askotan, STEM arloetara bideratzen diren ikasle emakumeek aitortzen dute beren motibazio-iturria familia kide bat izan dela; gehienetan, arloan diharduen emakume bat.

Ez da inspirazio kontu hutsa; identitate-eraikuntzarekin zuzenean lotutako prozesua da. Ikasle batek ezin badu bere burua ikusi zientzialari, ingeniari edo teknologo gisa, zaila da bide hori hautatzea, nahiz eta gaitasunak eta interesa izan.

Horregatik, emakumeak STEM arloan egotea ez da soilik berdintasun- edo justizia-kontua. Ezagutza bera dago jokoan. Ikerketa-galderak, diseinu teknologikoak eta berrikuntza-prozesuak ez dira neutroak: egiten dituzten pertsonen esperientziek eta begiradek baldintzatzen dituzte. Talde homogeneoek ikuspegi mugatuagoak sortzen dituzte; talde anitzek, aldiz, arazo konplexuei erantzun aberatsagoak emateko gaitasuna dute. Emakumeak STEM arloan egotea, beraz, ezagutza hobea sortzeko baldintza ere bada.

Hezkuntza-esparruan egindako esku-hartzeek erakusten dute arrakala ez dela saihestezina. FemSTEM bezalako proiektuek agerian uzten dute zer funtzionatzen duen: erreferente femenino errealek ikusaraztea, mentoring-harremanak sortzea, eta ikasleen autokonfiantza eta STEM identitatea lantzea. Ez da nahikoa atek irekita egotea; barrura sartzeko eta bertan garatzeko baldintzak sortu behar dira.

Azken batean, STEM arloa funtsezkoa da etorkizuneko erronka sozialei aurre egiteko. Galdera ez da emakumeek STEMen egon behar duten ala ez, baizik eta zer nolako gizartea eraiki nahi dugun. Emakumeak STEM arloan egotea ez da kasualitatea izan behar, baizik eta hezkuntza- eta gizarte-prozesu kontziente baten emaitza. Hor dago gakoa: gaur egungo hezkuntza-prozesuek etorkizuneko belaunaldiak beren burua non ikusten duten baldintzatzen dute. ●

Zergatik dago genero-arrakala, eta zer egin daiteke ixteko?

STEM arloetako emakumeen presentzia txikia zenbait faktore kultural, sozial eta psikologikoren konbinazioaren ondorio da, eta faktore horiek elkar elikatzen dute haurtzarotik. Neskak perfekzioaren presiopean hazten dira askotan, eta mutilak, berriz, arriskuak hartzera eta akatsetatik ikastera bultzatzen dira. Hezkuntza-eredu desberdin horrek eragina du konfiantzan eta erronka konplexuei aurre egiteko jarreran. Autopertzepzio mugatua gehitu behar zaio horri: neska gazte askok zientzia eta teknologiarako duten gaitasuna gutxiensten dute, emaitza akademiko bikainak izan arren, eta horrek interes profesionala eta aurrera begirako espektatibak murrizten ditu. Gainera, zientzialariaren edo ingeniariaren irudi nagusia maskulinoa da oraindik ere, eta horrek emakumeen identifikazioa eta motibazioa zailtzen ditu. Eta arrakala hori indartu egiten du hezkuntzan eta komunikabideetan nabarmena den emakumezko erreferenteen faltak.

Europako datuei begiratuz gero, azken hamarkadetako bilakaerak erakusten du aurrerapena desorekatua dagoela. Nahiz emakumeen presentzia handitu egin den arlo batzuetan —biomedikuntzan, adibidez—, presentzia hori oso txikia da oraindik ere ingeniartzan, informatikan eta matematikan. Izan ere, matematika-ikasketek, esate baterako, beherakada nabarmena izan dute hezkuntzara eta ikerkuntzara bideratutako ikasketak izatetik ingeniartzara bideratutako gradu bihurtu zirenetik, eta horrek pertzepzio jakin bat sortu du: ikasketa horiek zailagoak direla edo irteera profesionala korapilatsuagoa dutela. Antzeko zerbait gertatu da informatika-ikasketekin ere: hasieran, diziplina metodiko eta lehia-maila txikiagokotzat jotzen zen, eta esanguratsua zen emakumeen parte-hartzea; gaur egun, ordea, enpresa teknologiko handiekin eta ingurune oso lehiatsuekin lotuta ageri da, eta maskulinizatu egin da.

Arrakala hori murrizteko, komeni da maila anitzetan jardutea. Berdintasunean oinarritutako hezkuntzak familian, eskoletan eta eguneroko espazioetan hasi behar du. Komunikabideek, publizitateak, musikak edo jostailuek transmititzen dituzten mezuek eragina dute rol eta espektatiben eraikuntzan, eta, beraz, funtsezko urratsak dira STEM arloko emakume errealak telebistan, kanpainetan eta haur-liburue-



Esther Acha Peña

Material Aurreratuen Ingeniaritzan doktorea

Eva Epelde Bejerano

Ingeniaritza Kimikoan doktorea

tan erakustea, jakin-mina eta esperimentazioa sustatzen dituzten jolasak eskaintzea eta komunikazioan estereotipoak saihestea. Era berean, garrantzitsua da albisteek eta kultura herrikoiak emakumeek zientzian eta teknologian duten benetako eragina erakustea, neskak erreferente askotarikoekin haz daitezen, eta sinets dezaten beren gaitasunak edozein arlotan duela tokia. Garrantzitsua da neskei argi adieraztea ez dutela zertan Marie Curie izan zientziari heltzeko; izan ere, profil eta ibilbide askotarikoentzako espazio profesionala da zientzia.

STEM arloetan emakumeen garapena sustatzeko estrategia giltzarrietako bat mentoretza-programak sortzea izan daiteke, non ikertzaileek eta profesionalek ikasleei lagunduko baitiete konfiantza eta ikusgaitasuna sendotzeko. Halaber, eraginkorra da entrenatze-ereduak aplikatzea, helburuak definitzen, errealitatea aztertzen, aukerak esploratzen eta ekintza-planak diseinatzen laguntzen baitute, eta erakusten baitute konfiantza faltari aurre egiten eta denboraren antolaketari edo erabakiak hartzeari lotutako erronkei erantzuten. Beste alderdi funtsezko bat iruzurtiaren sindromeaz jabetzea da, zeinak bereziki emakumeei eragiten baitie ingurune oso lehiakorretan. Horretarako, baliagarriak

dira pentsamendu negatiboak kudeatzeko, hazkunde-mentalitatea sustatzeko eta laguntza-sare sendoak sortzeko estrategia praktikoak jasotzen dituzten gidak eta tresnak. Gainera, garrantzitsua da STEM ezagutza berrikuntza sozialarekin lotzen duten tailerrak eta jarduerak ere bultzatzea, arrakasta-eredu askotarikoak erakusteko eta ikasleei aukera emateko beren gaitasunak benetako proiektuetan aplikatzeko. Testuinguru horretan, beharrezkoa da, halaber, akatsak ikaskuntza-prozesuaren parte direla aitortzen duten inguruneak sustatzea. FemSTEM proiektuaren helburu nagusietako bat, hain zuzen, alderdi horiek guztiak jorratzea izan da.

Beraz, erantzun integratu bat behar da STEM arloetako genero-arrakala ixteko. Horri esker, aurrera egingo da aukera-berdintasuna bermatzen duen STEM sektore bat lortzeko, zeina gai izango baita berrikuntza zientifikoa eta teknologikoa bultzatzeko, gizartean eskuragarri dagoen talentu guztia baliatuz. ●

Nerea Ezeiza Ramos

EHUko Informatika Fakultateko dekanoa

*“Informatikan ezinbestekoa da
alde humanistikoa lantzea;
ez da kontu tekniko hutsa”*

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Argazkiak: Gorka Rubio/©Foku



Nerea Ezeiza Ramos (Donostia, 1970) duela gutxi izendatu zuten EHUKo Informatika Fakultateko dekanu, eta, justu, orain egin ditu 50 urte Informatika Fakultateak. Une aproposa da, beraz, Ezeizaren ibilbideari eta Informatika Fakultatearen bilakaerari begiratzeko. Baina atzera eta barrura bezainbeste begiratzen du aurrera eta kanpora Ezeizak; etorkizunean eta gizartean ditu jarriak begiak. Eta emakumeetan: bulegoaren atean, bi aipu ditu itsatsiak, egileen argazkiaren eta izenaren ondoan. Bata Malala Yousafzai hezkuntzaren aldeko ekintzailearena da, eta bestea, Karen Spärck Jones konputazio-zientzialariarena.

Ezer baino lehen, Informatika Fakultatearen 50. urteurrena aipatu nahi duzula esan didazu. Izan ere, lotura estua duzu fakultate honekin.

Ni 1988an hasi nintzen hemen, baina fakultate hau, fisikoki, 83an sortu zen. Berez, estatuko lehen Informatika fakultateak 1976an sortu ziren. Martxoan argitaratu zen buletin, eta hiru gara aitzindariak: Kataluniako Unibertsitate Politeknikoa (UPC), Madrilgoa (UPM) eta Donostiakoa (hasieran, Valladolideko Unibertsitatearen baitan egon zen, eta, ondoren, EHU bihurtuko zen Bilboko Unibertsitate pasatu zen). Hori baino lehenago ere ematen zen Informatika, baina ez zegoen araututa orain bezala, eta Informatika Institutuko Sistemen Teknikari titulazioa ematen zen.

Fakultateak sortu zirenean, ez zen ingeniartzat hartzen, baizik eta zientziazat: konputazio-zientziak. Donostian bazegoen kalkulu-zentro bat, eta, 1970ean, informatika-zentroa sortu zen, Madrilgo Informatika Institutuaren menpe informatika-ikasketa ofizialak ematen zituenak. Informatika fakultatea ofizialki 1976an sortu zen arren, ikasketak ez ziren hasi hurrengo ikasturtera arte, eta goi-mailako kurtsoekin hasi zen; doktoreak behar ziren, klaseak emateko. Gero hasi ziren Informatika Fakultatean lehenengo mailatik. Baina, tarte batean, bi zentroek irakasten zuten aldi berean, bai irakasleak eta bai profesionalak, behar baitziren.

Eta euskaraz, noiz hasi ziren?

Euskarazko lehenengo bi irakasgaiak 1984-1985 ikasturtean eskaini ziren, eta, hortik aurrera, pixkanaka handitzen joan zen eskaintza. Hasi nintze-nean, oraindik ez zegoen lizentziatura osoa euskaraz. Lehenengo eta bigarren mailak bai, baina hirugarrenengan jada ikasgai batzuk bakarrik genituen euskaraz.

Eta nola bururatu zitzaizun Informatika ikastea?

Ba besterik ezean izan zela uste dut. Sei anai-arreba gara, eta ni Donostian geratzea komeni zen. Anaietako batek bultzatu ninduen Informatika aukeratzera. Ingurukoek esaten zidaten ordenagailurik ez nuela ukituko, baina gu sartu ginenean bazen terminalak, lehenengo PCak ekarri zituzten, eta bazegoen aukera praktikak egiteko. Hori bai, gaupasak ere egin behar izaten genituen, txanda eskatu behar baitzen ordenagailua erabiltzeko.

Orain asko aldatu da kontua, jakina; ikasleek eskura dituzte behar dituzten ekipoak. Adibidez, ate irekien egunetan etortzen direnean, gazteek galdetzen digute zer ordenagailu erosi behar duten Informatika ikasteko. Izatez, ordenagailu ahaltsu bat eros diezaieten aitzakia nahi dute, baina, hona sartzeko, ez dute ordenagailurik behar. Hau unibertsitate publiko da: guk eman behar dizkiegu baliabideak eta lekuak ikasketak egiteko. Zailtasunak dituzten familia askok bidaltzen dituzte seme-alabak ikastera, be-

raiek ere eskubide osoa dute, eta EHUK inor atzean ez uzteko ahaleginak egiten ditu horretarako.

Baliabide urriekin hasi zineten, baina, bestela ere, asko aldatuko ziren informatika bera eta zure jarduna, ordutik hona.

Bueno, hasi nintzenean, matematika, fisika, programazioa, estatistika eta era horretako gauzak gustatzen zitzaizkidan. Hirugarren mailan, hizkuntzaren prozesamenduko ikerketa-taldean beka bat zegoela esan zidaten, eta nik ez nekien hori zer zen ere. Orduan uste nuen, informatika eginda, enpresa batera joango nintzela, banku batentzako programak egitera; hori zen une hartan hemen inguruan zeuden enpresa askotan gertatzen zena. Hortaz, erabat aldatu zitzaidan ikuspegia: euskararekin lotuta egotea, eta ez izatea ekonomiarekin lotutako zerbait, baizik eta onura publikorako eta gizartearentzako ekarpena egin ahal izatea... Txipa aldatu zidan.

Gizarteari ekarpen bat egiteko aukera bat zela ikusi nuen. Eta, gainera, elkarlana egiten genuen hizkuntzalariekin, eta hor, diziplinarteko lan horretan, asko ikasten da.

Nik uste dut jendea ez dela ohartzen Informatika leku guztietan dagoela, eta, leku guztietan baldin badago, behar da profil-mota guztiak edukitzea. Hori inportantea da.

Nondik dator, orduan, estereotipoa: bakartutako mutil edo gizon bat, ordenagailuaren pantailaren aurrean, mundutik aparte...?

Tira, egia da lan batzuk bakarka egiten direla, konzentratuta egon behar duzulako, adibidez, gara-

pena egiten. Baina, lehen esan bezala, informatika leku guztietan dagoenez, irekita egon behar duzu. Estereotipo horretan, uste dut kalte handia egin dutela filmek eta telesailek. Errealitatea beste bat izan daiteke eta da, baina oso zaila da jendeari helaraztea, etengabe bonbardatzen baitzaituzte irudi horrekin: pertsona bat, zazpi pantailarekin. Ba, informatikaria bazara, seguru asko, ez dituzu zazpi pantaila beharko, eta, gainera ekarpen handia egin dezakezu.

“Informatika leku guztietan dago, eta, beraz, beharrezkoa da profil-mota guztiak edukitzea”

Bestalde, momentu batean ikasketak aldatu egin ziren: zientziatik ingeniartzara pasatu ginen. Eta horrek eragina izan du, mundu osoan. Ez da bakarrik titulua aldatzea. Ingeniartzara igaro ginenean, gure promozioetan, gutxi gorabehera, erdia eta erdia edo 45/55 proportzioan ginen gizonak eta emakumeak. Orain, aldiz, % 10 gara. Eta hori ez da posible, ez da posible. Emakumeok badugu zer esanik. Beste ikuspegi bat daukagu, eta ezinbestekoa da ikuspegi hori ere egotea.

Ikerketa pila bat egin dira aztertzeke zergatik Informatika ez den erakargarria emakumeentzat. Baina ez da hori. Emakumeek zientzia egin nahi dute, ikertu. Orain bekak eta dirulaguntzak adimen artifizialera joan dira, eta agian ematen du han ez dela ikertzen, edo ez direla gai sozialak lantzen.

Baina lantzen dituzue gai sozialak, ezta?

Bai, noski. Adibidez, talde batzuek desgaitasunak dituzten pertsonentzako laguntzak garatzen dituzte; teknologiak, ez bakarrik fisikoak, baita softwareak ere. Medikuntzarekin lotutako gauzak ere egiten dituzte; esaterako, gaur egun jende askok daramatza sentsoareak diabetesa kontrolatzeko; mugikorra hurbildu eta irakurtzen da. Ingurumenaren zaintzarako ere sentsoare eta sistema pila bat garatzen dira. Hori guztia egiten da.

Kontua da ez dela ikusten zer dagoen aplikazio horien atzean. Guztiok dugu mugikor bat, eta erabiltzen dugu gauza guztietarako, baina ez gara jabetzen atzean dagoena norbaitek garatu duela. Eta emakumeak ez bagaude hor, nork erabakiko du zer eduki garatu, zer den garrantzitsua, nola diseinatu? Gizonek.

Hor, atean, pare bat kartel ditugu. Bat Karen Spärck Jones konputazio-zientzialariarena da, eta hark esan zuen: "Konputazioa garrantzitsuegia da, gizonezkoen esku uzteko".

Hori esan zuenetik denbora asko igaro bada ere, oraindik ez dago parekidetasunik.

Ez da bakarrik emakumeak falta direla; alborapenak daude ereduetan. Gaur egun, edozer txorakeriarako erabiltzen dugu adimen artifiziala, eta, generoa zehaztu gabe eskatzen badiozu goi-kargu baten irudia, gizonezko bat erakutsiko dizu. Eta emakumezkoa eskatzen badiozu, jarrera oldarkorra eta janzkera maskulinoa duen emakume bat emango dizu. Alegia, hor egoteko, gizona izan behar duzu, edo gizonezkoek omen duten itxura eta jarrera izan behar dituzu; ereduak hori dauka barneratuta.

Gauza bera sexu-aukerekin, erlijioarekin, hizkuntzekin eta gainerakoekin. Hau da: gizonezkoa, heteroa, zuria, anglosaxoia eta klase sozial jakin batetik gorakoa ez den guztia dago baztertuta.

Aplikazioak denentzat baliagarriak izan daitezen, mundu erreala izan behar duzu kontuan. Udal baterako egiten baduzu lan bat, jakin behar dituzu arauak, baina jakin behar duzu baita ere nola bizi den jendea. Borondate ona izanda ere, ez baduzu hori kontuan hartzen, jende asko utziko duzu bazterrean. Gainera, kontuan izan behar da gaur egun jendea behartuta dagoela teknologia erabiltzera, gauza asko online bakarrik baitaude. Zailtasunak dituztenei laguntzeko, lan handia egin daiteke; adibidez, ahots bidezko laguntzaileekin. Ahotsarekin arazoak dituztenentzat, adibidez, asko aurreratu da teknologia. Aholaberen, esaterako, ahotsa distortsionatu dezaketen gaixotasunak dituzten pertsonak kontuan hartzeko lan handia egin dute; adibidez, parkinsona dutenak laguntzeko, eredu arrunt baten ez bailuke haien ahotsa ondo ezagutuko. Horrelakoak, berariaz landu behar dira. Lan asko egin da, eta are gehiago egin daiteke eta egin behar da. Horretarako, ikuspegi inklusiboa daukan jendea erakarri behar da.

