

elhuyar

355 zk. | 2024ko iraila

7,50 euro

Elkarrizketa

Elena Aldasoro

Unamuno

Osasun-arloko
ikertzailea

Aire garbiagoa,
osasunaren mesedetan

Energia iluna
argitzeko leiho bat





Elhuyar aldizkaria
jakin-minak ez baitu mugarik

.....
Harpidetu zaitez!

Galbahea

Egia-ostearen garaiotan, gero eta zailagoa da bereiztea egiazko datuak eta ondorioak azaltzen dituzten albiste eta artikuluko zientifiko-teknologikoak, eduki faltsuak dituztenetatik. Adibidez, *Scientometrics* aldizkarian argitaratu duten azterketa baten arabera, lau halako egin du gora atzera botatako artikuluen ehunekoa, 2000tik 2021era. Guztira, milaka erretiratu dira, eta haietatik % 16 baino ez dira izan egileek nahi gabeko akatsen bat egin dutelako. Gehiengo, % 67, ikertzaileen jokabide okerragatik bota dira atzera; sarritan, irudiak moldatzeagatik eta plagioagatik, baina, azken urteotan, datuen fidagarritasunik eza ari da bilakatzen arrazoi nagusia.

Horri beste joera bat gehitu behar zaio: *Science* aldizkarian jakinarazi dutenez, ziurgabetasuna adierazten duten esapideak desagertzen ari dira artikuluko zientifikotatik. Hain zuzen, aldizkari horretan bertan 1997tik 2021era argitaratutako lanak aztertu dituzte, eta ikusi dute ziurgabetasunarekin lotutako aditzak eta terminoak ia % 60 gutxitu direla 25 urteko tarte horretan. Aldiz, igo egin dira “aurrekaririk gabeko” eta halako adierazpenak. Horrek, noski, ez du esan nahi oraingo ikerketak aurrekoak baino bikainagoak direnik, baizik eta espektakularizazioa eta estilo hanpatua zientziara eta artikuluko zientifikoetara ere iritsi dela.

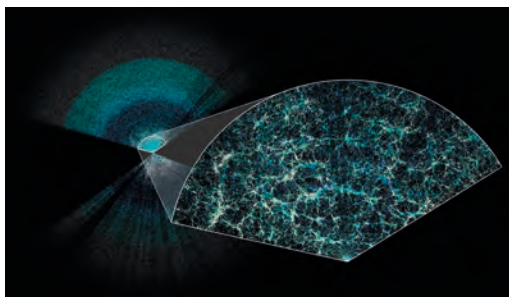
Horrek guztiak zaildu egiten du zientziaren komunikazioan gabiltzanon funtsezko eginkizun bat: galbahe-lana egitea. Horrenbestez, lehen baino are beharrezkoagoa da zuhur jokatzeko eta espiritu kritikoa ondo zorroztea izatea. Elhuyarren, gainera, zorionekoak gara, gertuko ikertzaile-sarearen laguntza baitugu, zalantzak argitzeko eta informazio fidagarria kaleratzen dugula bermatzeko. Etorkizunean ere izango dugu haien, zuen, beharra, eta, beraz, jarraituko dugu harremanak estutzen eta konfiantza lantzen, horrek emango baitigu sinesgarritasuna, garai zaratsatu eta nahasi hauetan. ●



Aire garbiagoa, osasunaren mesedetan

40

Europako Batzordeak airearen kalitatea hobetzeko neurri berriak onartu ditu. Horrekin, poluzio atmosferikoak eragiten dituen heriotza goiztiarrak prebenitzea espero du..



Energia iluna argitzeko leiho bat

48

Energia iluna zer edo nolakoa den argitzeko esperimentu handienaren lehen emaitzak eman zituzten udaberrian, eta iradoki dute ustez konstantea behar zuena aldakorra izan litekeela.

30

ELKARRIZKETA

Elena Aldasoro Unamuno

OSASUN-ARLOKO IKERTZAILEA



Aldasorok osasun-ikerketetan baldintzatzaile sozialen eragina aztertzean jarri du beti indarra; bereziki, sexu eta genero aldagaienak. Ibilbide luzeak ematen duen segurtasunarekin, eta gaiaren konplexutasunak eskatzen duen ardurarekin erantzun die galderei.

- 04** IKUSMIRAN
Garunaren milimetro kubiko bat
- 14** ALBISTEAK
- 22** IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Asier Hilario Orus
- 24** ANALISIAK
Adimen artifizialaren irudikapenak
- 30** ELKARRIZKETA
Elena Aldasoro Unamuno
- 38** ERREPORTAJEA
Neandertal arkaiko baten fosilak aurkitu dituzte Karrantzan
- 40** ERREPORTAJEA
Aire garbiagoa, osasunaren mesedetan
- 48** ERREPORTAJEA
Energia iluna argitzeko leiho bat
- 56** ERREPORTAJEA
Birusak lagun elikagaien segurtasunean

- 58** MUNDU DIGITALA
Sare sozialen “kakaztea”, alternatibak eta fedibertsoa
- 62** ISTORIOAK
Joan Feynman: Gizartearen legeen gaindi, zeruko legeak argitu
- 66** EKINEAN
Olatz Ortega Vidales
- 68** GAI LIBREAN
Bihotz bereziak, arreta berezia
- 74** GAI LIBREAN
Zuk ere bihotz simetrikoak marrazten dituzu?
- 80** GAI LIBREAN
Emisio “supraharmonikoak”: berriztagarrien kide ikusezinak



Eduki gehiago, webgunean
aldizkaria.elhuyar.eus

Irudi honetan neurona kitzikatzaileak
ikusten dira, garunean duten
sakoneraren arabera koloreztatuak.
Neurona urdinak gainazaletik hurbilen
daudenak dira, eta fuksiak barrukoenak.
Laginak 3 mm inguruko zabalera du.



Garunaren milimetro kubiko bat

Irudiak: Google Research eta Lichtman Lab (Harvard Unibertsitatea)

Irudikatzeak: D. Berger (Harvard Unibertsitatea)