Ematen du hemen, informatikan, zenbakiekin eta makinekin egiten dela lana. Eta falta da gizartea jabetzea pertsonentzako egiten dela lana. Uste dut alderdi sozial hori ezkutuan gelditzen dela, ez dela hainbeste bistaratzen, edo jendea ez dela hainbeste jabetzen.

Eta sormena duen jendea behar da, gai dena egotera bat irudikatze eta soluzioak pentsatzeko. Eta,

gainera, elkarlanean egiten dira gauza horiek. Entzun egin behar da, eta taldean aritu.

Eta ingurumen-inpaktuaz jabetzen gara?

Ez da erraza. Izan ere, askoz ere ikusezinagoa bihurtu da. Lehen, ordenagailuak erraldoiak ziren, gela osoa betetzen zuten. Ikusten zenuen zenbat gastatzen zuten. Orain ordenagailu pertsonalak ditugu, tabletak, mugikorrak... Egia da orain ordenagailu kuantikoa ere badugula, justu hemen, eta fun-

tzionatzeko behar duen hotzak eskatzen du izatea oso gela handi bat, babestua. Hori ikusi egiten da. Baina, teknologiaren bilakaeran, behar materialak ikusezinago bihurtzen joan dira.

Une oro konektatuta gaude, eta ematen du magia dela. Bat-batean hodeian daukagu informazioa, baina, izatez, ez daukagu guk. Ez digu ardurarik non dagoen. Hor dago paradoxa: ikasleak badirudi oso arduratuta daudela natura-baliabideekin, baina



gero ez dakigu zenbat kontsumitzen duen erabiltzen dugun teknologiak. Gimnasioan duxatu eta etxean urik ez duela gastatzen esaten duenarena bezala da. Eta adimen artifizialarekin, gauza bera: edozer txorakeria galdetzeko edo egiteko erabiltzen dugu, pentsatu gabe zenbat kontsumitzen duen.

Ez gara arduratzen, ez kontsumoaz, ez pribatutasunaz, ez segurtasunaz... Dena onartzen dugu, irakurri ere egin gabe, eta sare sozialetan ere edozer gauza jartzen dugu, ondorioez jabetu gabe. Informatika Fakultatean alderdi horiek zaintzen irakatsi behar dugu, eta gizartean ere egin behar da pedagogia, arduragabekeria hori oso arriskutsua baita eta kostu ekonomiko-ekologiko handia baitu.

Guk, unibertsitate bezala, badaukagu ardua hori. Baditugu ikastaroak, eta gure graduak badugu zibersegurtasuneko hainbat irakasgai ere. Gainera, Gipuzkoan Ziur zibersegurtasun industrialeko zentroa dugu, eta haiekin unibertsitate-enpresa gela bat dugu. Orain, hautazko gisa jarri nahi dugu, zibersegurtasunarekin eta adimen artifizialarekin lotuta.

Zer beste asmo dituzue aurrera begira?

Badirudi gaur egun mugitzen ari diren arloak direla adimen artifiziala, zibersegurtasuna eta konputazio kuantikoa, eta dirulaguntzak ere bideratu dituzte arlo horietara. Baina beste arlo batzuk umezurtz bezala geratu dira, eta horiek ere beharrezkoak dira. Adibidez, software-ingeniaritzaren arloan kalitatea, bermeak eta abar lortu ahal izateko behar diren oinarriak, metodologiak, garapenak... Horiek nola egin eta zer teknologia dauden ikertzeko jendea ere behar da.

Dena ez da adimen artifiziala. Gertatu dena da jende guztiarengana iritsi dela, baina 1960. hamarkadatik ari gara adimen artifizialarekin, gutxienez. *Green computing* [konputazio berdea] deitzen dutena ere hor dago. Nola lortu energia gutxiago gastatzea?

“Edozer txorakeria galdetzeko edo egiteko erabiltzen dugu adimen artifiziala, pentsatu gabe zenbat kontsumitzen duen”

Oraintxe ari gara plan estrategikoak egiten [oharrez betetako arbela seinatu du], eta lehenengo aztertu behar dugu ea nola ari den aldatzen informatikariaren lanbidea. Seguru asko, orain informatikari batek ez du hainbeste kode sortuko, baina teknologia gehiago kontrolatu behar ditu. Jakin behar du zer dagoen alboetan, non kokatzen den informazioa, zer legedia aplikatu behar zaion, nola kudeatu behar den, nola babestu behar den informazioa. Agian, beste ikuspegi bat eduki behar du profesionalak, eta hori ikasketetan nola txertatu asmatu behar dugu.

Mundua ere hala dago, eta geopolitikak eta enpresa handien garapenak eragiten digu. Hala ere, etorkizunari begira, garbi daukagu ikertzen jarraitu behar dugula; hori beti izan da gure berezko nortasuna ezaugarria. Jarraitu behar dugu, halaber, kalitatezko formakuntza ematen. Eta kalitatezkoa izateko,

“Gure ardura da gizarteari erantzuna ematea, eta alde humanistikoa ere landu behar da”

denbora osoan berrikusten joan behar dugu nola egokitu behar diren edukiak. Batez ere, hautazkoe-kin joka dezakegu; adibidez, zibersegurtasunean hasi ginenean bezala, eta kuantikan... Kuantikan, esaterako, apustu bat egin da, konputagailu kuantikoa ekarrita Gipuzkoara, Donostiara. Ondo ateratzea espero dugu, baina oraindik badago ziurgabetasun puntu bat.

Badago gauza bat munduko beste lekuetan egiten ez dena, eta da euskaraz eta euskararentzat egiten dena.

Hala da, bai. Ni neu horretan hasi nintzen, Xuxene-kin, eta gaur egun ere segitzen dugu IXA taldearen ikerketa-proiektuekin eta masterrekin. Orain, adimen artifizialarekin, ahalmen izugarria dago corpus handiak tratatzeko estatistikoki, eta ematen du ez dela beharrezkoa sintaxia, morfologia, semantika eta halakoak jakitea. Baina hizkuntzaren analisiaren eta prozesamenduaren atzean beti egongo da hizkuntza, eta hizkuntza hitzak eta estatistika baino gehiago da.

Gure ardura da gizarteari erantzuna ematea, eta alde humanistikoa ere landu behar da. Uste dut norazko horretan jarraitu behar dugula zer behar egongo diren ikusten. Ez zerekin aberastuko ote garen, baizik eta zer beharko dugun ondo bizitzeko. Hori ez da kontu tekniko hutsa, eta garrantzitsua da jendeak hori ikustea.

Alderdi humanistiko horretan sartzen da burujabetza digitala?

Ba, begira, horrekin ere badugu kezka-puntu bat. Unibertsitateak berak jarri du ikasleen eskura

Microsoften zerbitzu bat. Eta badaude intsumisoak, baina, neurri batetik aurrera, oso zaila da intsumiso izatea. Europar Batasunak badu proiektu bat unibertsitateek eta erakunde publikoek beharko luke-ten software librea garatzeko. Hori egingo balitz, errazagoa izango litzateke, baina, epe motzean, behintzat, ez dut posible ikusten.

Europar Batasunak apurtu egin behar luke Estatu Batuekiko duen menpekotasun teknologikoa, eta software librean ematen du horretarako aukera. Baina gauza hauek ondo koordinatu behar dira, eta erabiltzaileen beharrak aurreikusi behar dira; adibidez, erakundeetako langileak software berrietan trebatzea. Iruditzen zait, Europak proiektu hori aurrera eramatea lortuko balu, erakunde publiko zein pribatuetarako aukera oso ona litzatekeela menpekotasun horiek gainditzeko. Ikusiko dugu, nire ustez EHUrentzat ere aukera bikaina izango litzateke aldaketa egiteko.

Gauza asko ditugu etorkizunerako [plan estrategikoaren arbela seinalatu du]. Ea norabide egokia asmatzen dugun. ●



Sapiensen gertuko arbaso baten fosilak aurkitu dituzte Marokon

Ana Galarra Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Thomas Quarry I aztarnategiko (Casablanca, Maroko) hominino batzuen fosilak aztertuta, ondorioztatu dute gizaki modernoaren oso gertuko leinu batekoak direla. Atapuercako *Homo antecessor* gizakiaren garaikoak badira ere (773.000 +/-4.000 urte), morfologikoki desberdinak dira. Horrenbestez, ikerketak zantzu garrantzitsuak ematen ditu sapiensen, neandertalen eta denisovarren historia ebolutiboa argitzeko.

Ikertzaile-talde zabal batek parte hartu du ikerketan. Tartean, [Asier Gomez Olivencia](#) EHUKo kidea aritu da, eta *Nature* aldizkarian argitaratu dituzte [emaitzak](#). Zehaztu dutenez, fosilak Grotte à Hominidés izeneko kobazulo batean aurkitu zituzten; besteak beste, bi baraila partzial, hortz ugari eta ornoak. Hain zuzen, orno zerbikal eta toraziko batzuen azterketaz arduratu da Gomez Olivencia, eta, aitortu duenez, pozik dago ikerketan parte hartuta, garrantzi handiko lana baita.

Garai berekoak baina desberdinak

Datazioa oso zehatza izan da, sedimentuen bereizmen handiko erregistro magnetoestratigrafikoak erakusten baitu Lurraren eremu magnetikoan aldaketa nabarmen bat gertatu zen garaikoak direla (Brunhes/Matuyama muga). Aipatu bezala, garai hartakoak dira Atapuercan aurkitutako *Homo antecessor*-en fosilak; eta, garai batean sapiensen gertuko arbasotzat hartu baziren ere, gerora ikusi dute neandertalen leinura gerturatzen diren ezaugarriak dituztela. Beraz, oraindik ez dago garbi



Thl-GH-10717 baraila, Thomas Quarry I aztarnategiko Grotte à Hominidés-eko indusketan. ARG.: J.P. Raynal/ Programme Préhistoire de Casablanca.

zein den eta non bizi den sapiensen, neandertalen eta denisovarren azken arbaso komuna.

Afrikan, garai hartako fosilen hutsunea zegoen; hortaz, oraingo aurkikuntza lagungarria da hutsunea osatzeko. Ikerketaren arabera, morfologikoki, ez dira *H. antecessor*-en berdinak, garai bertsukoak diren arren. “Horrek bermatzen du *Homo sapiens* eta neandertal leinuen arteko banaketa kronologia zahar batean gertatu zela: duela 800 mila urte baino lehenago; agian, duela 1 edo 1,2 miloi urte”, azpimarratu du Gomez Olivenciak.

*“Horrek bermatzen du
Homo sapiens eta
neandertal leinuen arteko
banaketa kronologia zahar
batean gertatu zela”*

Marokoko fosilek antzinagoko *Homo erectus*aren eta geroagoko sapiensen eta neandertalen ezau-gariak uztartzen dituzte. Horrenbestez, gizaki modernoaren leinuaren jatorritik gertu kokatzen dira. Azkenik, Gomez Olivenciak gogorarazi du giza ebolutzioa ez dela lineala, baizik eta “sastraka-itxurakoa”; eta oraingo egoera, non giza espezie bakarra baitago, salbuespena dela: “orain arteko historia ebolutiboan, beti bizi izan dira aldi berean ezaugarri bereizgarriak dituen giza leinu bat baino gehiago”. ●



Magnetoestratografia-azterketa egiteko laginak hartzen.
ARG.: D. Lefèvre, Programme Préhistoire de Casablanca.



ARG.: Microgen/Shutterstock.com

Listuaren analisia, gaitzak auresateko

Ana Galarra Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Osasun-parametroak neurtzeko, odola da normalean erabiltzen den gorputz-jariakina. Oso baliagarria da organoen funtzionamendua baloratzeko, diagnostikoak egiteko, tratamenduen eraginkortasuna neurtzeko edo gaixotasun jakin batzuk izateko arriskua detektatzeko. Baina ez da jariakin erabilgarri bakarra. EHUKo ikertzaileek beste jariakin bat erabili dute, eskuratzeko errazagoa, merkeagoa eta seguruagoa: listua. Eta frogatu dute aproposa dela hainbat gaixotasun konplexu izateko arriskua detektatzeko eta neurtzeko; hala nola minbiziak, patologia kardio-baskularrak, diabetesa eta parkinsona.

Alba Hernangómez-Laderas ikertzailea, azken urteotan, buru-belarri aritu da lanean listuan gaixotasun konplexuen arriskua auresateko proiektuan, horixe izan baita haren doktore-tesiaren gaia. Jose

Ramón Bilbao Catalaren eta Nora Fernández Jiménez zuzendaritzapean egin du, EHUKo Genetika, Antropologia Fisikoa eta Animalien Fisiologia Sailean, eta [emaitza](#) oparoa izan da. Izan ere, listutik

“Listutik eratorritako datu genetikoaren base publiko handiena garatu, eta edozein ikertzailearen eskura jarri dute”

eratorritako datu genetikoaren base publiko handiena garatu, eta edozein ikertzailearen eskura jarri dute, sarbide libreko plataforma baten bidez.

Lan handia eta berritzailea izan da, aurrez ez baitzeuden listuan oinarritutako azterketa genetiko asko. Hernán Gómezen esanean, ohikoa da listua erabiltzea ahaidetasun-probetan, haietan frogatuta baitago emaitzak odolarekin egindakoak bezain fidagarriak direla. Baina, oro har, beti pentsatu izan omen da listua ez dela egokia azterketa genetikoak egiteko. “Izan ere, listuak entzimak ditu, digestioa egiten laguntzeko eta infekzioetatik babesteko. Eta uste zen DNA ere degradatzen zuela. Horregatik dago joera odola erabiltzeko. Izatez, odola fluido nagusia da diagnostikoak egiteko, eragindako ehunera iristea zaila edo ezinezkoa denean; adibidez, hesteetan zeliakia edo garunean gaixotasun neurodegeneratiboak detektatzeko”, azaldu du Hernán Gómezek.

Baieztatu duenez, odol-analisiak oso estandarizatu daude, eta ebidentzia sendoak daude odolean badaudela gaixotasun sistemikoen markatzaileak. Listuan, ordea, ez zeuden hainbeste ikerketa, eta ez zekiten gaitz sistemikoen markatzaileak aurkituko ote zituzten. Odolarekin alderatuta, baina, baditu abantaila batzuk, eta horregatik erabaki zuten ikertzea.

Abantailen adibideak aipatu ditu Hernán Gómezek: “Listua oso erraza da hartzeko, ez da profesional bat behar, odolean behar den bezala. Bada, gainera, jendea medikuaengana joateko eragozpenak dituen, edo beldurra diona orratzei, edo haur txikiak dira... Gainera, askoz ere maizago har dezakezu.



Jose Ramon Bilbao Catala eta Alba Hernangómez-Laderas, EHUko Genetika, Antropologia Fisikoa eta Animalien Fisiologia Saileko ikertzaileak. ARG.: Egoi Markaidea/EHU.

Odolaren kasuan, tartea utzi behar duzu ateraldi baten eta hurrengoaren artean. Monitorizazio bat egiteko, askoz ere errazagoa izango litzateke listua erabiltzea, betiere listuan markatzaileak egonez gero”.

Arriskua detektatu eta monitorizatu

Hori izan da, beraz, lehen helburua: ikustea ea listuan detekta eta monitoriza ote daitezkeen zenbait markatzaile, gaitzak garatzeko arriskuaren eta bilakaeraren berri emango dutenak. Gaixotasun konplexuak izan dituzte arretagune; alegia, oinarri genetikoa dutenak, baina inguruaren eraginpean ere badaudenak.

Bilbaok eman ditu azalpenak: “Azken hamarkadetan aurrerapauso handiak egin dira genetika-alorrean, eta ezaguna da gaixotasun konplexu askoren oinarri genetikoa. Izan hipertentsioa, izan



Listuaren laginak biltzeko eta analizatzeko materiala.
ARG.: Jose Ramon Bilbao Catala.

diabetesa, izan alzheimerria, badakigu badagoela oinarri genetiko bat gaitza garatzeko arriskua ematen dizuna. Ezin da ziurtatu gaixotasuna garatuko duzun ala ez, baina arrisku horrekin jaiotzen zara. Orduan, gure lehenengo galdera zen ia posible ote den jakitea pertsona batek jaiotzean arriskurik ba ote duen. Eta, arrisku hori dena delakoa izanda, etorkizunean monitorizatu ahalko den, jakiteko hurbiltzen ari ote den gaixotasuna garatzera edo ez. Horrenbestez, asmoa zen jarraipena egiteko aukera izatea, genetika oinarri hartuta eta listua erabiltzen lagin modura”.

“Listua oso erraza da hartzeko, ez da profesional bat behar, eta odola baino maizago har daiteke”

Horrek, neurri batean, prebentzio-neurriak hartzen lagunduko luke, Bilbaok gehitu duenez: “Ikusiz gero arriskua igotzen ari dela, agian egin liteke esku-hartzeren bat edo jar daiteke tratamendu bat gaitzaren garapena moteltzeko. Esate baterako, obesitatean edo diabetesean, badakigu ariketa fisikoa eta dieta egokiak gaitzaren agerpena eta garapena atzeratu dezaketela”.