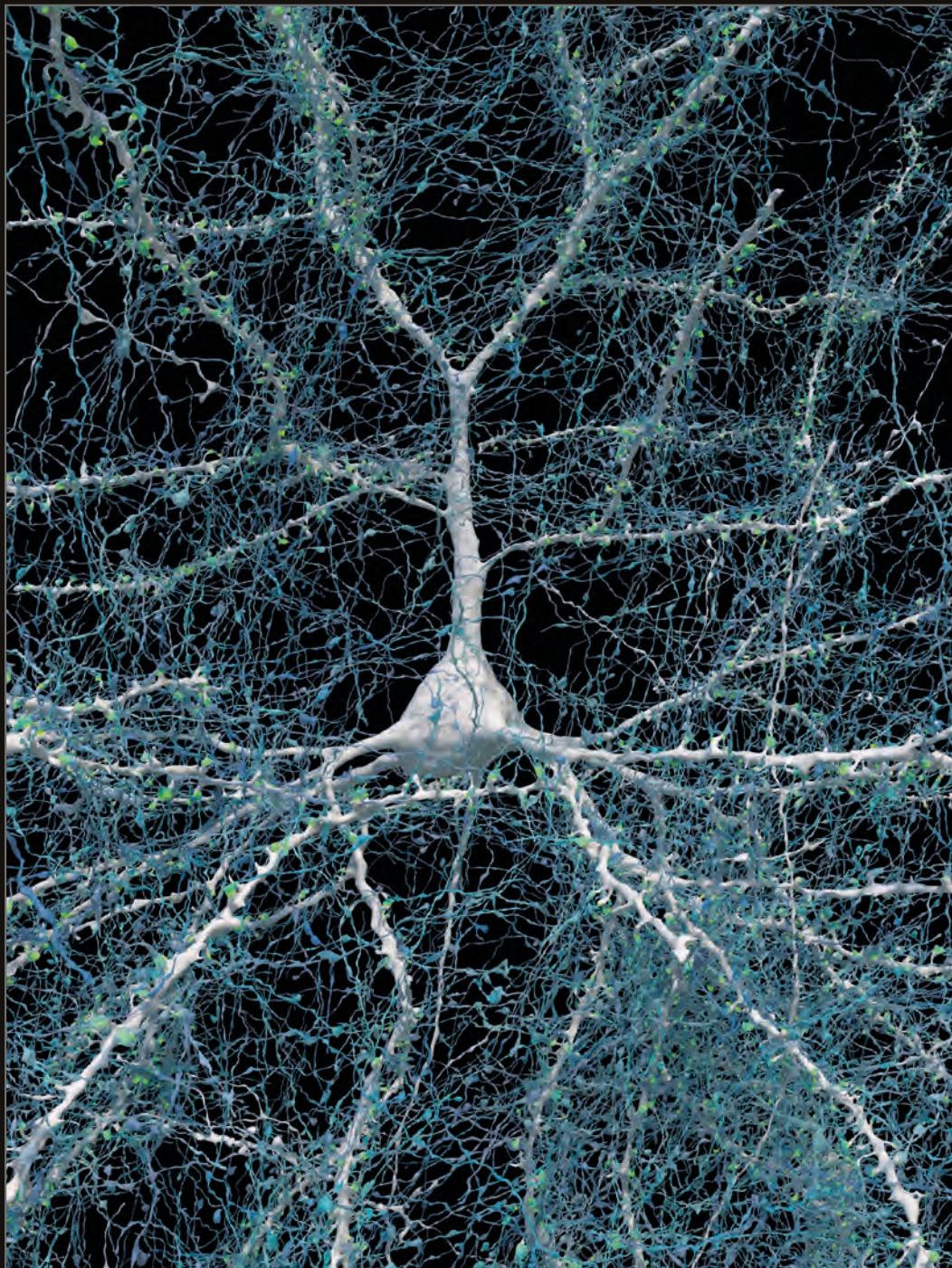


Giza garunaren milimetro kubiko baten 3Dko eredu edo mapa [aurkeztu zuten](#) joan den maiatzean Harvard Unibertsitateko eta Googleko ikertzaileek. Milimetro kubiko bat garunaren milioiren bat baino ez da, baina inoiz egin den garunaren maparik xeheena eta zehatzena da.

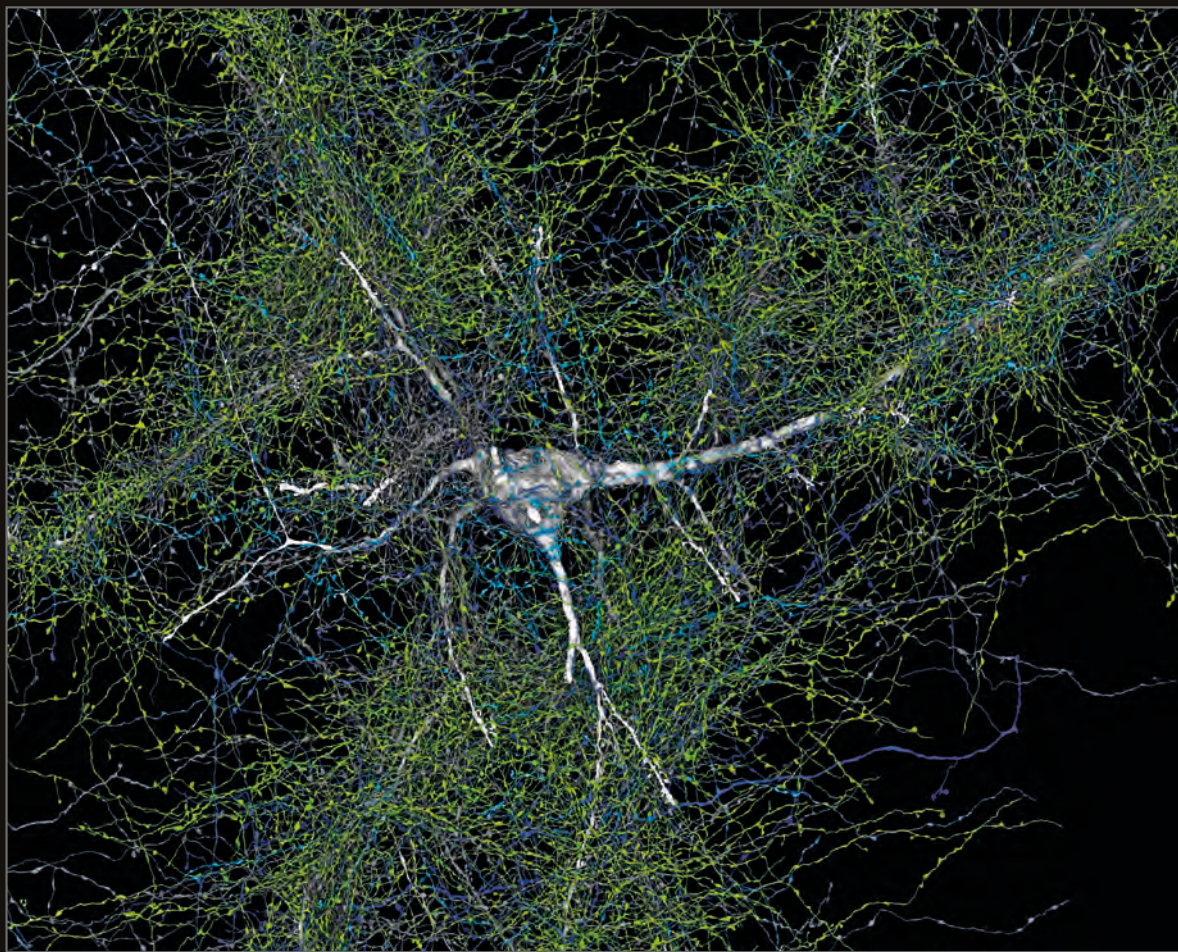
Izan ere, bereizmen nanometrikoa du, edo sinaptikoa. Xehetasunez erakusten ditu garun-zati horretako zelula ia guztiak eta haien konexio neuronalen sarea, lotura sinaptiko guztiak ikusteko modu-

ko bereizmenarekin. Guztira, 57.000 zelula eta 150 milioi sinapsi.