Aldaketa epigenetikoak

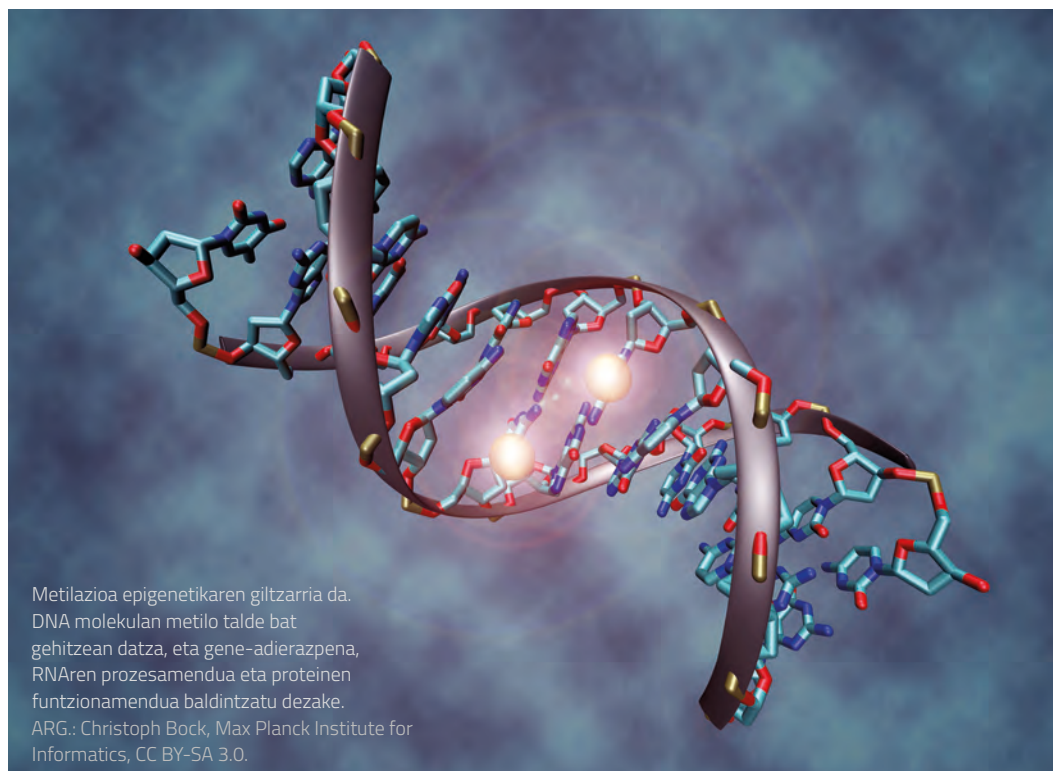
Helburua erabakita, hurrengo pausoa listu-laginak hartzea eta analizatzea izan zen. Zehaztu dutenez, 380 boluntario inguru bildu genituen, eta haiek berek hartu zuten lagina. Gero, laborategian, iker-tzaileek listuaren genoma erauzi, eta haren fun-

tzionamenduan eragin dezaketen DNAREN aldaketa epigenetikoak katalogatu zituzten.

“Aldaketa epigenetikoak ingurunearen eraginez genomaren egituraren gertatzen diren aldaketak dira. Ez dute kode genetikoak aldatzen, baina ondorioak dituzte geneen funtzionamenduan”, azaldu du Hernáñgomezek. Adibidez, metilazioa da ohiko aldaketa bat, epigenetikaren giltzarria. DNA molekulan metilo talde bat gehitzean datza, eta gene-adierazpena, RNAREN prozesamendua eta proteinen funtzionamendua baldintzatu dezake.

Horren ondorioz, gaitzak sortu edo haien garapena bizkortu daiteke.

Bilbaok esplikatu du hurrengo pausoa: “Orduan, metodo estatistiko konplexu bat erabili dugu, ikus- teko genomaren posizio bakoitzak zer inplikazio duen, alde batetik, metilazioarekin, eta, bestetik, gaixotasunarekin. Metodo horrek konparatzen ditu inplikazioaren indarra, norabideak, maiztasunak... eta esaten du, adibidez, zer arrisku duen norbaitek diabetikoa izateko, puntu jakin baten metilazioaren bidez. Edo arriskua nola handitzen duen beste pun-



tu bateko metilazioak. Horrela, joan gara ikusten, puntuz puntu, zer erlazio dagoen metilazioaren eta arrisku genetikoaren artean”.

Datu horiekin guztiekin, genetikaren eta metilazioaren arteko erlazioaren katalogoa sortu dute, eta komunitate zientifiko osoaren eskura jarri dute. “Denek dute sarbidea sortu dugun aplikaziora; hala, datu berriei aberasten joango da. Eta tresna estatistiko eta bioinformatikoen bidez, gaixotasun askoren genomen eta metilazioen arteko erlazioak aztertzeko aukera ematen du. Guk, adibidez, gaixotasun neurodegeneratiboen erlazioa ikertu dugu, eta oso emaitza onak lortu ditugu, baita gaixotasun kardiobaskularretan eta minbizietan ere”, baieztatu du Hernángomezek.

“Frogatu dute metilazioa biomarkatzaile egokia dela hainbat gaixotasunetan, eta listuan ondo mantentzen dela”

Bilbaok zehaztu duenez, minbizi-mota desberdinek aztertu dituzte, sexuaren eragina ere ikusi nahi baitzuten. Hala, bularreko minbizia eta prostatakoa aztertu dituzte. “Ez genituen ikertu nahi gizonezkoetan edo emakumeetan bakarrik agertzen diren gaixotasunak, baizik eta ikusi nahi genuen ea biomarkatzaileak aurkitzen genituen. Hau da: gaixotasun jakin batzuetan zentratu beharrean, frogatu nahi izan dugu posible dela markatzaileak aurkitzea tresna honen bidez”.

Denen eskura

Eta Bilbaok berretsi du frogatu dutela: “Ikusi dugu metilazioa biomarkatzaile egokia dela hainbat gaixotasunetan, eta listuan ondo mantentzen dela. Eta garrantzitsuena da argitaratu dugun katalogoa publikoa dela, eta, guk erabili dugun metodologiaren bidez, gaixotasun gehiagotan erabil daitekeela, haietarako ere biomarkatzaileak izateko”.

Hain zuzen, datuak denen eskura izatearen garrantzia azpimarratu du Hernángomezek: “Horrek bereziki betetzen nau: egindako lana ez izatea doktore-tesi bat aurkezteko edo artikulua bat argitaratzeko soilik, baizik eta ekarpen publiko bat egiteko. Horri esker, guretzat ez ezik, denentzat da baliagarria, eta ezagutza handia sor daiteke hortik abiatuta”.

Bukatzeko, listuaren erabilgarritasuna aldarrikatu du Bilbaok: “Guk uste dugu listuak sekretu pilo bat gordetzen dituela, eta merezi duela aztertzea. Agian baten batek galdetuko du: eta nola jakin daiteke zer arrisku daukan pertsona batek parkinsona edo garuneko beste gaixotasun bat garatzeko, listua begiratuta? Bada, gure genomak modu berean egiten duelako lana gorputzeko leku guztietan; beraz, listuaren analisi genetikoan ere azalduko dira zantzuak. Gauza bera beste gaitzekin. Hori da frogatu duguna. Listuak ematen duen erraztasunarengatik, etorkizunean oso erabilgarria izan daiteke. Ni baikorra naiz”.

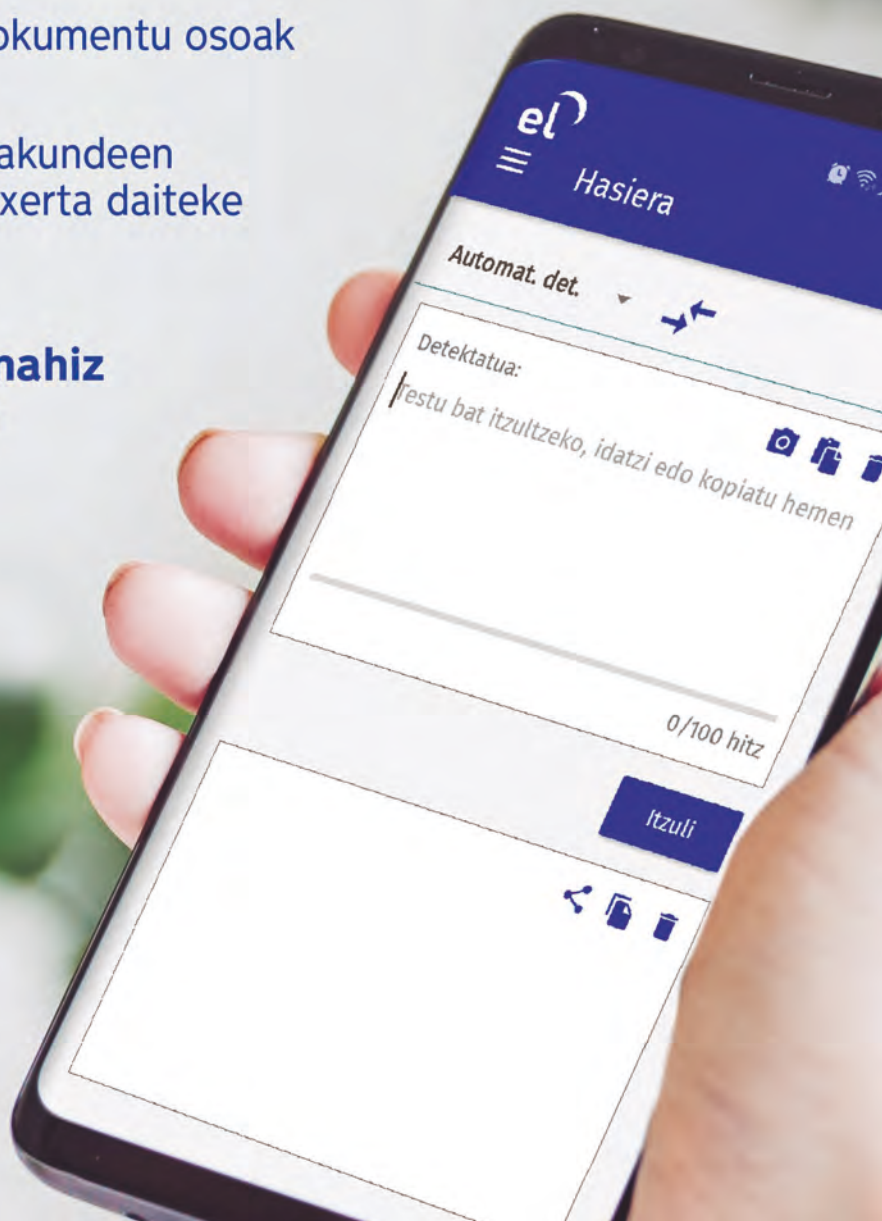
Elhuyarren itzultzaile automatikoa

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

**Webgunean nahiz
mugikorrean**

elia.eus

elia
elhuyar





Datu-zentroak hodei ilunak lur gainean

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Adimen artifizialaren eta datuen hazkunde azkarrak azpiegitura erraldoiak bultzatu ditu, ur- eta energia-eskari ikaragarriak dituztenak. Hodeia asko ari da hazten, eta gero eta itzal luzeagoa egiten ari da ingurumenari eta gizarteari.

Mugikorra erabiltzen dugun aldiro, whatsapp bat bidaltzeko, Interneten zerbait bilatzeko, Youtube ikusteko, eta, zer esanik ez, Chat GPTri galdetzeko, datuak erabiltzen ari gara. Daturik gabeko mundu

bat irudikatzea ezinezkoa da dagoeneko. Eta datuak hodeian daudela esaten diguten arren, eta horrela irudikatzen ditugun arren, lurrean daude, makinaz eta kablez osatutako datu-zentroak dira.



Munduan 10.000tik gora dira, eta izugarri ari dira ugartzen, sekulako abiadan. Adimen artifizial sortzailearen eztandak zerikusi zuzena du horretan. Izan ere, adimen artifizialak konputazio-ahalmen handia behar du, eta, horri erantzuteko, datu-zentro erraldoiak ari dira eraikitzen han eta hemen. Leku askotan arazoak sortu dituzte ingurumenean eta bertako biztanleengan; esaterako, akuiferoak agortu dituztelako. Izan ere, energia eta ura erruz behar dute erraldoi horiek; eta, gainera, asko kutsatzen dute, zarata handia sortzen dute eta ingurua berotzen dute.

[Nazio Batuen Erakundeko uraren eta saneamenduaren errelatore bereziak](#) aztertu du gaia, eta [txostenean](#) nabarmentzen du adimen artifizialari lotuta hain azkar ugartzen ari diren datu-zentroak "ur-eskari kezkagarria eta elektrizitate-kontsumoa-

ren igoera dramatikoa" ari direla eragiten. "Joera horrek arrisku larriak dakartza ur-ekosistementzat, eta ez da jasangarria etorkizunera begira", dio txostenak. Gainera, ondorioztatzen du ur- eta energia-eskari horrek asko ahultzen dituela klima-aldaketa arintzeko adostutako planak, eta arriskuan jartzen dituela oinarritzko eskubide batzuk; zehazki, "edateko ura eskuratzeko eta saneamendurako eskubidea, eta oinarritzko beharrak betetzeko elektrizitatea izatekoa".

"Energia-eskariaren hazkunde esponentziala presio handia ari da eragiten presa hidroelektriko handiak eraikitzeke, bai eta zentral termiko eta nuklearrak martxan jartzeko ere, nahiz eta horrela klima-aldaketa bizkortu eta ura kutsatzeko arriskuak areagotzen diren", ohartarazten du. "Hain zuzen ere, Amazon, Google, Meta eta Microsoft korporazioak

aliantza estrategikoak eratzen ari dira hidrokarburoen industriarekin, eta zentral nuklearrak eraikitzeko planak egiten ari dira, beren energia-eskari izugarria asetzeko”.

“Lehenengo arazoa da ezin dugula jakin benetan zenbat ur eta energia xahutzen duten”

Hala, denbora batez datu-zentroak eraikitzeari uzteko eskatzen du errelatoreak: “Estatuek eta nazioarteko erakundeek luzamendu bat sustatu behar dute, eta informazio argia eman haien ur- eta energia-kontsumoari buruz eta klima-aldaketan, uretako ekosistemen jasangarritasunean, populazio pobretuen giza eskubideetan eta ekoizpen-sektore zaurgarrien biziraupenean dituzten arriskuei buruz. Zentro horien ur- eta energia-eskariak arautzeko, lehentasunak finkatu behar dira, gardentasunean eta informazio egokian oinarrituta, jasangarritasun- eta ekitate-printzipioei jarraikiz, eta giza eskubi-deak betetzen direla bermatuta”.

Gardentasun falta

“Errelatoretza hori guk eskatu genuen”, dio Aurora Gómez Delgadok. [Tu Nube Seca Mi Río](#) kolektiboaren fundatzaileetako bat da Gómez. “Ez genuen uste kasurik egingo zigutenik, baina Pedro Arrojo errelatoreak lan horri ekitea erabaki zuen, eta nola gainera, ze sakontasun-mailarekin”, goraipatu du Gómezek. Errelatoretza horretarako Arrojo antolatutako bileretan parte hartu zuten kolektiboko kideek, beste herrialde batzuetako eta arlo askota-

ko jendearekin batera. “Ikusi genuen denok berdin geundela: datu-zentroekin oso haserre, gardentasun faltagatik”.

Izan ere, argi dagoen arren datu-zentroen arazo nagusietako bat ur- eta energia-eskaria dela, “lehenengo arazoa da ezin dugula jakin benetan zenbatetako den”, salatu du Gómezek. “Aragoin, alegazio batzuk egiten ari ginela, topatu genuen ikuskapenik gabeko putzuak eskatzen ari zirela”, azaldu du. “Ez dakigu benetan zenbat ur xahutzen duten”. *The Guardianek* argitaratutako [artikulu](#) batek agerian uzten du Amazonen estrategiaren parte dela ur-kontsumoa ezkutatzea, eta, egunkari bereko beste [artikulu](#) baten arabera, datu-zentroek aitoritzen duten baino zazpi aldiz CO₂ gehiago isurtzen dute.

[Patterns aldizkarian argitaratutako ikerketa](#) batean kalkulatu zutenez, 2025ean adimen artifizialerako datu-zentroek mundu osoan botilaratutakoa adina ur kontsumitu zuten. “Batzuetan ibaietatik kentzen dute ura, baina gehienetan akuiferoetatik”, azaldu du Gómezek. Horrek ekosistemetan eragiten du, jakina; baina, gainera, inguruko biztanleei ere ura kentzen die. “Leku askotan ikusi dugu edateko urik gabe gelditu direla. Gainera, askotan, ura kutsatu ere egiten da. Eta kontuan hartu behar da datu-zentroen atzean dagoen kate guztian zehar ere ura xahutzen eta kutsatzen dela, mineralak erauztetik hasita”.

Gure ordenagailuek bezala, datu-zentroetako makinek bero handia sortzen dute, eta etengabe hoztea behar dute. Hozte-sistema horietarako erabiltzen dute ura, eta horretan xahutzen dute energia gehiena ere. Mundu osoan kontsumitzen

Aurora Gómez Delgado
Tu Nube Seca Mi Río
kolektiboaren fundatzailea



Gorka Julio Hurtado
Teknologoa, garatzailea eta
irakaslea. Teknologia sozial eta
burujabearen aditua



den energiaren % 3-5 kontsumitzen dute datu-zentroek. Baina ez daude homogeneouski banatuta. Irlandan, esaterako, 2023an, martxan zeuden 82 datu-zentroek herrialdeko elektrizitatearen % 21 kontsumitu zuten; etxe guztiek baino gehiago. Energiaren Nazioarteko Agentziaren kalkuluen arabera, 2026an % 32ra iritsiko da kopuru hori. Aragoi, berriz, aurreikusita dauden datu-zentroek eskualdeko egungo kontsumoa halako bost ere eskatuko lukete.