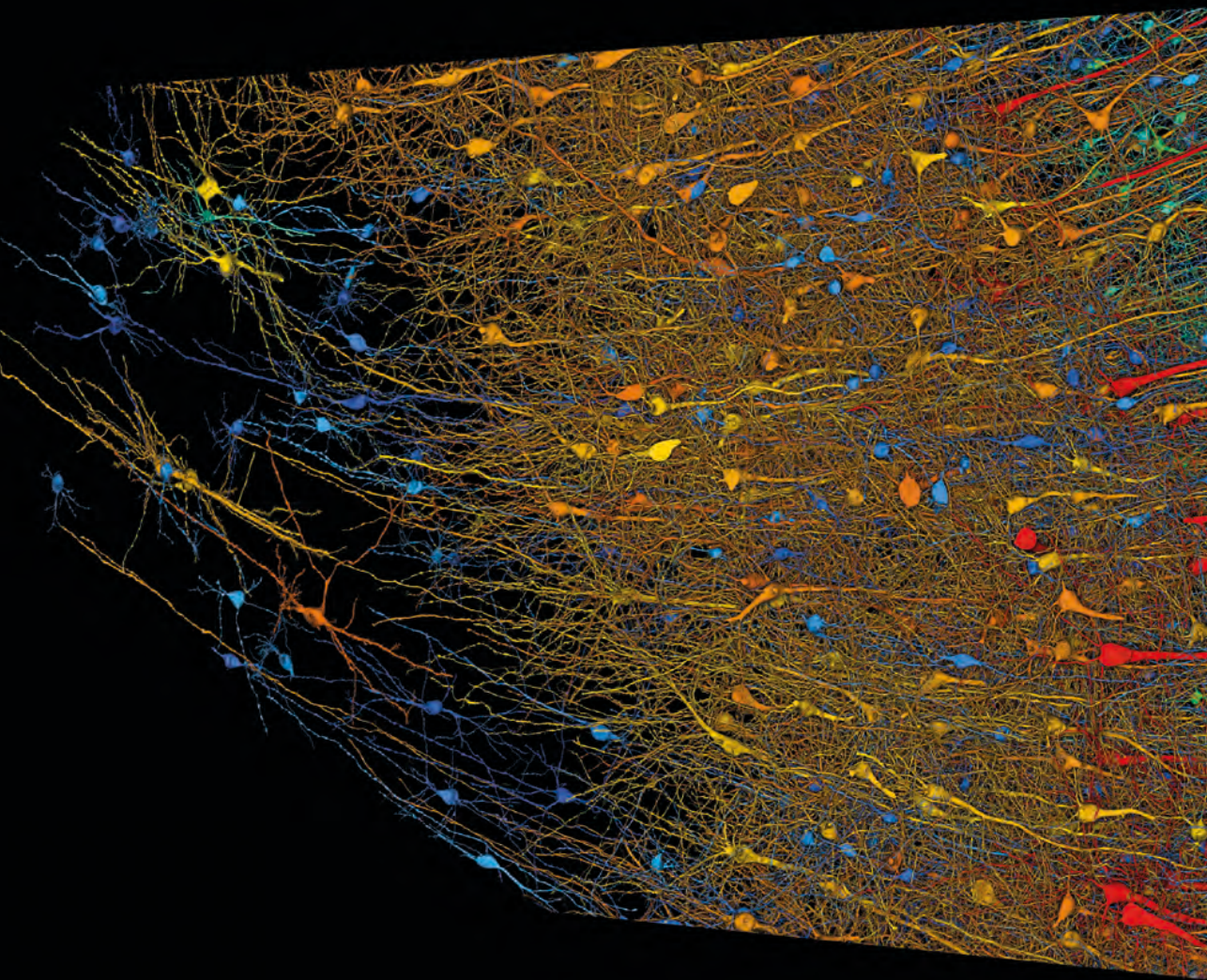
Kortex tenporaleko lagin batetik abiatuta, mikroskopio elektronikoko irudiak eta adimen artifizialeko algoritmoak erabiliz lortu zuten eredu. Eta orain arte inoiz ikusi gabeko egiturak aurkitu zituzten, hala nola axoi kiribilduak eta 50 sinapsiz konektatutako axoi-multzoak. Lagina epilepsia zuen gaixo batena zen, eta ikertzaileak ez daude ziur egitura horiek patologikoak diren edo, besterik gabe, ezohikoak.



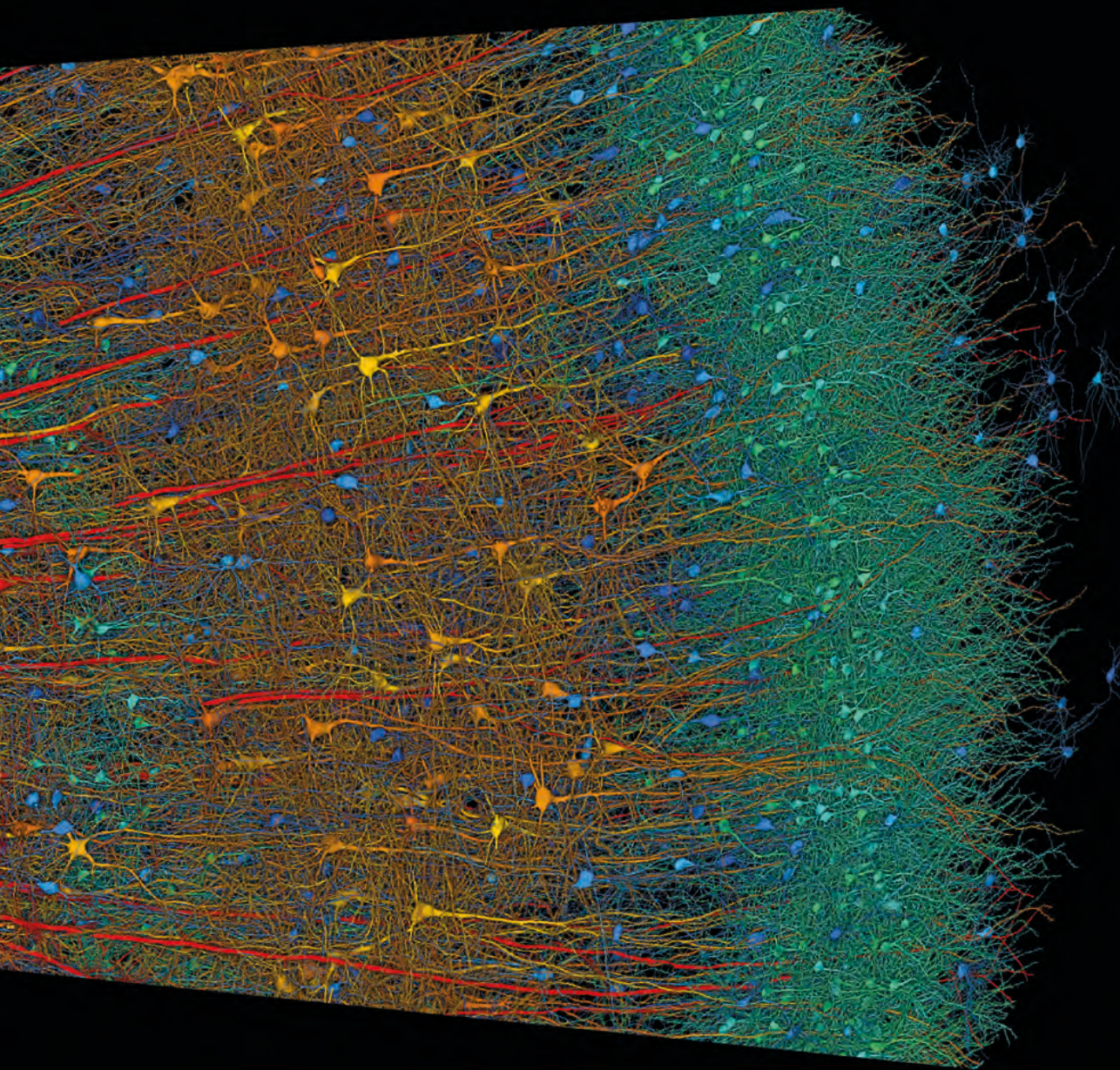
Neurona bakar bat (zuriz), eta hari lotuta dauden axoietatik 5.600 (urdinez). Sinapsiak (lotura-guneak), berdez. Neuronaren gorputzak, erdiko nukleoak, 14 mikrometro inguruko zabalera du.

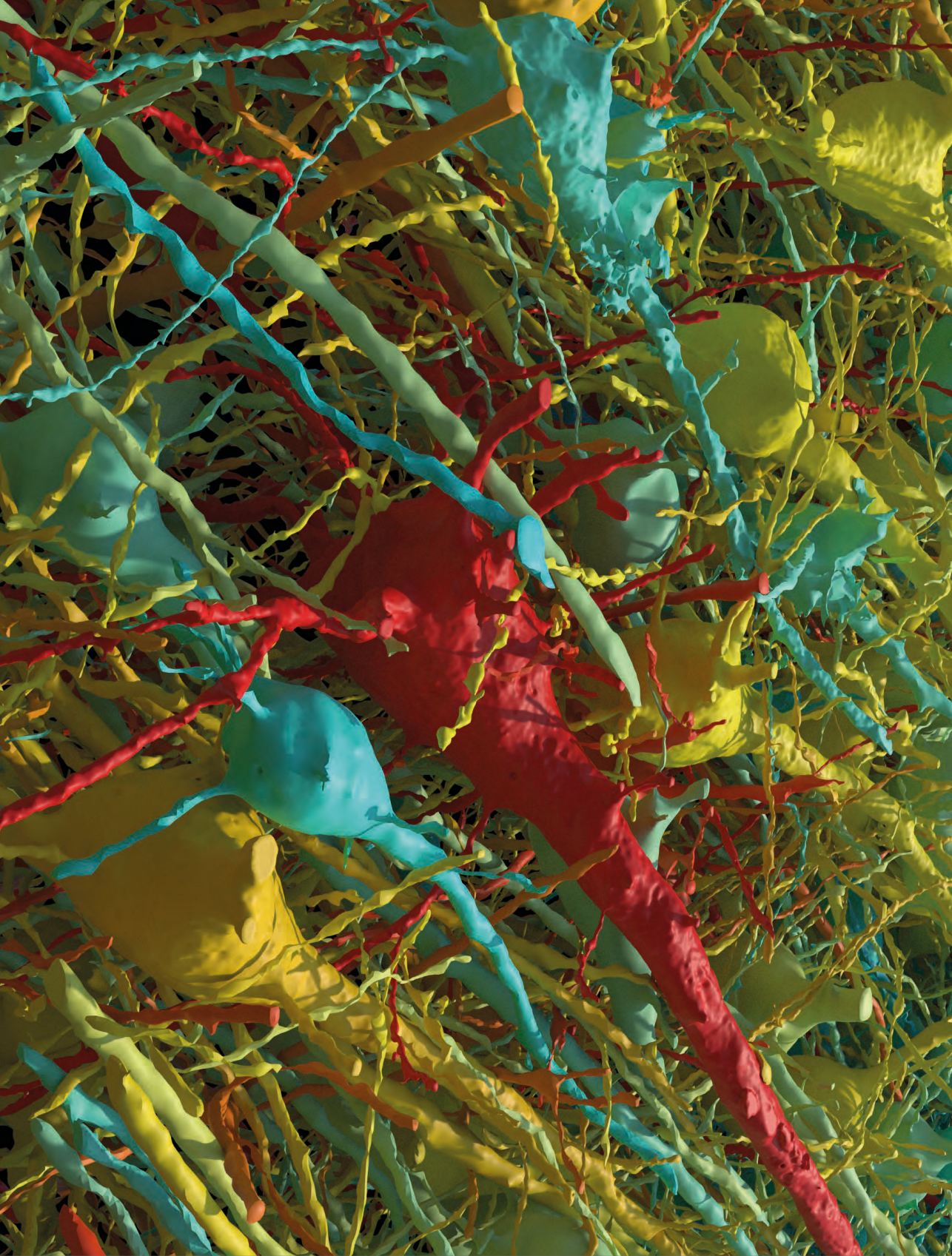


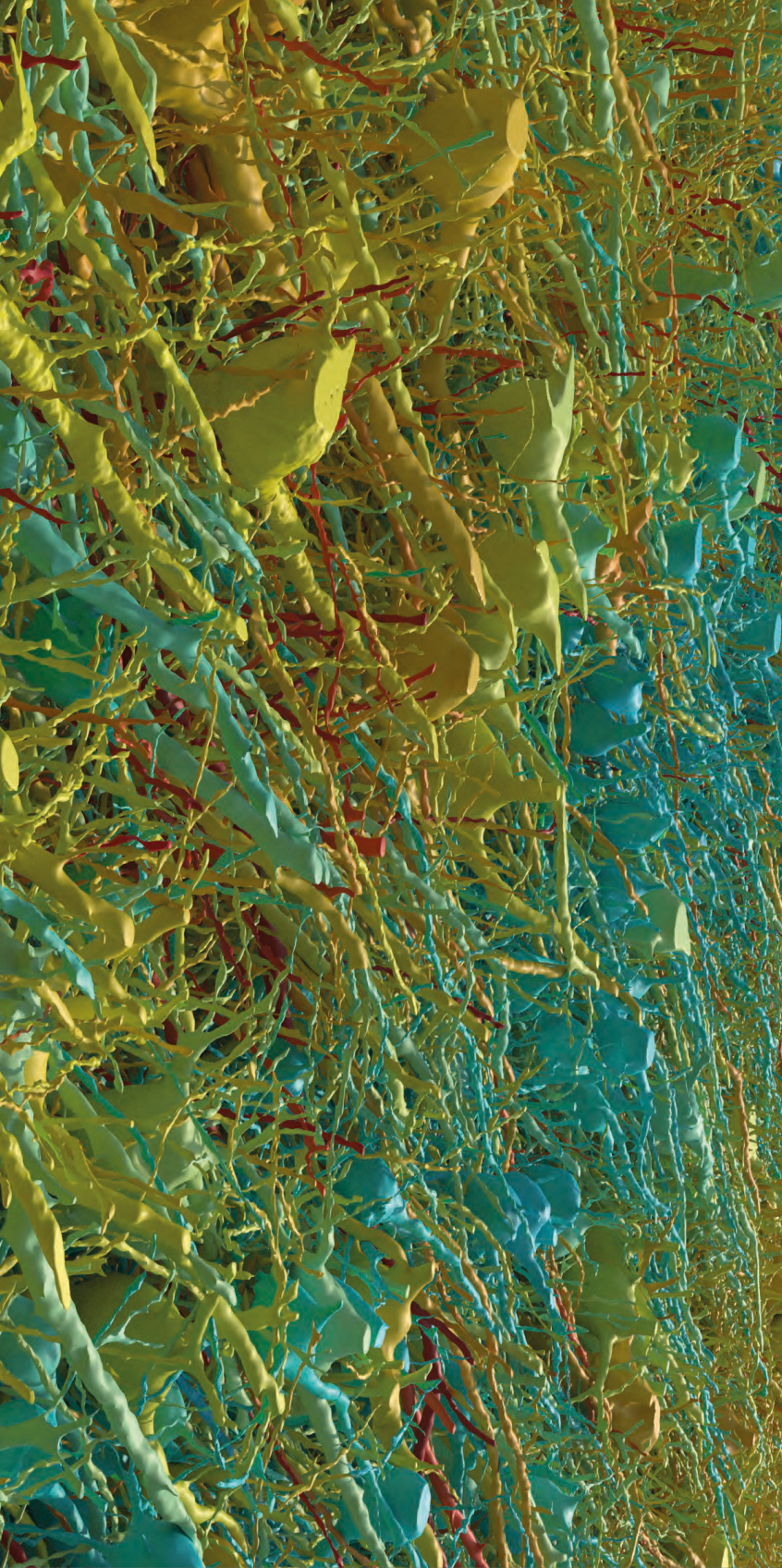
Neurona bakar bat (zuriz) eta harekin konektatzen diren beste neurona batzuen axoi guztiak. Berdez, axoi kitzikatzaileak; urdinez, axoi inhibitzaileak.