Berriztagarrien itzalean

Kasu askotan, Europar batez ere, ziurtatzen dute energia berriztagarria erabiliko dutela. “Ez da bideragarria”, dio Gómezek. “Hori esaten dute, baina azken urteetan egiten ari direna da gasa ustiatzeko kontzesioa berriak lortu (Italian eta Alemanian), ixtera zihoazen ikatzeko zentral termikoak irekita mantendu (Polonian, adibidez), energia nuklearra erosi, eta, azkenaldian ikusten ari garen bezala, herrialdeak inbaditu, adimen artifiziala elikatu ahal izateko petrolioak lapurtzeko”.

Bestalde, energia berriztagarria erabilita ere, arazoa ez da konpontzen. Datu-zentro handiek duten eskaria kontuan hartuta, berriztagarriekin sortutako energiaren parte handi bat hartuko dute. Horixe gertatu da Irlandan, esaterako: 2017 eta 2023 artean, sortutako energia eoliko gehigarri guztia datu-zentroek xurgatu zuten. Horrek esan nahi du gainerako jardueratarako erregai fosilak erabiltzen jarraitu beharko dela, eta deskarbonizazioarako aukerak murrizten direla. “Trantsizio energetikoa guztiz zapuzten ari dira, horretarako beharko litzatekeen energia kentzen ari direlako”, dio Gómezek.

Uraren kasuan ere, gero eta gehiago agintzen dituzte ur oso gutxi behar duten hozte-sistema berriak. “Hori beste *greenwashing*-mota bat da, eta *bluwashing* deitzen zaio”, azaldu du Gómezek. “Beti esaten dute gutxiago gastatuko dutela, baina bada-kigu, ikusi dugu, hori gezurra dela. Herritarrei hori esaten diete, baina, eraiki ondoren, ez dago gardentasunik zenbat ur kontsumitzen duten jakiteko. Gezurra esaten dute”.

*“Trantsizio energetikoa
zapuzten ari dira,
horretarako beharko
litzatekeen energia kentzen
ari direlako”*

Ur asko behar duten arren, asko eta asko eskualde oso idorretan eraikitzen dituzte. Izan ere, horiek izaten dira lurrik merkeenak eta jendegabetuenak. “Oso leku pobretuak dira, eta gelditzen den jendea zaurgarriagoa izaten da, eta aukera gutxiago izaten dute defendatzeko, adibidez, desjabetze bati aurre egiteko”, azaldu du Gómezek. “Gainera, haien lurrek ez dute batere balio. Lurraren balioa puntu garrantzitsua da, datu-zentro handiek sekulako azalera hartzen baitute. Eta, bestetik, Iruñera edo Donostiara bazoaz datu-zentro bat ireki nahian, agintariak agian ezezkua emango dizute, beste aukera batzuk badituztelako. Baina zoaz Talavera de la Reinara, Espainiako laugarren hiri jendegabetuenera; hango udalak besoak zabalik hartuko du aurrerapenaren izenean datorren horrelako proiektu bat”. Talavera

de la Reinan (Toledo), abian da Metaren datu-zentro erraldoi bat eraikitzeke prozesua.

Araban eta Nafarroan

Euskal Herrira ere hasi dira iristen datu-zentro handiak. Nafarroan, Campus Data Navarra eraikitzeke proiektua dago, Gazolatzen. Baina proiektu gehienak Arabarako dira. Dagoeneko eraikitzen ari dira Bilbao-Arasur Data Center, Ribabellosan. Puntu estrategikoa da, han elkartzen baitira AEBtik Bilbora eta Santanderrera iristen diren urpeko hiru kableak. Arasurrekoaz gain, beste zenbait proiektu ere iragarrita daude Arabarako. Erdiak egingo balira, Arabako argindar-kontsumoa hirukoiztu egin liteke.

“Datu-zentro handiez ari gara, eta ñabardura hori oso garrantzitsua da, arazoa horietan baitago bereziki”

“Datu-zentro handiez ari gara, eta ñabardura hori oso garrantzitsua da, arazoa horietan baitago bereziki”, adierazi du Gorka Julio Hurtado informatikari eta teknologian adituak. “Datu-zentroak beharko ditugu, baina kontuan hartu behar da nolakoak diren, noren esku dauden, nola hedatzen diren, eta zer arazo sortzen dituzten”.

Euskal Herrian egingo dituztenak energia berriztagarriekin elikatuko dira, eta oso ur gutxi beharko dute. Edo hori diote, behintzat. “Informazio argirik ez dute ematen, soilik prentsa-oharrak eta *greenwashing* diruditen komunikatuak”, salatu du Juliok. “Efizientzia, optimizazioa eta halako hitzak azpima-



rratzen dituzte, baina gardentasun falta izugarria dago. Gainera, ez dute kontsumoak publikatzeko beharrik, eta, beraz, ezin dugu jakin benetan zenbat kontsumituko duten ere”.

“Eta *greenwashing*az gain, badago beste espektatiba superfaltsu bat, beti erabiltzen dutena eta inoiz betetzen ez dutena: lana sortuko duten kontu hori”, gehitu du Juliok. “Milaka lanpostu iragartzen dituzte, inoiz iristen ez direnak, dena baitago guztiz digitalizatua eta eraginkortasunera bideratua”.

“Gainera, kasu askotan gertatzen ari dena da inbertsio publikoak egiten direla (elektrizitate-sarea egokitzeke eta abarrerako) gero esku pribatu gutxi batzuetan gelditzeke; eta hori ez da zilegi”, azaldu du Juliok. Datuek ere lau enpresa pribaturen eskuetan



ARG.: KM Stock/Shutterstock.com.

*“Datu-zentroak zenbat
eta gertuago izan, hobe.
Ez dute zertan makro izan”*

bukatuko dute. “Datu-kolonialismo batean gaude, eta herritarroi zuzenean eragiten digu: desjabetuak gara gure datuetatik, esplotatuak, eta datifikatuak (etorkizunean ere ustiaria izango den datu-sorta bat bihurtzen gara). Alegia, datuen kontrola galtzen dugu”.

Burujabetza digitala

Horregatik, burujabetza gakoa da, Julioren ustez. “Datu-zentroak zenbat eta gertuago izan, hobe. Ez

dute zertan makro izan. Izan daitezke eskala anitzekoak. Ez dugu beti joan beharrik Estatu Batuetako zerbitzari batera, hemen egin badezakegu; eta gure herrian edo gure ordenagailuan bertan egin badezakegu, are hobeto. Zergatik ez dizkigute ematen udalek, adibidez, herritarrei gure datuak biltegitatzeko azpiegiturak; esaterako, industrialdeetan?”.

Adimen artifizialari dagokionean ere, gauzak egin litezke beste modu batera. “Hemen lan handia ari da egiten guretzat egokitutako beste eredu batzuk garatzen. Hor daude Hitz Zentroak garatutako Lata eta Oraik garatutako Kimu proiektuak, adibidez. Eredu txikiagoak dira, eta ez dute behar hainbeste konputazio-ahalmenik. Oso bide interesgarria da hori”.

“Eta eskala handiagokoak behar direnean, pentsa dezagun denon artean nola egin nahi dugun, baina ingurumen-inpaktuak eta sozialak oso kontuan hartuta, kontrol demokratikoarekin, eta, irabaziak baldin badaude, lekuko biztanleei itzulita”.

“Ez daukagu burua teknologia burujabetzan jarrita, inondik inora”

Parte-hartze eta eztabaida horren falta sumatzen du Juliok: “Azpiegitura horiek beharrezkoak ditugu, eta izango ditugu. Nola egingo dugun pentsatzen hasi beharko genuke, eta hor hutsune handiak ikusten ditut. Ez daukagu burua teknologia-burujabetzan jarrita, inondik inora. Eta

leku askotan alfonbra gorria ari gara jartzen enpresa pribatuei beren negozioa egiteko”.

Izan ere, askotan abantaila nabarmenak ematen zaizkie datu-zentro handiei. Adibidez, interes bereziko proiektu izendatzen dira, eta ez dute zergarik ordaindu behar izaten. Gainera, energia eta ura hartzeko lehentasuna eta prezio hobeak izaten dituzte. “Gentrifikazio energetikoa eragiten dute”, azaldu du Gómezek. “Ez dute zergarik ordaintzen, sare elektrikoa egokitu behar diegu, elektrizitate-enpresek egiten dieten beherapena herritarrok ordaintzen dugu, eta, gainera, etxetresnak hondatzen hasten zaizkigu. San Mateo del Gállegon, justu Amazonen Villanueva del Gállegoko zentroaren ondoan etxetresnak hondatzen hasi zitzaizkien, argindar-etenen ondorioz. Konpainiak erantzun zien arabazozok eragiten zituztela etenak. Arabazozok!”.



Amazonen Villanueva del Gállegoko datu-zentroaren ondoko etxeetan etxe-tresnak hondatzen hasi zitzaizkien, argi-etenen ondorioz. Arabazozoei bota zieten errua. ARG.: Cami Johnson/Shutterstock.com.



Datu-zentro handiek berriztagarriekin sortutako energiaren parte handi bat hartuko dute, eta, ondorioz, trantsizio energetikoa zailagoa izango da. ARG.: Fahroni/Shutterstock.com.

Irtenbideak

Etorkizunera begira, datu-zentroen industriak hainbat konponbide iragartzen ditu, hala nola datu-zentroak itsaspean, Artikoa edo espazioan eraikitzea, urik gabeko hozte-sistemak erabiltzea, sortzen duten beroa berrerabiltzea etxeak edo haztegiak berotzeko, eta abar. Gómezek, ordea, argi du: "Matxismoa edo arrazakeria deseraiki behar ditugun bezalaxe, teknoptimismoa ere deseraiki beharra dago. Horrela, gutxiago sinetsiko ditugu industria-ren propaganda-mezuak, eta garbiago ikusiko dugu zer teknologia nahi ditugun".

"Guk argi dugu arazoa soziala dela, eta bide bakarra desazkunde digitala dela", jarraitu du Gómezek. "Badago teknologia erabiltzeko beste modu bat: sare sozial ez-pribatiboak erabiltzea, software librea, eta abar. Burujabeak eta gureak izateaz gain, gutxiago gastatzen dute; izan ere, gure datuak xurgatzen ari den kapitalaren geruza hori kentzean, Internetek askoz gutxiago kontsumitzen du". Bestetik, Gómezek uste du adimen artifiziala oso erabilera zehatzetara mugatu beharko litzatekeela, hala nola ikerketara. "Horrela, ez genituzke

datu-zentro erraldoi horiek beharko, eta, agian, ez genuke klima-aldaketa geldituko, baina, gutxienez, ez genuke hamar aldiz areagotuko".

"Matxismoa edo arrazakeria bezalaxe, teknoptimismoa ere deseraiki beharra dago"

Desazkunde digitalarena ideia interesgarria eta beharrezko iruditzen zaio Juliori ere. Baina, horretan bakarrik arreta jarritz gero, errealitatetik urruntzeko arriskua ikusten du. "Niretzat, gakoak dira azpiegituren burujabetza ahalik eta handiena eskuratzeko, eta, ahal dela, kontrol demokratikoa; beharrezkoak diren azterketak egitea energia- eta ur-kontsumoari dagokionez, eta inpaktu soziala eta ingurumenekoa serio hartzea; gardentasunez jardutea; eta multieskalaren ideia lantzea". ●

Txatbotei jakintza eguneratu eta pertsonalizatua ematen

RAG teknika

Ezin ukatuzkoa da txatboteak eta haiek oinarri dituzten LLM edo hizkuntza-eredu handiek gai anitzi buruzko ezagutza handia dutela eta gai direla galdera ugariri modu egokian erantzuteko. Eta orobat da egia sarritan akatsak egiten dituztela erantzunean; bereziki, gai oso espezializatueta edo aktualitatezkoetan. Baina badago modua erantzun hobeak jasotzeko, RAG teknika baliatuta.

Aurrez atal honetan [adimen artifizial sortzaileaz, LLM edo hizkuntza-eredu handiez](#) eta [txatbotez](#) idatzitako [bi artikuluetan](#) azaldu dizuegu ChatGPT, Gemini, Copilot eta Claude, besteak beste, ez direla benetan adimendunak, hau da, ez dituztela egitateak ulertzen, haien inguruan arrazoitzen eta ondorioak ateratzen. Makina probabilistiko hutsak dira, hitz-segida baten hurrengo hitz probableena bueltatu eta berriz ere sarrerara kateatzen dutenak, eta probabilitate horiek testuetatik “ikasten” dituztenak. Baina ikasitako probabilitateak gordetzeko eta haiekin kalkulu berriak egiteko egitura ikaragarri handi eta konplexuak baliatzen dituztenez, “ikaste-prozesuan” testu-bilduma izugarri handiak erabiltzen direnez eta prozesu hori luzea, zaila eta garestia denez, eta hitz-segida oso luzeak eman dakizkiekeen, hizkuntzaren (hainbat hizkuntzaren) sintaxia eta semantika eta munduari buruzko ezagutza orokor handia ere ongi barneratzera iristen dira, eta gai dira nolabaiteko gaitasun logikoak diruditenak imitatze-ko. Hala, galdera edo ataza ugari ederto erantzun edo ebatz ditzakete, dagoeneko denok egiaztatu dugun moduan.

Oker, bereziki gai oso espezializatueta edo aktualitatezkoetan

Alabaina (eta hau ere guztiok egiaztatu ahal izan dugu), sarritan erantzun okerrak ematen dituzte. AAren terminologia teknikoan “[haluzinazioak](#)” de-

ritze horiei, eta ezin da aurreikusi noiz edo zergatik gertatuko diren. Batzuetan, litekeena da gaiaren inguruko informazio gehiegi izatea, informazio kontraesankorra izatea, fikzioa eta errealitatea batera agertzea... (hau da, gauza gehiegi buruan ;-). Edo galdetzeko moduak testu oker batekiko lotura piztu du. Auskalo.

Badaude, hala ere, kasu batzuk non bereziki gaizki moldatzen diren hizkuntza-eredu handi horiek. Haietako bat da galderaren gaia oso espezializatu denean. Gerta liteke gai hain berezituko testurik edo justu galdera horri erantzuten dionik ez egotea “ikasteko” eman zaizkien testuetan, edo egon bai baina gutxitan agertzea eta ezagutza hori “galtzea” beste guztiaren artean edo “ahaztea” gero “ikasi” behar izan duen guztiaren kausaz. Berriz ere, auskalo. Hori maiz gertatzen da euskal kulturari buruzko galderekin, esaterako.

Antzekoa gertatzen da aktualitatearekin oso loturik dauden gaien inguruko galderetan. Lehen esan dugunez, hizkuntza-eredu handien “ikasteko” edo entrenatzeko prozesua oso luzea eta garestia izan ohi da; datu-zentro oso ahaltsuetan eginik ere, hainbat hilabete eman ditzake. Horregatik, txatbot horietako baten bertsio berri bat ateratzen denetako, berak ezagutzen duen mundua hilabete dezente lehenagokoa izaten da, eta ez daki ezer azken aldiko

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea



gertaerei buruz, eta horrela izango da beste hilabete batzuetan zehar, hurrengo bertsioa ateratzen den arte. Beraz, guztiz ezinezkoa da LLM batek berak bakarrik duela gutxiko gertaerei buruz ongi erantzutea.

Azkenik, txatbot batek erantzun ezin dituen gaien artean dago publikoki eskuragarri ez dagoen informazioaren ingurukoa, jakina. Gure enpresa, elkarre edo erakundeko barne-dokumenturen batean dagoen informazioari buruz ezin izango diogu galdetu, dokumentu pribatu hori ez baitu txatbotak ikusi entrenamenduan.

Aipatutako kasuetan erantzun okerrak emateko aukera (edo, batzuetan, ziurtasuna, ikusi dugun bezala) arazo are handiagoa da, kontuan izanik LLMek beti erantzuten dutela zerbait eta ziurtasun osoz gainera. Berez, ez dute esaten zerbait ez dakitela edo ez daudela ziur; horretarako, aurretik jartzen zaizkie iragazki batzuk aurredefinitutako erantzun batzue-

kin, baina ez dira perfektuak eta askotan huts egiten dute horiek ere.

Konponbidea: RAG teknika

Gorago esan dugu ezinezkoa dela LLM batek berak bakarrik duela gutxiko gertaerei erantzutea. Eta konponbidearen gakoa “berak bakarrik” zehaztasunean dago. Izan ere, txatbot baten osagai nagusia hizkuntza-eredu handia bada ere, beste hainbat osagai ere behar izaten dira. Arestian aipatutako iragazkiak dira adibide bat. Eta beste bat, oso baliagarria dena aipatu diren akats-iturri guztietan, RAG teknika da.

RAG siglek *Retrieval Augmented Generation* edo “bilaketak lagundutako sorkuntza” esan nahi dute, eta, funtsean, horretan datza teknika, dokumentu-sorta batean egiten diren bilaketez baliatzean, alegia. Galdera bera LLMari pasatu aurretik, bilatzaile bati eskatzen zaio galderarekin zerikusia izan dezaketen

“Erantzunen zehaztasuna areagotzeaz gain, erantzuna zein iturritan oinarritzen den erakuts daiteke”

dokumentuak bueltatzeko, eta, gero, LLMari galdera eta dokumentuak pasatzen zaizkio, esanez dokumentu horietako informazioa baliatzeko galderari erantzuteko.

Horrek asko hobetzen ditu hizkuntza-eredu handiek aurreko atalean zerrendatu ditugun galdera-mota zailak ongi erantzuteko aukerak. Haluzinazio orokorrak egiteko joera txikiagoa izango da erantzuna daukan dokumentua edo dokumentu-sorta txiki bat ematen badiogu, berak modu lausoan kodetuta daukan informazio guztiak erantzuna probabilitetikoki aterata behar badu baino. Arrazoi beragatik, kontsulta oso espezializatuak ere hobeto erantzungo die, are gehiago kontuan izanik kasu horietan maiz informazio hori ez daukala bere barnean. Eta berdin aktualitatearekin lotutako kontsultetan: nahiz eta LLMak ez jakin ezer gertaera berriez, inoiz “ikusi” ez dituelako, haien inguruko dokumentazioa pasatuta ongi erantzuteko gai izango da.