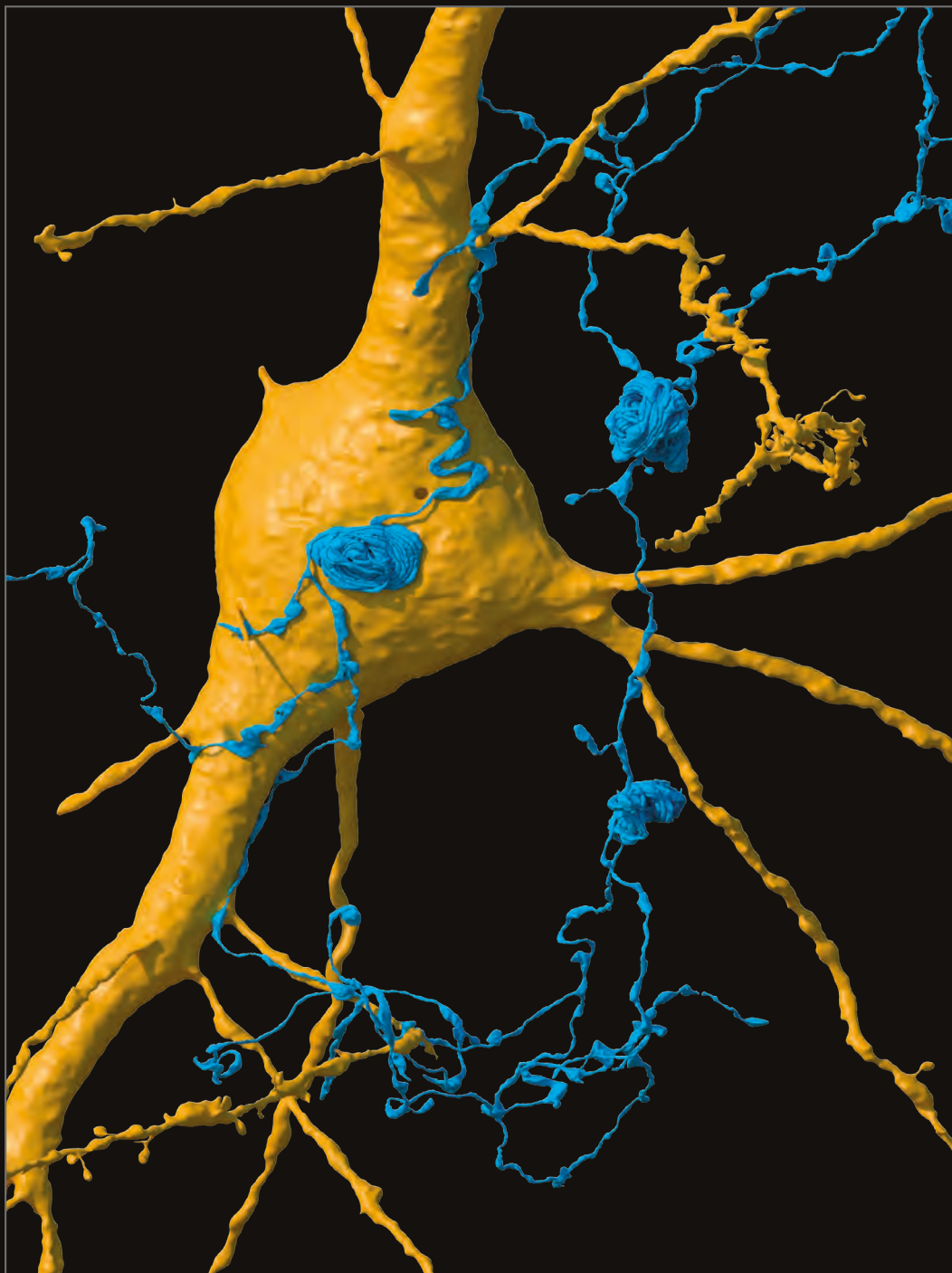
Irudi honetan, neurona urdinak inhibitzaileak dira; eta gorriak, laranja, horiak eta berdeak neurriaren arabera koloreztatutako neurona kitzikatzailerak dira (gorriak handienak, eta berdeak txikienak). 15 eta 30 mikrometro bitarteko nukleoak dituzte.



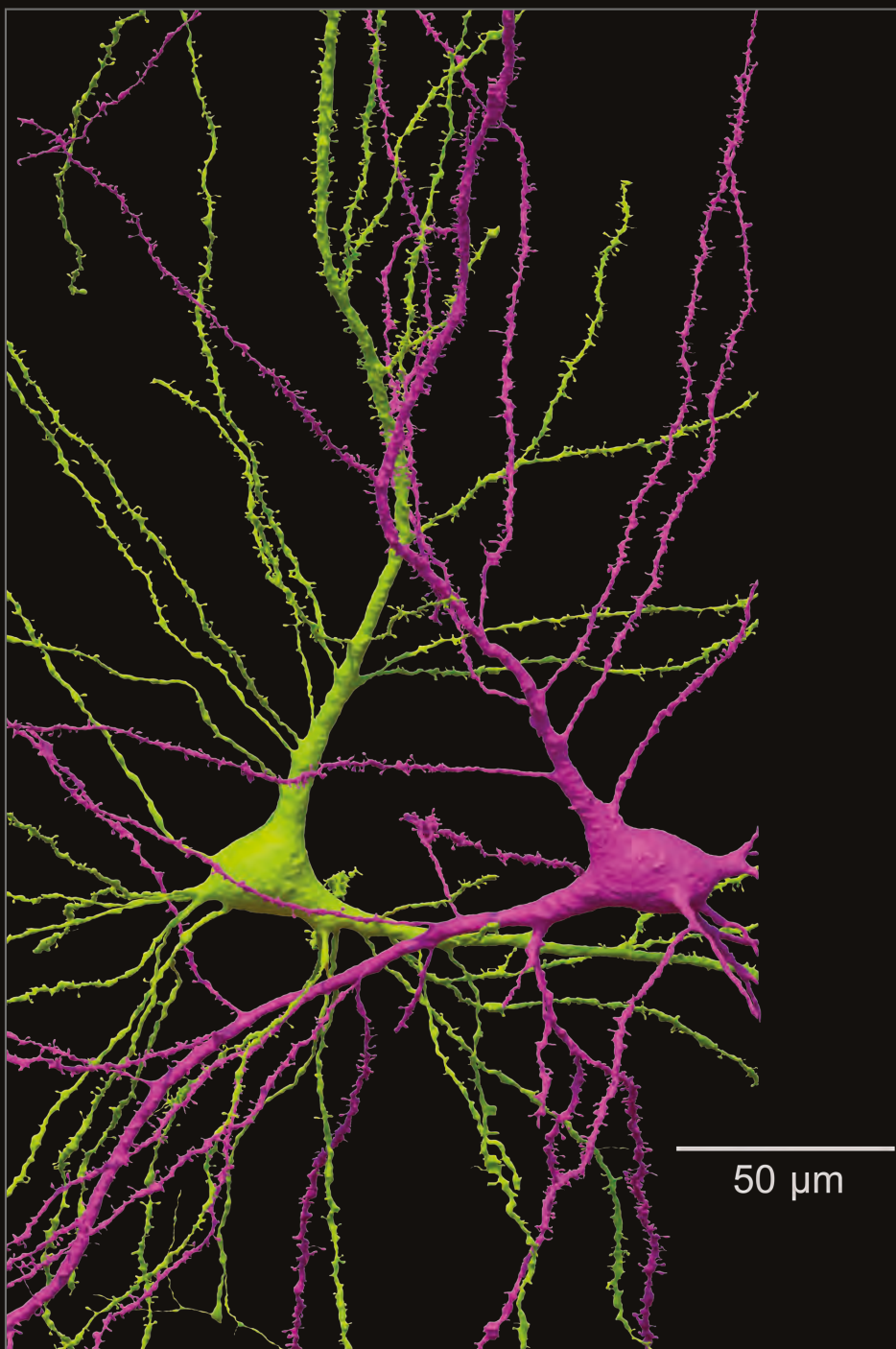




Irudikapen honek zati horretako neurona kitzikatzaille guztiak (piramidalak) erakusten ditu, eta magnetizazio-eta inklinazio-maila desberdinak dituzte. Tamainaren arabera daude koloreztatuak. Gorputzek edo nukleoek 15-30 mikrometroko zabalera dute.



lkerketa honetako aurkikuntza harrigarrietako bat axoi-kiribilak dira. Axoiak (urdinez) neuronen hari-formako zatiak dira, seinaleak garraiatzen dituztenak. Axoi-kiribilak oso bakanak izan ziren laginean, eta, batzuetan, beste zelula baten (horiz) gainean zeuden. Egitura horien funtzioa ezezaguna da.



Beste aurkikuntza bitxi bat: zelula-talde batzuek ispilu-irudiak egiten dituztela ikusi dute. Irudi honetan, bikote bereziki simetriko bat ikusten da.

Syntrichia caninervis goroldioa hautagai egokia da Marten bizitzeko

Txinako Zientzia Akademiako ikertzaileek frogatu dutenez, *Syntrichia caninervis* goroldioa gai da Marteko kondizioetan bizitzeko, eta, beraz, planeta hori kolonizatzekeo aproposa dela adierazi dute.



Syntrichia caninervis goroldioa basamortuetan hazi ohi da. ARG.: Sheri Hagwood/USDA-NRCS/Jabego publikoa.

Syntrichia caninervis goroldio-espezie arrunta da, eta basamortuetako muturreko kondizioetan hazten da, hala nola Tibetean, Antartikan eta eremu polarretan. Hori dela eta erabaki zuten Marteko kondizioetan hazten ote zen probatzea. Izan ere, aurreko ikerketa gutxi batzuek frogatu dute zenbait mikroorganismo, alga, liken eta landareen esporak badutela gaitasuna Marteko muturreko baldintzetan irauteko, baina ez landare osoak.

Hala, Txinako Zientzia Akademiaren Atmosfera Planetarioen Simulazio Zentroan egin zituzten esperimentuak, eta [The Innovation aldizkarian jakinarazi dituzte emaitzak](#). Besteak beste, baieztatu dute espezie horrek izozte-tenperatura oso baxuetan biziraun dezakeela (-196°C), baita gamma-erradiazio maila altuetan ere. Halaber, badirudi aurretiko deshidratazioak landareei bizirauten laguntzen diela. ●

Edizio genetikoko teknika berri bat, CRISPR baino zehatzagoa

RNA-zubiak izeneko teknika batek aukera ematen du DNA-sekuentzia luzeak txertatzeko, alderantzizatzeko edo ezabatzekeo, bakterioen genomaren kokapen espezifikoetan. Gaur egungo metodoak baino eraginkorragoa eta zehatzagoa da, baina oraindik ez dute frogatu giza zeluletan baliagarria denik.

AEBko eta Japoniako ikertzaile-talde batek garatu du teknika, bakterioen eta arkeoen RNA-zubietan inspiratuta. Funtsean, RNA-gidari bat erabiltzen da, genomak aldatu nahi den kokapen zehatza eta emailarena identifikatzeko eta haietara elkartzeko gai dena.



RNA-zubiaren metodoaren irudikapena. ARG.: VisualScience/CC 4.0.

Ugaztunetan erabilgarria balitz, aukera asko eman-go lituzke, CRISPR baino sinpleagoa eta zehatzagoa baita. Hala ere, ohartarazi dute CRISPR metodoa oso garatuta dagoela, eta, beraz, lan handia egin beharko dela RNA-zubien teknika haren mailara heltzeko eta hura gainditzen duela frogatzeko. ●

Frogatu dute artobeltza egokia dela garia ordezteko lehorte-egoeretan

Zientzialariek aurreikusi dute, etorkizunean, laboreek lehorte-garai luzeagoak eta gogorragoak jasan beharko dituztela, eta karbono dioxidoaren maila eta tenperaturak ere altuagoak izango direla, orain baino. Hori kontuan hartuta, EHUKo Landareen Biologia eta Ekologia Saileko ikertzaileek artobeltzaren eta gariaren hazkuntzak alderatu dituzte kondizio horietan, eta egiaztatu dute artobeltzak gariak baino hobeto erantzuten duela muturreko kondizio horietan.

Horretarako, hazkuntza-ganbera batean hazi dituzte bi espezie horien landareak, tenperaturaren, karbono dioxidoaren eta lehortearen baldintzak kontrolatuz. Landareen hainbat parametro fisiologiko aztertuz ikusi dute artobeltzak baduela potentziala gariaren ordezeko laboreak izateko. Karbono dioxidoaren maila eta tenperatura altuetan, lehorte-rik egon ez arren, jada hautematen da gariaren zenbait parametrok okerrera egiten dutela. Bestalde, artobeltzaren fotosintesi-maila handitu egiten da, eta gariarena, txikitu. Horrenbestez, agerian geratu da lehorte-egoeretan artobeltzak hobeto erantzuten duela gariak baino. ●



Artobeltzaren landarea. ARG.: Wikimedia/CC3.0.