Erantzunen zehaztasuna areagotzeaz gain, RAG teknikak beste abantaila handi bat du: erantzuna zein iturritan oinarritzen den erakuts daiteke. Hala, erabiltzaileak ziurtatu dezake erantzuna zuzena den edo ez (RAGa baliatuta ere izan baitaitezke okerrak erantzunak), eta erantzunaz haragoko informazioa jaso dezake, eta ezagutza handitu.

RAG teknika ere ez da perfektua, jakina. Baliagarria izateko, bilaketak ongi funtzionatu behar du. Galderari erantzuten dion informazioa ez badago bilaketaren lehen emaitzen artean, edo informazio okerra edo kontraesankorra badago, gero LLMak zailtasunak izango ditu haietan oinarrituta erantzun egokia emateko.

Hasieran hala ez bazen ere, gaur egun txatbot eza-gunenek RAGa baliatzeko aukera ematen dute. ChatGPT-k, adibidez, 2024ko urrian jarri zuen RAGa egiteko aukera. Txatbotari galdera egitean, iruditzen bazaigu webean bilatuta hobeto erantzungo digula, “Web Search” aukera markatu dezakegu; eta guk esan gabe ere, batzuetan berak erabakitzen du bilaketak lagundu dezakeela, eta egiten du. Horrelakoetan, “Webean bilatzen...” moduko mezu bat erakusten du hasieran, eta iturriak erakusten ditu erantzunarekin batera. Bestalde, Googleren NotebookLM tresna ezaguna RAGaren antzeko kontzeptu baten oinarritzen da, baina bilaketarik gabe: guk zuzenean igotzen ditugu galderei erantzuteko baliatuko dituen dokumentuak.

Lehen zerrendatutako kasuetatik azkena, norberaren erakunde barruko informazioaren inguruko galderena, konpontzeko ere balio du RAG teknikak. Gure barne-dokumentuetan bilatuko duen bilatzaile bat eraikiz gero, barruko erabilerarako txatbot bat egin dezakegu, gure lana erraztuko duena. Hala ere, kasu horretan LLMa ere erakunde barruan izan beharko genuke, ez baita batere ideia ona gure dokumentu pribatuak erraldi teknologikoen txatbotetara igotzea... Zorionez, badaude horretarako aukerak, esaterako [Oraik garatutako txatbota: Kimu](#). SLM edo hizkuntza-eredu txiki bat da (eta, ondorioz, martxan jartzeko merkeagoa eta jasangarriagoa), oso ondo dabilena ohiko lan-atazetan eta euskaraz ere ederto dakiena, norberaren zerbitzarietan instalatzeko pentsatua. Eta metodologia horrekin berarekin (gure dokumentu publikagarrien bilatzailea RAGa egiteko eta LLM edo SLM propioa), gure webgunerako txatbot espezializatu bat ere eraiki dezakegu. ●

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

Jarrai iezaguzu



Edinburgoko zazpiak

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

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

1870eko azaroaren 18ko arratsaldean, hotz egiten zuen Edinburgon. Iluntzen hasia zen, eta jendetza pilatzen ari zen Surgeons' Hall-en inguruan. Zazpi emakume agertu ziren. Eta zarata lehertu zen. Oihuak, txistuak, barreak eta irainak. Lokatza, zaborra eta harriak jaurti zizkieten. Emakume haiek medikuntzako ikasleak ziren, eta anatomia-azterketa bat egitera zihoazen Surgeons' Hallera. Ez zen mespretxua jasaten zuten lehen aldia; bai, agian, bortitzena.

Lortu zuten barrura sartzea, eta hasi ziren azterketa egiten. Horretan ari zirela, ardi bat agertu zen gelan, unibertsitateko maskota. "Utz diezaigun gelditzen —proposatu zuen irakasleak—, hona ekarri dutenek baino adimen handiagoa dauka".

Urte eta erdi lehenago hasi zen dena. 1869ko martxoan, Sophia Jex-Blakek medikuntza ikaste-ko plaza eskatu zuen Edinburgoko Unibertsitatean. Eskaera atzera bota zuten, argudiatuz unibertsitateak ezin zituela beharrezko aldaketak egin "dama bakar batengatik". Orduan, Jex-Blakek artikulua bat argitaratu zuen *The Scotsman* egunkarian, emakume gehiagok bat egin zezaten bere eskaerarekin.

1869ko udan, bost emakumek egin zuten unibertsitatean matrikulatzeko eskaera. Eta unibertsitateak onartu egin zituen. 1869ko urriaren 19an unibertsitateara sartzeko azterketara aurkeztu ziren 152 hautagaietatik bost emakumeak izan ziren. Haie-tako lau lehen zazpi postuen artean gelditu ziren.

Urte hartan bertan, beste bi emakume gehitu zitzaizkien. Britainia Handian unibertsitatean matrikulatu ziren lehen zazpi emakumeak izan ziren: Sophia Jex-Blake, Isabel Thorne, Edith Pechey, Matilda Chaplin, Helen Evans, Mary Anderson eta Emily Bovellet; "Edinburgoko zazpiak".

"Zazpi Edinburgoren aurka" izena ere erabili zuten, unibertsitatean sartzea onartu bai, baina ez baitzizkieten gauzak erraz jarri. Hainbat arau eta baldintza jarri zizkieten. Hasteko, noski, ezingo zuten gizonezko ikasleekin batera joan eskolatera, eta, irakasleek hain ikasle gutxiri eman behar zizkietenez eskolak, gizonezkoek baino gehiago ordaindu beharko zuten.

Gainera, arau berrien arabera, irakasleek baimena zuten emakumeei eskolak emateko, baina ez zeuden derrigortuta. Zazpi emakumeek irakasle bakoitza konbentzitu behar zuten haiei eskolak emateko. Eta irakasle guztiek ez zituzten ongi hartu. Batzuek uko egin zioten haiei eskolak emateari.

Medikuntza, askoren ustez, ez zen emakumeentzako jarduera egokia: ez moralki, ez fisikoki. Eta batzuek iradoki zuten emakumeak unibertsitatean onartzeak maila jaistea eragingo zuela. Ikasle gizonen artean ere aurkakotasun handia sortu zen. Eta prentsak ere eztabaida elikatu zuen, sarritan tonu ironiko edo mespretxuzkoan.



Hala ere, ofizialki unibertsitateko ikasleak ziren. Eta ez ziren ikasle txarrak. Kimikako azterketa egin zutenean, ikasle guztien arteko notarik onena Edith Pecheyk atera zuen. Ez zioten eman, ordea, meritu horrek berez zekarren saria. Eta, gainera, gizon guztien gainetik gelditu izanak are gehiago okertu zituen gauzak. Honela idatzi zuen Pecheyk berak: "Argi zegoen gure arrakasta iraingarriago zitzaiela, porrota baino".

Gero eta ikasle gehiago hasi ziren haien aurka. Ateak muturretan ixten zizkieten, beren ohiko eserlekuetan eseri eta hurbiltzean barre eta iseka egiten zieten, zigarroen kea aurpegira botatzen

zieten, gutun lizunak bidaltzen zizkieten, edo jendaurrean oihukatzen zizkieten lizunkeriak, eta kalezulo bakartietan jazartzera ere iritsi ziren. “Gure egonaldia ahalik eta deserosoena izan zedin konspirazio bat sortu izan balitz bezala zen”, idatzi zuen Jex-Blakek.

“Ez genuen titulurik lortu, baina lortu genuen gaia aldatzea”

Irakasleen artean ere, gero eta gehiagok egiten zioten uko emakume haiei eskolak emateari, baita hasieran horretarako prest zeuden batzuek ere. Eta ospitalean praktikak egiten ere ez zieten utzi; haien onerako omen: gaixotasun okerrenekin aurrez aurre aritzeak haien sentsibiltate delikatuak minduko zituelako.

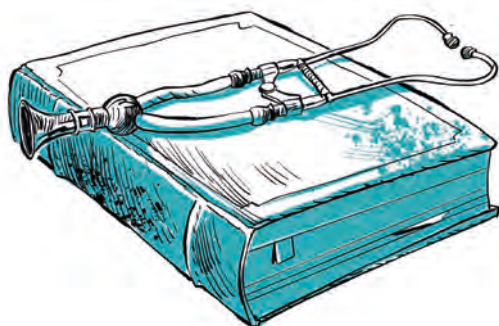
Giro horretan iritsi ziren Surgeons’ Halleko istilura. Egunkariak istilu haren berri eman zuten. Horren ondotik, zazpi emakumeak babes publikoa lortzen hasi ziren. Emakume gehiago matrikulatu ziren medikuntzan. Mediku batzuk ere hasi ziren haien alde egiten, eta haiei medikuntza irakasteko oso prest zeudela adierazten. Emakumeentzako medikuntza-hezkuntza bultzatzeko batzorde bat ere sortu zuten, 300 bat afiliaturekin.

Unibertsitatean, ordea, aurkako haizea indartu egin zen. Matrikulatu eta lau urtera, 1873an, auzitegi

gorenak ebatzi zuen emakumeei ezin zitzaiela titulurik eman, eta, areago, Unibertsitateak ez zuela eskubiderik emakume haiek matrikulatzeko ere.

“Ez genuen titulurik lortu, baina lortu genuen gaia aldatzea”, idatziko zuen Thornek urte batzuk geroago. Izan ere, ez zuten etsi. Zazpi emakume haietatik bostek Suitzan eta Frantzian lortu zituzten tituluak eta mediku izatera iritsi ziren. Jex-Blakek, gainera, gogor lan egin zuen emakumeentzako medikuntza-eskolak sortzeko Londresen eta Edinburgon.

Edinburgoko Unibertsitatean emakumeek ezin izan zuten matrikulatu 1892ra arte. 2019ko uztailean, unibertsitatean matrikulatu zirenetik 150 urtera, Edinburgoko Unibertsitateak Medikuntzako ohorezko tituluak eman zizkieten Edinburgoko zazpiei. ●





www.hikhasi.eus



hik hasi

Hezkuntza eraldatzeko

*Izan zaitez
hikhasitarra!*

Hezkuntza, heziketa eta
haziera gaitan informatuta
egon nahi baldin baduzu.

“Lehiakorra izatea ondo dago, izan behar denean”

Ana Galarrraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Irati Mitxelena Balerdi

Neurozientzialaria eta atleta



ARG.: CIC Biogune

Irati Mitxelena Balerdi

Donostia, 1998.

- Neurozientzietako gradua ikasi zuen Cincinnati-ko Unibertsitatean (AEB), **kirol-beka bati esker**.
- **Neurozientzia Kognitiboa masterra** egin zuen EHUn, eta orain CIC Biogunen ari da tesia egiten, **alboko esklerosi amiotrofikorako tresna genetikoak** ikertzen.
- Horrekin batera, **luzera-jauzian** lehiatzen da, maila gorenean.

Ez da erraza Irati Mitxelena Balerdirekin hitzordua jartzea, tesiaren azken urtean egoteaz gain (CIC Bioguneren Biologia sintetikoko laborategian), atleta baita. Luzera-jauzia da haren espezialitatea, eta goi-mailan aritzen da. Eta, hala ere, hartu du tarte bere bizipenen berri emateko.

Hala, gogora ekarri du nola sartu zen ikerketan: "Batxilergoko bigarren mailan nengoenean, neurozientzia-arloaren berri izan nuen, eta orduan konturatu nintzen hori zela egin nahi nuena". Euskal Herrian neurozientziak ikasteko aukerarik ez zegoenez, eta atletismoan marka onak zituenez, neurozientzien gradua zeukaten AEBko unibertsitate batzuekin jarri zen harremanetan. Eta Cincinnati Unibertsitatean ikasteko eta entrenatzeko beka bat lortu zuen. "Beti esan dut atletismoari esker lortu dudala ikastea nik nahi nuena", baieztatu du.

Gradua amaitutakoan, Euskal Herrira itzuli zen, eta neurozientzia kognitiboan egin zuen masterra. Horren ondotik, doktoretza egitea aukeratu zuen, eta, orain, CIC Biogunen dabil ikertzen, alboko esklerosi amiotrofikoan (AEA). "Tesian, edizio genetiko nola erabili aztertzen ari naiz, AEAn dauden mutazioak zuzentzeko. Izan ere, AEA gaixotasun neurodegeneratibo bat da. Ez dakigu oso ondo zerk sortzen duen edo nola gertatzen den, baina badakigu oinarri genetiko oso handia duela; alegia, mutazio pila bat daude AEAn lotuta. Horiek zuzentzeko tresna bat lortzea da helburua".

Kirolean eta ikerketan, antzera

Bi arlo hain desberdinetan bikaintasuna lortzea ezi-nezkoa delakoan, badirudi bietako bat aukeratzera behartuta egon behar duela batek. Mitxelenak, ordea, bietan jarraitzen du, zorrotz, eta helburu gorenekin. Azken finean, biek antza dutela dio Mitxelenak, zentzu askotan: "Azkenean helburu batzuk ditugu, nire kasuan oso definituak. Eta helburu horiek lortzeko lan asko egin behar da; gainera, jakin gabe bilatzen duzuna lortuko duzula".

Ziurgabetasunaren aurrean nola jokatu ere antzekoa da bietan. "Askotan pentsatzen dut parekoak direla esperimendu bat ondo ez ateratzea, eta entrenatu eta lehiaketan helburua ez lortzea. Eta, horrelakoak gertatzen direnean, erantzuna berdina da: berriro itzultzea lanera, berriz saiatzea, berriz entrenatzea. Jakinda egun batzuetan lortuko duzula emaitza, eta beste batzuetan ez".

Epe laburrean, helburuak garbi ditu. Batetik, tesiaren laugarren urtea egiten ari da, eta aurten bukatu nahiko luke. Eta, bestetik, hurrengo bi urteetan atletismoa lehenesteko asmoa du, Los Angelesen jokatuko diren Joko Olinpikoetara begira: "Izan ere, badakit ez zaidala denbora asko geratzen lehiaketan" [27 urte ditu].

Hala ere, ez daki lortuko duen, batez ere, lanarekin uztartu behar badu, zientzian ere jarraitu nahi baitu. Ñabardura bat ere egin du, ordea: "Niri zientzia gusatzatzen zait; baina ez asko nola dagoen antolatuta", esan du.

Zergatiaz galdetuta, haxe erantzun du: "Uste dut oso lehiakorra naizela. Baina iruditzen zait lehiakorrra izatea ondo dagoela, izan behar denean, eta zientzia, batzuetan, lehiakorregia dela. Azkenean, indar handiegia du zer argitaratzen duzun, non argitaratzen duzun, eta nik uste dut beste gauza batzuek garrantzi handiagoa dutela. Nire kasuan, adibidez, garrantzitsuagoa da pertsona horiei laguntzea. Baina, azkenean, nola bestea baloratzen den, proiektuak ere desberdin egiten dira, eta ni ez nago horren oso alde". ●



Elkarrizketa osoa
zientzia.eus/webgunean

Linea elektrikoko komunikazioak: behe-tentsioko sare elektrikoen kontrolaren bizkarrezurra

Zer gertatzen da sare elektrikoa ez bada soilik energia banatzeko erabiltzen, baizik eta informazioa bidaltzeko ere bai? Hori da linea elektrikoko komunikazioen (PLC) oinarria: sare elektrikoko kable berberak erabiltzea datuak transmititzeko. Teknologia hau ez da etorkizunerako proposamen bat, baizik eta gaur egun behe-tentsioko sare elektrikoko kontrola gauzatzeko erabiltzen den teknologia estrategikoa.

2015eko Pariseko Klima Akordioaren helburu nagusietako bat, Nazio Batuen Erakundearen babespean sustatua, karbono-neutraltasunera bideratutako ekonomia global bat lortzea da. Akordio horrek epe luzerako helburu argiak ezartzen dizkie herrialde guztiei; besteak beste, berotegi-efektuko gasen emisioak murriztea, mende honetako tenperaturaren igoera 2 °C-ra mugatzeko helburuarekin. Europar Batasunak konpromiso horiek bere arau-esparruan txertatu ditu, 2019ko Europako Itun Berdearen eta 2021eko Europako Klima Legearen bidez. Araudi horiek zehazten dute 2030erako emisioak % 55 murriztu behar direla, 1990eko mailarekin alderatuta. Testuinguru honetan, elektro-mugikortasuna (e-mugikortasuna) eta energia berriztagarrien sorkuntza banatua funtsezko elementuak dira gizartearen erregai fosilekiko mendekotasuna murrizteko eta trantsizio energetiko jasangarri baterako bidea egiteko.

Azken urteotan, sare elektrikoak aldaketa sakonak bizitzen ari dira, teknologia berrien eta energia-

iturri berriztagarrien integrazioaren ondorioz. Lehen zentral handietan oinarritutako sistema zentralizatua zen nagusi, non sare elektrikoan parte hartzen zuten partaide guztien rola oso ondo definituta zegoen: sorkuntza, zentral elektrikoaren ardura zen; garraioa eta banaketa, enpresa elektrikoaren ardura; eta kontsumoa, erabiltzaileek eta enpresek egiten zuten. Dena dela, gaur egun gero eta gehiago dira energia ekoizten duten erabiltzaileak, hala nola eguzki-panelak dituzten etxeak edota komunitate energetikoak. Energia berriztagarrien iturri bantuen kontsumitzaile asko "prosumer" (ingelesezko "producer"/ekoizle eta "consumer"/kontsumitzaile hitzetatik datorrena) bilakatu dira: energia kontsumitzez gain, ekoiztu eta sarean txertatzen dute. Horrek sarearen egitura eta funtzionamendua guztiz aldatu ditu. Gainera, eguzki-panelek sortutako energia-soberakinak metatzen dituzten baterien eta ibilgailu elektrikoaren karga-puntuen ugaritzeak aldatu egin ditu sareko energia eskatzeko ereduak, eta horrek malgutasun eta koordinazio handiagoa eskatzen ditu.