GLP-1 errezeptorearen agonistek asebetetzea nola sortzen duten argitu dute

Azkenaldian, ikerketa asko ari dira egiten GLP-1 errezeptorearen agonistei buruz. Hain zuzen, obesitateari aurre egiteko eraginkorrak direla frogatu dute, eta, horrekin batera, beste ondorio batzuk ere badituztela ikusten ari dira. Orain, asebetetzea zer mekanismoren bidez eragiten duten argitu dute.

Ikertzaileek azaldu dutenez, GLP-1 errezeptorearen agonistek elikagaiekiko kognizioa aldatzen dute, janariak hipotalamoan eragiten dituen seinaleak txikituz eta ahosabaian sortzen duen pertzepzioa aldaraziz.

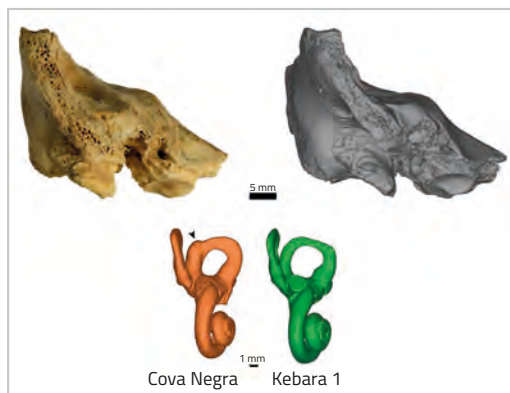


GLP-1 agonisten mekanismoa argitu dute. ARG.: ktsdesign/ Dollar Photo Club.

Saio kliniko bat egin dute obesitatea duten pertsonekin, ikusteko zer asetasan duten oinarrizko egoeran, jan aurretik, eta jan ondoren, bai tratamendua hartzen dutenekin, bai hartzen ez dutenekin. Tratamenduak hiru egoeretan igoarazi zuen asetasan-indizea. Aldiz, kontrol-taldekoetan, asetasan-indizea jaitsi egiten zen jan aurretik.

Horrez gain, agonistekin elkarrekintza duten neurona-zirkuitu batzuk identifikatu dituzte hipotalamoaren eremu dortsomedialean; frogatu dute zuzenean parte hartzen dutela janariarekiko desira apaltzean. ●

Downen sindromea zuen haur neandertal baten fosila aurkitu dute



Goian: Cova Negrako fosilaren jatorrizko hezur tenporala eta 3D berreraikuntza. Behean: Barne-belarriaren 3D ereduak; ezkerrekoan hodi erdizirkularraren dilatazio patologikoa ikus daiteke eta eskuinean Kebara 1 fosilarena, alegia, patologiarik ez duen neandertal batena. ARG.: Alcalako Unibertsitatea.

Hezur tenporalaren zati bati esker, frogatu dute neandertalek zailtasunik zituzten haurrak zaintzen zituztela. Fosila Cova Negra kobazuloko aztarnategian aurkitu zuten (Xàtiva, Valentzia), eta, hasieran, animalia batena zela uste izan zuten. Gero, ordea, ohartu ziren duela 150.000 urteko haur neandertal batena zela. Tomografia axial konputerizatua erabili, berriz, belarrian jaiotzatiko malformazioak zituela ikusi dute, hala nola hodi erdizirkularraren displasia eta otitisak eragindako fistula bat, zeinak orekan eta entzumenean eragingo baitzion. Ikertzaileen esanean, gaur egun, patologia horiek denak batera Downen sindromea duten pertsonen baino ez dituzte izaten.

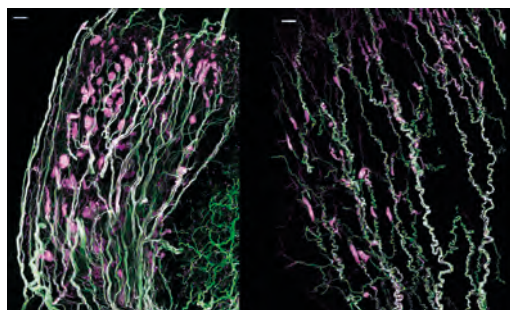
Horrenbestez, ondorioztatu dute [neandertalek, heldu gaixoak edo elbarriak ez ezik](#), gutxiegitasun nabarmenak zituzten haurrak ere zaintzen zituztela. Hain zuzen, Downen sindromea zuen haur hori sei urtez bizi izan zela kalkulatu dute, orain arte aurkitu diren historiaurreko Downen sindromedunak baino askoz ere gehiago, baita sapiensak izanda ere. ●

Krauseren korpuskuluek koitoan funtsezko funtzioa dutela ikusi dute saguetan

Krauseren korpuskuluak egitura sentzorial espezializatuak dira, eta 1850. hamarkadatik ezagutzen badira ere, ez zeuden guztiz garbi haien funtzioak. Orain saguekin egindako ikerketa batean ikusi dute funtzio garrantzitsuak dituztela koitoan, bai emeean, bai arretan.

Jakina zen klitoriak eta zakilak, biak dituztela korpuskuluak; orain, baina, baieztatu dute haien kontzentrazioa 15 aldiz handiagoa dela klitorian zakilean baino. Horrez gain, Krauseren korpuskuluak inerbatzen dituzten neurona somatosentzorialen bi talde bereizi dituzte, eta ikusi dute biak bizkarrezurmuinaren amaiera sentzorial berera doazela.

Bestalde, saguen klitoriak eta zakilak mekanikoki eta elektrikoki estimulatuta, frogatu dute korpuskuluek 40-80 Hz-eko maiztasunei erantzuten dietela (tarte hori da, hain zuzen, sexu-jostailuek erabili ohi dutena). Optogenetikaren bidez Krauseren korpuskuluak berariaz estimulatuta, berriz, ikusi dute zakila zutitu eta bagina uzkurto egiten dela; eta korpuskuluak genetikoki desaktibatuz gero sarketa zaildu egiten dela, bai arren ezintasun fisikoa-rengatik, bai emeen onarpen-ezarengatik. ●



Krauseren korpuskuluak klitorian (ezkerrean) eta zakilean (eskuinean). ARG.: Lijun Qi, Michael Iskols, eta David Ginty.

Ehun urtetik gorako pertsonen azterna molekular desberdina dute

Ehun urtetik gorako pertsonen modu osasungarrian nola zahartu jakiteko zantzuak eman diezazkieketelakoan, ikerketa aitzindari bat egin du nazioarteko ikertzaile-talde batek, Biogipuzkoa Osasun Ikerketa Institutuko Onkologia Zelularren gidaritzapean. Ikerketa horretan, 20.000 gene baino gehiagoren adierazpena konparatu dute ehun urtetik gorako, adinekoen eta gazteen garun-laginetan, eta ikusi dute ehun urtetik gorako pertsonen garunek patroi molekular desberdina dutela gainerako adineko pertsonen aldean.

Ehun urtetik gorako pertsonak bizialdi oso luzea, jarduera kognitibo hobea eta bizi-kalitate hobea dituzten biztanle-talde bat dira. Ezaugarri horiek direla eta, ehun urtetik gorako pertsonak zahartze arrakastatsu edo osasungarriaren eredutzat hartzen dira. Gipuzkoako biztanleekin egindako azken azterlanek berretsi egin dituzte datu horiek (Gipuzkoan 300 eta Euskadin 1.000 inguru dira ehun urtetik gora dituztenak), eta ikusi da batez ere emakumeak direla, gaixotasun gutxiago garatzen dituztela (neuroendekapenezkoak barne), osasun-zerbitzu gutxiago erabiltzen dituztela eta medikamentu gutxiago hartzen dituztela.