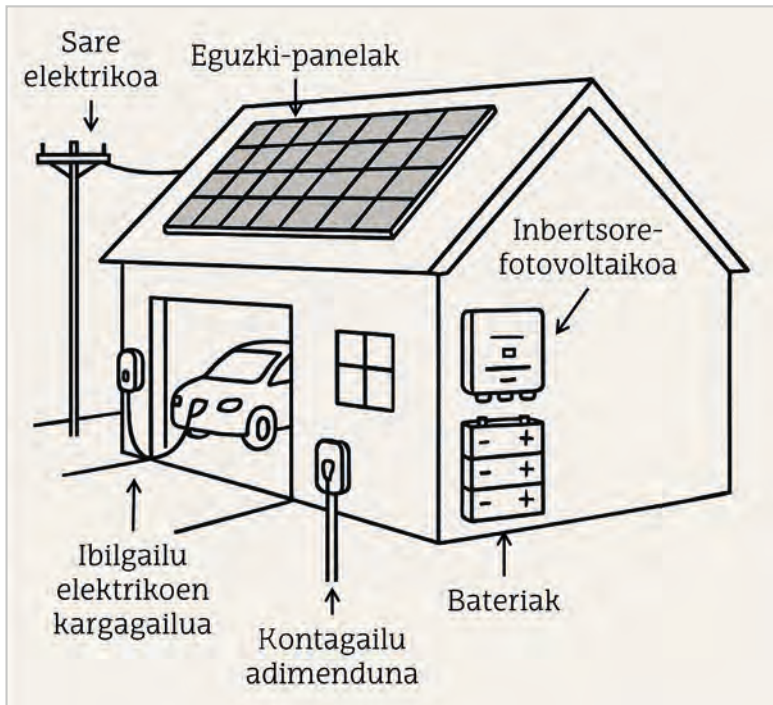
**Idatzi zuk zeuk
Gai librean atalean**

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

Alexander Gallarreta Canteli, Jon González Ramos
EHUko Gipuzkoako Ingeniaritza Eskolako irakasleak

Javier Vildósola Arregui
EHUko Bilboko Ingeniaritza Eskolako ikertzaile doktoregaia

Itziar Angulo Pita, Igor Fernández Pérez, David de la Vega Moreno, Amaia Arrinda Sanzberro
EHUko Bilboko Ingeniaritza Eskolako irakasleak



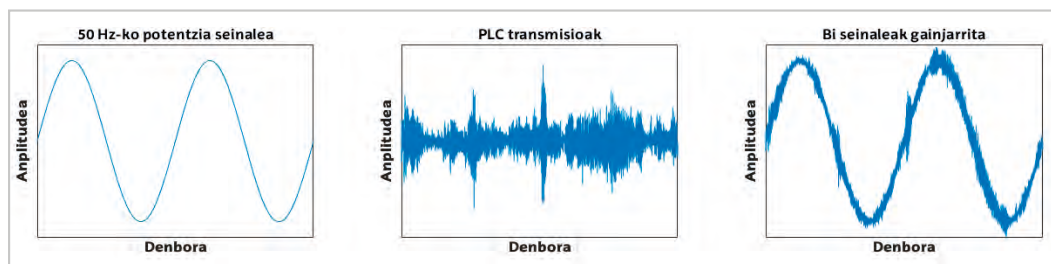
Sare elektriko modernoetan aurki daitezkeen gailuak.

Testuinguru horretan, energia berriztagarrien sorruntza banatua eta kontsumoaren kontrol adimenduna ezinbesteko bihurtu dira. Sare elektrikoaren egonkortasuna bermatzeko, beharrezkoa da ekoizpena eta kontsumoa orekatzea une oro, eta horretarako funtsezkoak dira teknologia berrien bidezko monitorizazioa eta automatizazioa.

Aldaketa horrek sare elektriko adimendunetara igarotzea ekarri du, hau da, denbora errealean energia berriztagarriaren aldakortasuna kudeatzeko, kontsumoa optimizatzeko eta eraginkortasuna hobetzeko gai diren sistemetara. Digitalizazioak funtsezko rola izan du prozesu honetan: sentsoreak, monitorizazio-sistemak, kontagailu adimendunak eta energia-kudeaketarako plataformak integratu dira, sarearen egoera denbora

guztian kontrolatzeko eta eskaeraren arabera erabakiak hartzeko.

Sare elektrikoaren automatizazio modernoa ez zen posible izango komunikazio-sistemarik gabe. Horren barruan, linea elektrikoaren komunikazio-teknologia (PLC, ingelesezko "Power Line Communication" dela eta) funtsezko bihurtu da. PLC sistemek sare elektrikoaren bera erabiltzen dute datuak bidaltzeko eta jasotzeko euskarri gisa, kable gehigarriarik gabe. Izan ere, PLC transmisioak 50/60 Hz-ko potentzia-seinalearen gainean gainjartzen dira, eta horrela, 230 V-eko tentsio efikazeko elektrizitate-jarioa eta datu-komunikazioak aldi berean sare elektrikoaren bidez hedatzen dira. Horri esker, energiaren banaketa-sarearen azpiegitura aprobeztatuz, gailu adimendunen ar-



50 Hz-ko potentzia seinalearen eta PLC transmisioen gainjartzea.

teko komunikazioa ahalbidetu da, eta instalazio-kostuak murriztu dira.

PLC teknologiaren bidez, kontagailu adimendunak, transformadoreak eta beste hainbat osagai sarearekin konektatzeko aukera daukate, denbora errealean informazioa trukatzeko. Horrek aukera ematen du kontsumoa monitorizatzeko, matxurak detektatzeko eta sarearen funtzionamendua optimizatzeke. Teknologia honek hainbat protokolo erabiltzen ditu 2 kHz eta 500 kHz-eko maiztasun-tartean, hala nola *PRIME*, *Meters&More* eta *G3-PLC*, bakoitza aplikazio eta eskakizun tekniko desberdinetara egokitua.

Etxebizitza eta enpresa bakoitzak, gutxienez, kontagailu adimendun bat dauka, eta kontagailu horrek energia-kontsumoaren edo sorkuntzaren datuak biltegitratzen ditu. Datu horiek modu automatizatuan transmititzen dira, eta ez da beharrezkoa teknikari baten presentzia irakurketak eskuz erregistratzeko. Informazio hori sare elektrikoaren kableen bidez bidaltzen da transformadoreetan kokatutako datu-kontzentratzaileetara. Kontzentratzaileek hainbat kontagailuren datuak jasotzen dituzte, eta, ondoren, informazio hori energia-enpresetara bidaltzen dute. Horretarako, teknologia desberdinak erabiltzen dira, hala nola 3G, 4G, zuntz optikoa edo sare lokalak, komunikazioaren distantzia eta ingurune teknologikoaren arabera.

Gainera, PLC sistemek sarearen fidagarritasuna handitzeko mekanismoak dituzte. Kontagailu adimendunek errepikagailu gisa jardun dezakete. Hau da, beste kontagailu bat kontzentratzailearekin zuzenean konektatu ezin denean, informazioa inguruko kontagailuren baten bidez birbideratu daiteke. Horrela, sareak komunikazio-bide alternatiboak sortzen ditu eta interferentzia handiko edo estaldura eskaseko inguruneetan ere datuak modu fidagarrian transmititzeko gaitasuna mantentzen du. Mekanismo honek nabarmen hobetzen ditu sarearen erresilientzia eta komunikazio-sistemaren sendotasuna, eta funtsezkoa da energia-banaketa adimendun eta egonkor baterako.

PLC komunikazioak mundu osoan erabiltzen dira, eta bereziki zabaldu dira Europako hainbat herrialdetan, hala nola Espainian, Frantzian, Italian eta Alemanian. Espainian, adibidez, kontagailu adimendunen hedapena PLC bidez egin da nagusiki, eta zenbait enpresak —Iberdrola eta Endesa, adibidez— teknologia hau erabili dute sarearen digitalizazioa bultzatzeko.

PLC teknologiek hainbat erronka tekniko dituzte. Lehenik eta behin, sare elektrikoa ez dago datuak transmititzeko diseinatuta, eta kasu batzuetan komunikazioak ez dira modu egokian gauzatzen. PLC komunikazioak galarazten dituzten fenomeno garrantzitsuenak nahi gabeko emisio gidatuen in-

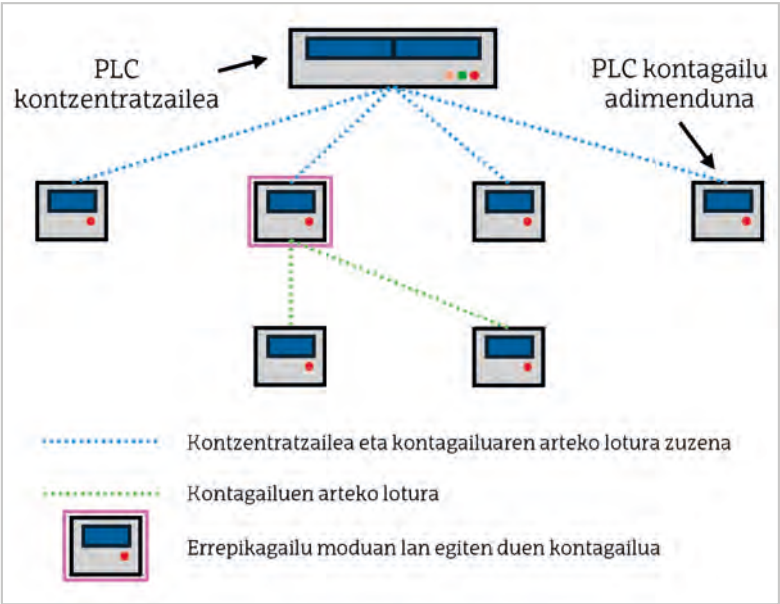
terferentziak, sarearen inpedantzia aldakorra eta seinaleen ahuldura handia dira.

Hasteko, nahi gabeko emisio gidatuak sare elektriko kora konektatutako etxetresna eta gailu elektriko guztiek sortzen dituzten zarata elektromagnetikoak dira. Hauek, PLC komunikazioen seinaleak interferitu ditzakete, bi fenomenoak maiztasun-banda berean gerta daitezkeelako. Gainera, emisio gidatu hauek nabarmenagoak dira potentzia-elektronika inplementatzen duten gailuetan, hots, plaka foto-voltaikoen inbertsoreetan eta ibilgailu elektrikoaren kargagailuetan, energia-kantitate handiak sortzen edo kontsumitzen baitituzte. Bestalde, seinalearen ahuldura distantzia handietan gertatzen da, eta horrek transmisioaren kalitatea murrizten du. Gainera, PLC sistemek banda-zabalera mugatua dute, eta horrek datu-kopuru handiak transmititzeko gaitasuna mugatzen du, aplikazio konplexuetan eragina izan dezakeena. Segurtasunari dagokionez, datuak sare elektrikoaren bidez bidaltzen direnez, enkriptazio eta autentifikazio-sistemak beharrezkoak dira

datuen konfidentzialtasuna bermatzeko. Azkenik, sare elektriko zahar edo konplexuetan estaldura irregularra izan daiteke, eta horrek komunikazio-hutsuneak sor ditzake. Hala ere, erronka horiek gorabehera, PLC teknologiak oraindik ere funtsezko rola betetzen du sare elektriko adimendunen garapenean eta energia-sistemaren digitalizazioan.

Etorkizunari begira, PLC komunikazioek bilakaera garrantzitsua izango dute, sare elektriko adimendunen eskakizun gero eta handiagoetara egokitzeko. Bilakaera horretan, nabarmentzekoa da banda-zabaleko PLC (BPL, ingelesezko "Broadband over Power Lines") teknologia, 1 MHz eta 30 MHz bitarteko maiztasun-tartean funtzionatzen duen PLC bertsio aurreratua. BPL sistemek banda zabalekoa eskaintzen dute, eta, horri esker, datu-transmisioaren abiadura eta edukiera nabarmen handitzen dira, aplikazio konplexuagoak eta denbora errealeko zerbitzuak ahalbidetuz. Teknologia honek aukera ematen du, adibidez, energia-kudeaketa aurreratua eta sarearen egoeraren monitorizazio

PLC kontzentratzailearen eta kontagailu adimendunen arteko komunikazioak errepikagailu moduan dagoen kontagailu batekin.



zehatza PLC bidez integartzeko. Gainera, BPL sistemek interferentzien aurrean erresistentzia handiagoa dute eta estaldura hobea eskaintzen dute hiri-ingurune zein industria-guneetan. Hori dela eta, BPL etorkizuneko energia-sare adimendunen oinarrietako bat bihurtzen ari da, eta energia-enpresak gero eta gehiago ari dira teknologia hau probatzen eta ezartzen, sarearen digitalizazio sakonago baterako bidea eginez.

Euskal Herriko Unibertsitateko Bilboko Ingeniaritza Eskolako TSR ikerketa-taldeak (Tratamiento de la Señal y Radiocomunicaciones) hamar urte daramatza sare elektriko adimendunetarako komunikazio-sistemen inguruan lan egiten, bereziki PLC teknologiaren aplikazioan. Taldearen ikerketa nagusietako bat PLC komunikazio-kanalaren ezaugarriak aztertzea da, sare elektrikoaren bidezko datu-transmisioaren errendimendua eta fidagarritasuna hobetzeko helburuarekin.

Horretarako, 9 kHz eta 10 MHz artean sarearen portaera ezaugarritzeko neurgailu propioak garatu ditu TSR taldeak, baita PLC seinaleen ahultzea, sarearen inpedantzia eta interferentzia-mekanismoak aztertzeko tresnak ere. Neurketa hauek ezinbestekoak izan dira PLC teknologiaren bidezko komunikazioetan sortzen diren interferentzia-mekanismoak identifikatzeko, bai laborategiko esperimentuen bidez, bai sare errealetan egindako probetan. Jasotako datuak, gainera, metrologia-ikerketako lanetan erabili dira, potentzia-kalitatea neurtzeko tresnek erabiltzen dituzten tekniken ziurgabetasuna aztertzeko.

TSR taldearen lanak eragin handia izan du nazioarteko estandarizazioan ere: parte hartu du EURAMET erakundeak eta Europar Batasunak finantzatutako EMPIR-SupraEMI, EPM-Met4EVCS eta EPM-SBS Uncert europar proiektuetan, eta

ekarpenak egin ditu IEC, CENELEC eta CIGRE bezalako erakundeen lantaldeetan, estandar berriak definitzeko eta txosten teknikoak prestatzeko prozesuetan.

Laburbilduz, PLC sistemak gaur egungo sare elektriko adimendunen oinarri teknologiko nagusietako bat bihurtu dira. Bere gaitasunari esker, sare elektrikoaren azpiegitura beraren bidez datuak transmiti daitezke, eta horrek aukera ematen du kontsumoa eta sorkuntza banatua denbora errealean kontrolatzeko. PLC sistemek sarearen egoeraren monitorizazioa, matxuren detekzio automatikoa eta energia-fluxuen optimizazioa ahalbidetzen dituzte, eta horrela, sarearen eraginkortasuna eta egonkortasuna bermatzen laguntzen dute. Etorkizunari begira, BPL bezalako teknologia aurreratuak datu-transmisioaren ahalmena handituko dute, baina dagoeneko argi dago PLC sistemak ezinbestekoak direla sare elektrikoaren digitalizazio- eta automatizazio-prozesuan. ●

ESKERRAK

Lan hau Eusko Jaurlaritzak finantzatu du IT1910-26 dirulaguntzen bitartez. Lan hau Espainiako Gobernuaren PID2025-1705610B-I00 dirulaguntzaren bidez (SEFONIS proiektua) ere finantzatu da, MCIN/AEI/10.13039/501100011033 eta Eskualdeen Garapenerako Europar Funtsaren (ERDF/UE) eskutik.



SAREAN+

Bibliografia, webgunean

Kristina Mardaras

Bizitza herrigintzari emana

eta Kepa Matxain, Shu Otero,
Jokin Bergara eta Cira Crespo



Egin zaitez Jakinkide

Jakin dabilen
pentsamendua



Araua eta argia

Zer esan nahi du existitzeak? Zer esaten du naturaren funtsezko portaera azaltzen duen teoriak, errealitatearen izaerari buruz? Gai hau mende bateko eztabaida sutsu baten iturri izan da. Artikulu honetan, mekanika kuantikoa interpretatzeko erronkan murgiltzen gara, galdera sakon eta deserosoz jositako uretan.



1. irudia. Baso bakarti batean eroritako zuhaitza. ARG.: Mabel Amber/Pixabay.

Zuhaitz bat baso bakarti batean erortzen da, izakirik inguruan ez delarik. Zaratarik egiten al du zuhaitzak erortzean? Bi erantzun posible: bai ala ez. Galdera hori jaso zuen lehenengo testuak ezezko erantzuna eman zuen^[1]. Soinua gure belarriek hautematen duten sentrazioa dela azaltzen zen bertan, eta, beraz, izaki belarridunen faltan, zaratarik ez dela gertatzen arrazoitzen zen. Bestalde, kuadrillakoei egin nien galdera, gutako baten ezkontzan geundela, eta lagun batek baiezeko erantzuna defendatu zuen irmo. Soinua airean hedatzen den uhina dela eta, izaki belarridunak ez egon arren, zarata bada-

goela azaldu zidan. Nork ote arrazoa? Bada, biek eta inork ez.

Erantzun kontraesankor hauek errealitatearen izaera ulertzeko aurrez aurreko bi marko filosofikoren erakusgarri dira. Zer esan nahi du existitzeak, azken finean? Ezezko erantzunak ikuspegi subjektibo idealista du, soinuaren izatea izakion pertzepziora baldintzatzen du eta. Aldiz, baiezeko erantzunak, soinua izakiekiko independenteki existitzen dela aitortzean, ikuspuntu errealista hartzen du.

Errenazimentutik XX. mendera arte garatutako fisika, gaur fisika klasikoa deritzoguna, naturaren ulermen errealistan oinarritzen zen. Pertzepzioarekiko independentea den errealitate objektibo bat existitzen da, eta zientziaren xedea errealitate hori azaltzea da. Horretarako, magnitude fisikoak erabiltzen ditugu: posizioa, denbora, energia, etab., horietan adierazten baitute, azken finean, munduaren errealitatea. Gainera, propietate horien eboluzioa determinista eta itzulgarria da. Hau da, magnitude baten hasierako balioa eta haren eboluzioaren baldintzak ezagututa, hurrengo balio guztiak aurrean ditzakegu. Baita kontrako ere: eboluzioaren baldintzak eta haren emaitza jakinda, aurreko balio guztiak ondoriozta ditzakegu. Horrela ulertzen zen mundua XX. mendearen bueltan.

1900. urtean artikulu honi hasiera eman dion galderak egin izan bagenio zientzialari mendebaldar bati, nire lagunak emandako erantzun bera emango zuen, ez bairik gabe. Zuhaitza, haren garaiera, pisua... errealak dira, existitzen dira, baita erortzean egiten duen hotsa ere, nahiz eta inork ez entzun. Halere, 1950. urtean, Princetongo Institute for Advanced Study etxearen inguruneetan paseatzen zuten bitartean, izen handiko bi fisikariek elkarriketa hau izan zuten^[2]:

- Benetan uste al duzu ilargia guk ikusten dugun bitartean bakarrik existitzen dela?
- XX. mendeko fisikariok, jakina, ezin diogu galdera horri behin betiko erantzunik eman.

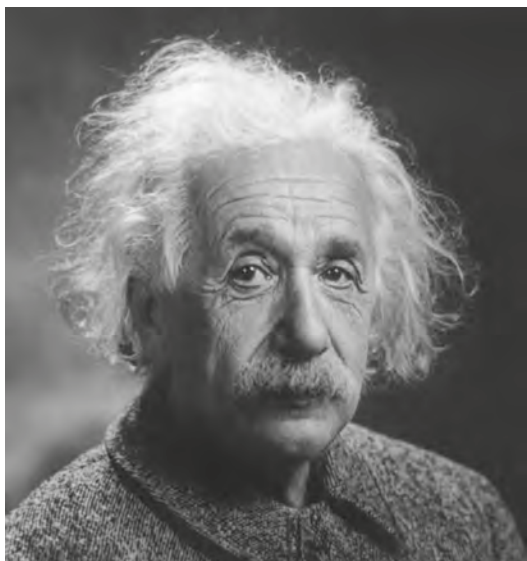
Paradigma-aldaketa sakona adierazten du bigarren fisikariaren erantzunak. Zerk eraginda? Bada, XX. mendearen hasieran mekanika kuantikoa garatu zen, eta, horrekin batera, arraildurak agertu ziren zientziaren oinarri izandako errealismoan. Eta galderak. Galdera ugari.

Mekanika kuantikoa, utz dezagun argi, gizakiok garatu dugun predikzio-tresnarik zehatzena da.

Teoriaren sorreratik hona egindako esperimentu guztietan, imajina daitezkeen muturreneko baldintzetan ere, lortutako emaitzak eta mekanika kuantikoak aurrezandakoak bat datoze. Beti. Teoriaren formalismo matematikoa sendoa da, ez dago zalantzarik bertan. Formalismo horrek munduari eta errealitatearen izaerari buruz esaten digunaren inguruan, aldiz, mende bateko eztabaida daramagu. Zergatik?

Mekanika kuantikoa interpretatzeko erronkaren oinarrian, funtsezko tarte bat dago^[3], teoriaren formalismo matematikoa eta gizakion eguneroko errealitatea banatzen dituen. Argitu dezagun hau. Har ditzagun bi sistema, klasikoa bata, baloi bat esaterako, eta kuantikoa bestea, atomo bat adibidez, eta azter dezagun sistema horien magnitude fisikoren bat; kasurako, posizioa. Baloiari dagokionez, erreferentzia-sistema batean oinarritutako koordinatuak emanda zehaztuko dugu haren posizioa. Kasu honetan, gauza bakar batek, koordinatu-multzoak alegia, aldi berean adierazten ditu sistemaren egoera (posizioa deskribatzeko erabiltzen dugun objektu matematikoa) eta sistemaren propietate fisikoa (posizioa neurtzean lortuko dugun emaitza).

Ziur asko, egoera eta magnitude fisikoa bereiztea nahasi samarra irudituko zaie gehieni, hain gauden ohituta gauza bera direla pentsatzera. Azken batean, hala gertatzen da gure egunerokotasuna arautzen duen fisika klasikoan. Fisika kuantikoan, aldiz, sistema baten egoera adierazteko erabiltzen dugun objektua (formalismo matematikoa) eta sistemaren propietate fisiko bat neurtzean lortuko dugun emaitza (errealitatea) ez datoz bat. Hona hemen funtsezko tarteak! Atomoaren egoera adierazteko, objektu matematiko abstraktu bat erabiltzen da: uhin funtzioa. Horrek ez du zuzenean atomoaren posizioa zehazten. Ostera, atomoa posizio batean edo bestean topatzeko probabilitatea ematen du. Askotan errepika dezakegu neurketa



2. irudia. Testuko elkarriketako protagonistak: Albert Einstein eta Abraham Pais. ARG.: Oren Jack Turner eta egile ezezaguna, hurrenez hurren; biak jabari publikokoak.

berdina, eta probabilitateak betetzen direla ikusiko dugu, baina, banakako saiakera bati erreparatuta, ezin dugu emaitza aurreikusi.

Eguneroko intuizioaren defentsan —posizioak balio zehatza duela esaten digu—, probabilitate horiek gure ezjakintasunaren isla direla pentsa dezakegu. Sistemaren dinamika konplexuegia da, besterik ez, eta uhin-funtzioa ez da prozesua osorik deskribatzeko gai. Atzean ezkutuko aldagaiak dau-de, eta, haien balioa eta dinamika ezagutuz gero, atomoaren posizioa zehazki aurrean genezake. Ideia horrek sosegu intelektuala sortzen badu nor-baitengan, berri txarrak dakartzat.

Antza denez, 2022 Fisikako Nobel saria balio izan zuten esperimientuek iradokitzen dutenez^[4], ez da halako ezkutuko aldagairik. Izaera probabilistikoa naturaren berezko ezaugarria da. Ez da, beraz, propietate bat neurtzean ezin dugula lortuko dugun emaitza aurrean; ez, propietatea bera ez dago zehaztuta neurketa egin baino lehen. Zer esan nahi du horrek? Neurtu baino lehen gauzak ez direla existitzen? Orduan, erortzearen zuhaitzaren abiadura, existitzen al da norbaitek neurtu ezean?

Eta erortzerakoan airean sortutako presio-uhina, existitzen al da inork ez badu hautematen? Noski, zuhaitzak, katuak bezala, ez dira sistema kuantikoak, hortaz ez du zentzurik ezaugarri kuantikoak egozteak, baina ulertzen dira mekanika kuantikoak pentsamolde errealistan eragindako arrairdurak, ezta?

Mekanika kuantikoaren oinarrian dagoen funtsezko tarteak, propietate fisikoen neurketen emaitzei ez ezik, sistemen eboluzioari ere erasaten dio. Aipatu dugunez, sistema kuantiko baten egoera uhin-funtzioaren bitartez adierazten da, eta mekanika kuantikoak uhin-funtzioaren eboluzioa deskribatzen du. Eboluzio hori determinista eta itzulgarria da. Fisika klasikoaren parekoa; ezer berezirik ez honaino. Neurtzean sorten da arazoa. Teoriaren arabera, sistemaren propietate bat neurtzerakoan, uhin-funtzioa bat-batean aldatzen da, neurketaren emaitzarekin lotutako egoera batera, probabilitateak gidatutako egoera batera. Honi uhin-funtzioaren kolapsoa deritzogu, eta zientziaren euskarri diren determinismoa eta itzulgarritasuna eragozten ditu. Gogoratu, fisika klasikoan, sistema baten egoera eta haren eboluzioaren baldintzak ja-

kinda, aurreko eta ondorengo egoera guztiak eza-gutu ditzakegula. Mekanika kuantikoak araututako mundu batean, ordea, nola ondorioztatu aurreko egoerak, sistemak probabilitateak gidatutako dinamika bati jarraitu badio? Edo nola aurrean sistema baten eboluzioa, uneko egoera eta eboluzioaren baldintza guztiak ezagututa ere, eboluzio hori probabilitate-legeek arautzen badute? Testuinguru honetan, nondik gatozen edo nora goazen galde-
tzeak ba al du inolako zentzu zientifikorik?

Aipatu ditugun bi gaiek —sistema kuantikoen propietateen berezko indeterminazioa eta uhin-funtzioaren kolapsoa— beste interpretazio-
erronka askoren atak irekitzen dizkigute. Esate-
rako, sistema kuantikoen propietateak neurtzeaz aritu gara, baina zer da neurketa bat? Izaki bizidun batek neurketaren emaitza behatzea beharrezkoa al da? Non dago fisika klasikoa eta fisika kuantikoa bereizten dituen muga? Benetan al da bat-batekoa kolapsoa, edo ezagutzen ez ditugun arau batzuei jarraitzen dien eraldaketa da? Uhin-funtzioa objek-
tu fisiko erreala da? Edo erreminta matematikoa besterik ez? Esan bezala, galdera ugari.

Baita erantzun ugari ere. Artikulu hau mekanika kuantikoaren interpretazio estandarrean oinarritu da, Kopenhagekoa deritzogunean. Hala ere, mahaigaineratu ditugun galderi erantzuteko ha-
maika ordezko interpretazio sortu dira^[5]. Oraingoz, proposamen guztiek iragarpen berdinak egiten di-
tuzte; beraz, ez dago bata edo bestea hobesteko forma enpirikorik. Kuantikaren interpretazioaren eztabaida metafisikoa da egun. Fisikaren esparrua bestelakoa da, iragarpenak egitea ahalbidetzen du-
ten eredu matematikoak garatzea alegia. Eta hori, probabilitistokoki bada ere, mekanika kuantikoak ezin hobeto egiten du. Zergatik, orduan, tematu inter-
pretazio bat bilatzen?

Alde batetik, mekanika kuantikoak pairatzen duen bidegabeko jabetzea aipa genezake^[6]. Bai, teoriak

mendeetan zehar gure garunetan zizelkatutako in-
tuizioaren kontra jotzen duten ezaugarriak ditu, eta horrek halako aura misteriotso bat egotzi dio. Eta bai, puntako teknologia askoren oinarri izanda, iru-
di prestigiotsua ere badu teoriak jendartean. Hala ere, mekanika kuantikoaren ospea baliatzea teo-
riarekin zerikusirik ez duten salmenta-produktuen irudia hobetzeko ez da bidezkoa. Are larriago dena, jardute pseudozientifikoen eta sasiterapien zilegi-
tasunaren bila ere erabili izan da kuantikaren izena. Egoera honen aurrean, komunitate zientifikoak lor-
tu behar du mekanika kuantikoa zer den eta zer ez den azaltzen duen narrazio eskuragarri eta zehatz bat artikulatzea, eta, horretarako, onuragarria litza-
teke teoriaren interpretazioaren inguruko adosta-
suna lortzea.

Hala eta guztiz ere, mekanika kuantikoak naturaren eta errealtatearen izaerari buruz esaten duenaren inguruan azalpen bat bilatzeko arrazoi nagusia, sa-
konena, berez jardute honi zentzua ematen diona, zientziaren hauspoa den jakin-min hutsa asetzeko nahia da. Besterik ez. Xabier Leteren hitz ederretan, *gizakion lana jakintza dugu, ezagutuz aldatzea... Ekin eta ekin bilatzen ditugu, saiatzeko hortan ezin gelditu, araua eta argia*. Araua badugu. Argia aurkitzea falta zaigu. ●

Bibliografia

- [1] *The Chautauquan: Organ of the Chautauqua Literary and Scientific Circle*. M. Bailey. 1884.
- [2] A. Pais, *Subtle is the Lord: The science and the life of Albert Einstein*. Oxford University Press, 2005.
- [3] N. D. Mermin; Commentary: Quantum mechanics: Fixing the shifty split. *Physics Today* 1 July 2012; 65 (7): 8–10. <https://doi.org/10.1063/PT.3.1618>
- [4] The Nobel Prize in Physics 2022. NobelPrize.org. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2022/summary/>
- [5] A. Cabello, Interpretations of Quantum Theory: A Map. *What is quantum information?*, (2017) 138.
- [6] Sabín, C. (2020) Verdades y mentiras de la física cuántica, ed. CSIC.

EHUko medikuntza eta zientzia historiaren museoa: Ikerketagune

Medikuntza eta Zientzia Historiaren Euskal Museoa 1982an sortu zen, eta Euskal Herriko Unibertsitateko Bizkaiko campusean (Leioan) dago. Beste museo askok ez bezala, irakaskuntza, ikaskuntza eta ikerketa ditu funtzio nagusi. EHUko Euskal Museoa, gaur egun, objektu-museoen eta ideia-museoen erdibidean kokatzeak dakartzan ezaugarri eta abantaila batzuk laburbiltzen ditu artikuluko honek.

Museoak gure garaiko komunikazio-espazio bat dira. Berez, museoen mundua ezin da isolatu egungo lengoaietatik eta baliabideetatik^[1]. Izan ere, “objektuen bilduma, kontserbazioa, sailkapena eta erakusketa” hutsean jardun ordez^[2], Euskal Herriko museo gehienek —historia-, artea-, etnografia-, industria- ala zientzia-museoak izan— objektuaren eta bisitariaren arteko komunikazio-prozesu bat ezartzen dute. Eta hainbat hizkuntzaren bi-

dez egiten dute hori: objektu-museoetako ikus-hizkuntza tradizioaletik hasi (adibidez, museo industrialetakoa eta arte-museoetakoa), eta ideia-museoetako hizkuntza interaktibo eta birtual modernoetaraino (interpretazio-zentroetakoa eta zientzia-museoetakoa). Lehenengoez pertzepzio-kontenplaziozko harremana hasteko aukera ematen diote bisitariari; bigarrenak, berriz, harreman komunikatibo eta parte-hartzailea bilatzen dute.



Hala ere, artearen edo zientziaren eta teknikaren museo publiko eta pribatuetan nabarmena dena unibertsitate-museoetan ere nabarmena da, baina badira desberdintasun garrantzitsu batzuk. Egia esan, Euskal Museoak oso modu aberatsean uz-tartzen ditu formakuntza eta ikerketa akademikoa. Objektu-museoek eta ideia-museoek ez bezala —zeinek lehentasuna ematen baitiote dibulga-zioari, ondarearen kontserbazioari edo kultura-entretanimenduari—, Euskal Museoak esparru akademiko baten barruko jakintzaren transmisioan eta ezagutza berria sortzean jartzen du arreta. Berez, baliabide-, bilduma- eta ideia-multzoa eskaintzen die bisitariari eta espezialistei, eta, hala, museo- eta ikerketa-funtzioak biltzen dituen espazioa bateratua osatzen du.

Museoa eta unibertsitatea elkarri lotuta dau-de hasiera-hasieratik. Ikasten duguna bagara, unibertsitate-museoetan ikusten dugu gure pres-

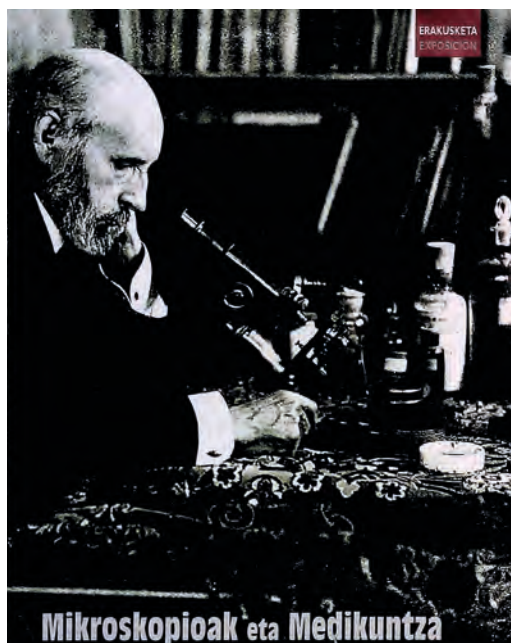
takuntza. Han ikusten dugu gu —gizabanako, kul-tura, herri eta gizarte gisa— nola prestatu garen irakaskuntzaren, ikaskuntzaren eta ikerketaren bidez. European, bildumak —berdin fisikakoak, astronomiakoak, natura-zientzietakoak ala medi-kuntzakoak izan— Erdi Aroko eta Errenazimentuko unibertsitate zaharrenen museo enbrioiak dira (Bologna, Paris eta Oxford, kasurako), eta Ilustra-zioaren espiritu moral, aurrerakoi eta arrazionalan dute beren osotasun eta oinarria. Arrazoa, behake-ta sistematikoa eta esperimentazioa dira; aurrera-pena eta eboluzioa mezuak dira; eta museoak dira ikasteko bidea. Fisikako kabineteak, lorategi bota-nikoak eta anatomiako anfiteatroak gorpuzten dute irakaskuntza praktikoa.

XX. mendean, European zein Euskal Herrian, "biga-rrren belaunaldiko" unibertsitate-museoak sortu ziren, bilduma historikoz hornituak, horiek ere ira-kaskuntza eta ikerketa zutelarik helburu^[3]. Marta C. Lourençoren hitzetan, unibertsitatea parerik gabe-ko ondarearen "sorgailu naturala" da, hainbat eta-patan museoak sortuz joan dena, Errenazimentuko bilduma erudituetatik Ilustrazioko kabinete zienti-fikoetara, eta handik XX. mendeko historia-museo eta laborategi-museoetara^[4]. Zientziaren historiari eskainia, Euskal Museoa azken talde horretakoa da. Museo honetan, berrikuntza- eta sormen-laginak eta praktika tradizionalak elkarrekin lotutako na-rraziotzat har daitezke, eta guztiak ere katalogoen, panelen eta etiketen lerroen artean irakurtzera gonbidatzen gaituzte. Eta, hori egitean, museoan ikusgai dauden objektuen historiak ez ezik, gure gizartearen eta haren erakundeen historiak ere ikasten dugu.

Gogoeta horiek Eusko Ikaskuntzak 1987an argita-ratu zuen Euskal Herriko Museoen Erroldari arreta handiz begiratzera eramaten gaituzte. Eusko Ikas-kuntzak "banandutako objektu-bilduma egonkor" gisa deskribatu zituen museo hauek orduan, "sortu eta bizia eman zuen herriaren bilakaera historikoa-



ren isla" ziren erakunde gisa. Eusko Ikaskuntzak 39 museo zerrendatu zituen, eta horietako zazpi laborategi- eta ikerketa-atala zuten. Horien artean arkeologia, ozeanografia eta etnografia museoak zeuden, baita medikuntza eta zientzia historiari buruzko bat ere (EHUko Euskal Museoa). Eusko Ikaskuntzaren iritziz, "bilduma egonkor" horiek "gure ondarearen parte" ziren, nahiz eta askotan ez zegoen ondo egituratuta, ez eta behar bezain ikusgai ere^[5]. Beharbada, orduko mugengatik—edo muga horiek izan arren—, beren eginkizun nagusia kultura-ondarea zaintzea zen, hau da, industrializazioaren, eskulangintzaren eta ohitura tradizionalen historiaren lekukotasunak zaintzea, babestea eta erakustea.



Medikuntza eta Zientzia Historiaren Euskal Museoak 2025ean antolatutako "Mikroskopioak eta medikuntza"aldi baterako erakusketa iragartzeko panela.

Duela ia berrogei urte Eusko Ikaskuntzak egindako balorazioa egokia bazen ere, gaur egun berrikusi egin behar da oinarri hura, Euskal Museoari dago-

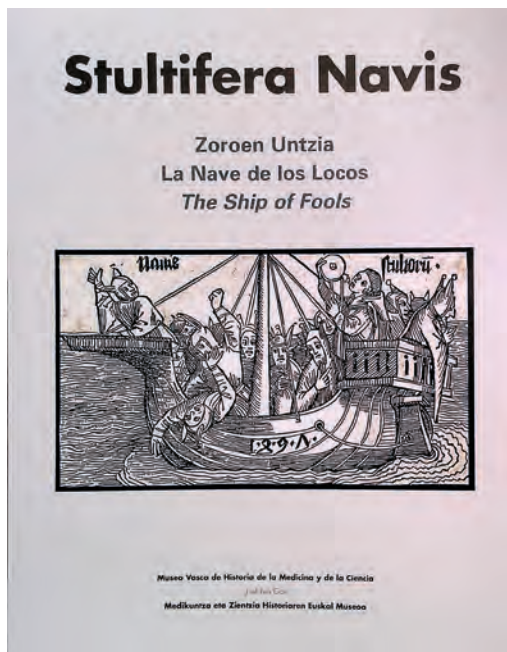
kionez behintzat. Lehen etapan—José Luis Goti medikuaren zuzendaritzapean (1982-1998)—, ikerlanak Euskal Herriko zientziaren jatorrietan oinarritu ziren, baina hurrengo etapan —gaur arte haren oinardekoa izan den Anton Erkorekaren zuzendaritzapean—, Museoa zabaldu, eta ospea irabazi du nazio eta nazioarte mailan. Alde batetik, Museoko aretoek aldi baterako erakusketa ugari hartu dituzte ordutik, hainbat gairi buruzkoak, hasi mikroskopio eta hidrologia medikotik, eta elektroterapia, tuberkulosi eta psikiatriaraino (Stultifera Navis), eta erakusketa- eta dibulgazio-modu berriak estilizatu dituzte (guztien katalogoak eta gelen edukiak Museoaren [webgunean](#) daude ikusgai). Bestalde, gero eta geldiezinagoa den uste eta joera globalizatzaileen hedapena tokiko ondare eta eza-gutzeekin alderatu daiteke.

Hala, bisitariek tokiko esperientziari, lekukotasunari eta praktikei ematen diete lehentasuna. Hori agerian geratzen da herri-medikuntzako eta Basurtuko ospitaleko farmazia zaharreko erakusketetan, non produktu natural eta kimikoz betetako mila flasko baino gehiago erakutsi baitira; bai eta Museoko 24 geletan ikusgai dauden 6.000 objektu baino gehiagotan ere. Azkenik, Museoko liburutegiari esker (12.000 liburu baino gehiago ditu), ikertzaileek medikuntzaren historiari, espezialitate medikoei eta gai orokor eta lokalei buruzko lanak kontsultatu ditzakete. Orobat dago kontsultagai mediku eta unibertsitateko irakasleen fondoen arxibo historikoa^[6].

Michael Foucaultek zioen bezala, museoak heterotopiak dira, hau da, leku desberdinak (zientifikoa, herrikoa, artistikoa) esparru bakar eta berean konbinatzen dituzten espazioak^[7]. Esperientzia disrup-tiboa dira eguneroko espazioaren aurrean. Euskal Museoa museo foucaultiar bat da: historia, zientzia eta jakintza herrikoiaaren atalak leku berean hartzen ditu. Beraz, konpentsazio-espazio bat da. Gaur egun, ordea, nolabait, zalantzan jartzen ari da mu-

seoaren funtzio akademikoa, "zientzia-zentroen" arrakastaren ondorioz, zeinak ideiareen museologian oinarritzen baitira. Hori da Donostiako Miramonen egoitza duen Eureka Zientzia Museoaren kasua, adibidez. Unibertsitate-museoek ez bezala, zentro horiek hiru alderdi eskaintzen dizkiote bisitariari: kultura, hezkuntza eta aisialdia; eta gailu interaktiboak erabiltzen dituzte komunikazio-estrategia gisa. Bisitariak aktiboki parte hartzen du, miaketan, esperimentazioen eta manipulazio tekniko bidez. Interaktibitatea museo-kontzeptu giltzarria da: bisitariak zuzenean eta modu ludikoan esperimentatzen eta deskubritzen du gertaera zientifikoa^[1]. Aldiz, Euskal Museoak bestelako estrategia eta narratiba baten aldeko hautua egin du. Ikerketa sustatzea eta ezagutza sortzea lehenesten ditu. Bisitariari ez zaio uzten objektuak manipulatzen edo ukitzen; jakin-min zientifikoa ez da pizten interaktibitatearen eta jolas-esperientzien bidez, baizik eta miaketaren eta hausnarketaren bidez. Objektuei begiratzen die, haien arteko erlazio inplizituak aztertzen ditu, eta zalantzan jartzen sortze- eta esanahi-testuinguruak. Jarduteko modu desberdinak: zientzia gogoeta bidez aztertzea eta ezagutza lokalak eta globalak sortzea esparru akademiko baten barruan.

Beste erakunde akademiko askotan bezala, nahiak anbizio handiagokoak izaten dira lorpenak baino museoetan. Hala ere, EHUKo Euskal Museoaren lorpenak ez dira hutsaren hurrengoak eta bere nahien mailara iritsita daude. Izan ere, ugariak dira inpaktu handiko aldizkari nazional eta nazioartekoetan argitaratutako artikulua, baita ospe handiko argitaletxeetan argitaratutako lanak ere, hala nola Oxford University Press eta Routledge argitaletxeetan^[8]. Hasieran Museoko monografiak museologia medikoari eta tuberkulosia, izurria eta beste zenbait gaixotasunen historiari buruzkoak baziren ere, gero, Anton Erkorekaren eskutik, pandemien eta bereziki gripe espainiarraren historiari heldu zioten, bai eta COVID-19arekin zituen paralelismoak aztertzeari



"Stultifera Navis. Zoroen untzia" erakusketaren katalogoa, Medikuntza eta Zientzia Historiaren Euskal Museoa, 2006.

ere. Museoko beste ikerketa-ildo batzuk meteorologia eta geofisikaren historia eta fisikaren eta industriaren arteko harremanak izan dira, eta arreta berezia eman zaio interes komertzialek kontzeptu eta teoria zientifikoetan izan duten eraginari. Jesuiten eta zientziaren arteko harreman historikoak ere aztertu izan dira, ezagutza-sareen ikuspuntutik betiere. Horretan guztian lagungarria izan da, zailtzarik gabe, Euskal Museoa, 2009. urteaz geroztik, Agente Zientifiko Teknologiko akreditatua izatea eta Zientzia, Teknologia eta Berrikuntzaren Euskal Sarean integratu egotea^[6].

Laburbilduz, Euskal Museoak etorkizun oparoa du aurrean. Dagoeneko ez da sakabanatutako objektuen bilduma hutsa, 1980ko hamarkadan zen bezala, eta ez dio erreparatzen Euskal Herriko zientziaren hastapenari soilik; gaur egungo Euskal Museoa ikerketarako eta eztabaidarako gunea da,



Medikuntza eta Zientzia Historiaren Euskal Museoko odontologia gela.

irudikapen eta esanahi aldakorrekoea. Euskal Museoan, jakintza berria sortzen da, tokikoa eta globala uztartzen dituen jakintza. Euskal Herriko beste museo batzuetan, argia da objektu-museoen eta ideia-museoen arteko bereizketa. Baina EHUKo Euskal Museoa, objektu-museoen eta ideia-museoen erdibidean kokatua, irakaskuntzarako, ikaskuntzarako eta ikerketarako espazio potentzial handia da. Ausartegia al da pentsatzea unibertsitatea iristen den tokitik aurrera egin dezakeela Euskal Museok? ●

Museoaren webgunea: <https://www.ehu.eus/eu/web/basque-museum-medicine/home>

Bibliografia

- [1] Hernández F. 1998. *El museo como espacio de comunicación*. Gijón: Ediciones Trea.
- [2] Silverstone R. 1992. 'The Medium is the Museum: On Objects and Logics in Times and Spaces'. J. Durant, ed. *Museums and the Public Understanding of Science*. London: Science Museum, 34-44, 34. orr.
- [3] García Fernández I. M. 2018. "Museos universitarios en Europa. Retos e iniciativas". *Cuadernos de Arte de la Universidad de Granada*, 49: 11-32.
- [4] Lourenço M. C. 2015. "University Collections, Museums and Heritage in Europe: Notes on Significance and Contemporary Role". In: García Fernández, I., Rivera Rivera, R.D. (eds.) *Congreso Internacional Museos Universitarios: Tradición y Futuro*. Madrid: Universidad Complutense, 59-66.
- [5] Kortadi E. (koor.). 1987. *Censo de museos del País Vasco*. San Sebastián: Eusko Ikaskuntza, 13. orr.
- [6] Erkoreka A. eta Hernando Pérez J. (2021). "Museo Vasco de Historia de la Medicina y de la Ciencia". *JONNPR*, 6(12):1476-85. DOI: 10.19230/jonnpr.4180
- [7] Foucault M. 1986. 'Of Other Spaces'. *Diacritics*, 16(1):22-27.
- [8] Anduaga A. 2016. *Geophysics, Realism and Industry. How Commercial Interests Shaped Geophysical Conceptions, 1900-1960*. Oxford: Oxford University Press.



bat

Soziolinguistika aldizkaria

BAT ALDIZKARIA **136. ZENBAKIA** **KONTZIENTZIA** **SOZIOLINGUISTIKOA** **UNIBERTSITATEAN**



JONE GOIRIGOLZARRI GARAIZAR > Kontzientzia soziolinguistiko kritikoa eta agenzia euskararen aldeko mudantza prozesuak garatzeko: ikerketa-ekintza parte hartzaile bat unibertsitatean.

GARBIÑE BEREZIARTUA ETXEBERRIA ETA MIREN ARTETXE SARASOLA > Murgiltze Astea. UPV/EHUko irakaslegaien hizkuntza-kontzientzia kritikoa pizteko esku-hartze ikerketa.

LETIZIA GARCIA FERNANDEZ, MARTA QUINTAS QUINTAS ETA ENERITZ GARRO LARRAÑAGA > Irakasleen profilaren garapenean euskal kulturaren lanketaren ekarpena: irakaslegaien ikuspegia.

IÑIGO ARTEATX URIARTE ETA MAITE GARCÍA-RUIZ > Kontzientzia soziolinguistiko kritikoa eraikitzen: esperientzia bat irakasle-eskolako ikasleekin.

GUREAN atala

BELEN URANGA > Etorkin latinoen integrazio soziolinguistikoa Gipuzkoan.

IRAIA DE LA TORRE LANDERA > Euskararekiko eta euskararen irakaskuntzarekiko jarrerak. Azagrako DBHko irakasleen kasua.

harpidetu edo oparitu

URTEAN 40 EURO

ABANTAILAK:

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

<https://bat.soziolinguistika.eus>

943 592 556 – bat.aldizkaria@soziolinguistika.eus



SOZIOLINGUISTIKA
KLUSTERRA

Euskara biziberritzeko
ikergunea

uztaro

giza eta gizarte-zientzien aldizkaria

2026

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

HARPIDETU

Urtean 25,00€

4 zenbaki paperean



Kontaktua:

+34 946790546

argitalpenak@ueu.eus

UEU.EUS



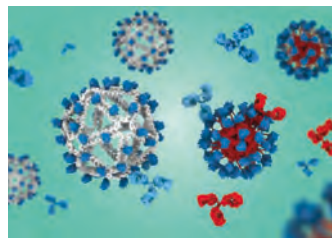
Jarraitu gurekin zientzia eta teknologiaren berriei, sarean zientzia.eus



ARG.: Xabier Viana Ramirez



ARG.: Elkarrizketatuak utzitakoa



ARG.: Grant Knappek, MIT, Scripps Research

EKINEAN

“Beti egon dira zientzia egin duten emakumeak”

Otsailaren 11 Emakume eta Neska Zientzialarien Nazioarteko Eguna dela eta, hainbat ekitaldi antolatu dira emakume zientzialariei aitortza egiteko eta parekidetasunerantz pausoak emateko. Helburu hori du Nafarroako Unibertsitate Publikoaren “Emakumea naiz eta zientzialaria izan nahi dut” antzezlanak ere. Nazareth Torres Molina da protagonistetako bat.

Egunerokoa, baina, ikerketan murgilduta aritzen da Torres; oholatzatik eta aktore-lanetik nahiko urrun, beraz. Izatez, bide zuzena egin du ikerketamundura, nahiz eta, aitortu du (...).

EKINEAN

“Azken finean, hori da ikertzea: bidea bilatzea”

Jaione Bengoetxea Azurmendi iker-tzaileak IkerGazte kongresuko ahozko aurkezpen onenaren saria jaso zuen, ingeniari-tza- eta arkitektura-arloan, ‘Euskara eta gaztelaniazko kontra-narratiben sorkuntza: datuen sorrera eta ebaluazioa’ lanarekin. Azaldu duenez, ordea, horra iristeko bidea ez zuen ingeniari-tzatik hasi, hizkuntzalaritza-tik baizik: “Ingelesa ikasi nuen, hizkuntzak berak erakarrita. Egia esan, karrera hasi arte, ez nekien oso ondo hizkuntzalaritza zer zen edo nondik zihoan, eta asko gustatu zitzaidan”, gogoratu du. (...).

ALBISTEA

Hiesaren kontrako txerto eraginkorrak, DNAzko euskarriekin

Hiesaren kontrako txertoak egiteko modu berri bat asmatu dute: DNAzko egitura bat diseinatu dute, immunitate-sistemarentzat ikusezina dena. Egitura horiekin egindako txertoak saguetan probatu dituzte, eta ikusi dute GIBaren gune zaurgarri baten aurka sortzen diren immunitate-zelulak 10 aldiz gehiago direla, ohiko proteinazko euskarriak dituzten txertoei alderatuta.

Ohiko txertoetan GIBaren proteinak birusa imitatzen duten proteinazko euskarri batean itsasten dira. (...).

Ekainera arte



Zer eta nor

elhuyar
ezagutuz aldatzea

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

Zuzendariak:

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

Publizitate-arduraduna:

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

Hizkuntza-arduraduna:

Elhuyar.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Esther Acha Peña, Aitor Anduaga Egaña, Itziar Angulo Pita, Amaia Arrinda Sanzberro, Inge Axpe Saez, Eva Epelde Bejerano, Igor Fernández Pérez, Alexander Gallarreta Canteli, Jon González Ramos, Nahia Idoiaga Mondragon, Igor Leturia Azkarate, Manu Ortega Santos, Ander Tobalina Novo, David de la Vega Moreno, Javier Vildósola Arregui.

Azaleko argazkia:

KM Stock/Shutterstock.com.

Jatorrizko diseinua:

Eragin.com

Diseinua eta maketa:

Virginia Larrarte Neira.

Harpidetzak:

Virginia Larrarte Neira (harpidetza@elhuyar.eus).

Inprimatzailea:

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



Banatzailea:

Elkar.

Harpidetza paperean eta edizio digitala:

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

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2603-6614

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

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

Babeslea:



Gazteen osasun mentala erdigunean

KIROLA

Erantzunak

zurrunbiloa.eus





Badakizu nora.



Badakigu nola.

Pedagogia aurreratuko gure aditu taldea zuretzat ari da lanean:

- ▶ 10 urteko esperientzia ikuspegi konpetentzialean
- ▶ Doako aholkularitza pertsonalizatua

943 225 876

ikaselkar@ikaselkar.eus

ikaselkar
Hezkuntza dugu pasio