Azterketa hipokanpoaren laginetan oinarritu da; hau da, oroimenaz, ikaskuntzaz eta halako funtzioez arduratzen den eremua aztertu dute berariaz. Hala, ikusi dute ehun urtetik gorako pertsonen metalotoneinen familiako geneen maila altuak dituztela (metal astunak desagerrarazten dituzten geneak, adinarekin metatzen direnak eta neurona-zelulei

kalte egiten dietenak). Gainera, ikerketak erakutsi du metalotoneinen adierazpena astrozitoetan da-goela –ehunetako homeostasia mantentzeaz eta zelula neuralak babesteaz arduratzen diren zeluletan, alegia–.



Ehun urtetik gorako biztanleen jarduera kognitiboa ohiz kanpo mantentzearekin lotutako mekanismo biologiko berritzaile bat deskribatu dute. ARG.: Congerdesign/Pixabay.

Labur esanda, ehun urtetik gorako biztanleen jarduera kognitiboa ohiz kanpo mantentzearekin lotutako mekanismo biologiko berritzaile bat deskribatzen du lanak, eta zahartzearen aurkako mekanismo berritzaile hartzen da. [Azterlanaren argitaratu da.](#) ●

Ugaztunetan sexua determinatzen duen molekula-multzo bat aurkitu dute

Ugaztunetan sexua determinatzen duen molekula-multzo bat identifikatu dute Andaluziako Garapen Biologiako Zentroko eta Granadako Unibertsitateko ikertzaileek. Saguetan frogatu dute mikroRNA izeneko RNA molekula txiki batzuk erabakigarriak direla sexu-determinazioaren prozesuan. [Nature Communications](#) aldizkarian argitaratu dute ikerketa.

Ugaztunen enbrioien gonada obulutegi edo testikulu gisa gara liteke. XY enbrioietan, Y kromosoman dagoen SRY geneak testikuluen garapena aktibatzen du, eta, halakorik ez badago, obulutegiaren garapena abiatzen da.

Orain frogatu dutenez, ordea, SYR geneaz gain, mikroRNA-multzo bat ere erabakigarria da. Hain zuzen ere, ikertzaileek ikusi dute mutazio baten ondorioz mikroRNA-multzo jakin bat falta zaien sagu arretan SYR genearen adierazpena atzeratu egiten dela, eta, ondorioz, aldi berean obulutegia- ren eta testikuluen garapena abiatzen dela, eta, azkenean, obulutegi gisa garatzen dela. ●



ARG.: Rama/CC BY-SA

Barrabiletan ere topatu dituzte mikroplastikoak

Pertsonen eta txakurren testikuluetan mikroplastikoak topatu dituzte maila esanguratsuetan. Eta ikertzaileek ohartarazi dute litekeena dela horrek eragina izatea ugalkortasunaren jaitsieran.

47 txakurren eta 23 gizonaekoren barrabilak aztertu dituzte, eta guztietan topatu dituzte mikroplastikoak; 12 motatakoak. Txakurren kasuan, batez beste, materia organikoaren gramoko 123 mikrogramo plastiko topatu dituzte; eta, gizakietan, 328 mikrogramo, txakurretan baino hiru aldiz gehiago, eta duela hilabete batzuk [beste ikerketa batek giza karenean aurkitutakoa](#) (126.8 µg/g) baino nabarmen gehiago.



ARG.: European Commission (Lukasz Kobus)/CC BY 4.0.

Kasu guztietan, polietilenoa izan da gehien agertu zen polimeroa. Ondoren, txakurretan, polibinil kloruroa (PVC) eta nylon; eta, pertsonetan, akrilnitrilo-butadieno-estirenoa (ABS), nylon eta PVCa, hurrenez hurren.

Txakurren kasuan, ugalkortasun-parametro batzuk ere neurtu dituzte, eta ikusi dute zenbat eta PET eta PVC gehiago izan testikuluak gutxiago pisatzen dutela, eta espermatozoide gutxiago dituztela. ●

Paleolitoko labar-arteak askotariko funtzioak zituela baieztatu dute Euskal Herriko kobazuloetan



lkerketan aztertutako irudi-multzo bat, Santimamiñen. ARG.: Iñaki Intxaurbe Alberdi.

Euskal Herriko kobazuloetan Madeleine aldiko labar-arteak metodo konputazionalarekin aztertuta, ezaugarri espazialen eta ikonografikoen arabera bereizi dituzte irudiak, eta ondorioztatu dute lau multzotan bana daitezkeela.

Irudiek zeukaten funtzioari erreparatuta, bi taldek antagonikoak diruditela azaldu du Iñaki Intxaurbe Alberdi EHUko ikertzaileak. Batzuetan, [eszenaratzeari zaindu zen](#); hau da, ikusiak izateko egin ziren. Beste batzuetan, aldiz, kontrakoa bilatu zen: leku ezkutuan eta sarbide zailkoetan eginda daude.

Funtzio desberdinak zituztela iradoki dute ikertzaileek. Lehenengoak litekeena da funtzio xamanikoa izatea. Helduek eginda daude (goialdean), eta, ziurrenik, kontakizunekin lotuta zeuden, talde ertainak edo handiak har litzaketen espazioetan baitaude. Bigarrenengoak badirudi beste arrazoi batzuei erantzuten dietela, hala nola igarotze-erritoei. Ohikoa da lurretik gertuago dauden eremuetan aurkitzea. Haiekin batera haurren edo nerabeen aztarnak aurkitu direnez (oin biluzien aztarnak, hatzekin egindako marren tamaina, eta abar) [litekeena da haiek izatea egileak](#).

Madeleine aldiko irudien beste talde bat [buztinean grabatutako elementuek eta egindako eskultu-](#)

[rek](#) osatzen dute. Intxaurbereen esanean, haitzuloetako eremu sakon eta ezkutuenetan bakarrik aurkitu ohi dira, eta pentsa bazitekeen ere agian leku irisgarrietakoak galdu egin direla, eta horregatik aurkitzen diren guztiak leku zailetan daudela, badirudi ez dela hori arrazoiak: "Izan ere, historiaurreko aldi haren ondoren, arrazoi geologikoengatik itxita geratu ziren beste kobazulo batzuetan ere (adibidez, Erberua, La Garma, Fontanet...), leku ezkutuetan bakarrik aurkitu dira. Hortaz, ematen du erabaki kultural bat izan zela".

Azkenik, zeinu abstraktuek osatzen duten taldea dago. "Horietan ez dugu ikusi kokapen berezia zutenik, ausaz agertzen dira apaindutako haitzuloaren edozein lekutan. Interpretatu izan da taldearen identitate-ikurrak zirela; orduan, berdina du sarreraren edo sakonean egitea, beti izango baitute esanahi bera", azaldu du Intxaurbek.

Aزتutako irudi guztiak (500 inguru) Euskal Herriko kobazuloetakoak dira, eta, azterketa egitean, irudi berriak ere aurkitu dituzte, adibidez, Santimamiñen eta Ekainen. ●

Ozono-geruza suntsitzen duten substantzien mailak behera egin du atmosferan

Ozono-geruza suntsitzen duten substantzien mailak nabarmen murriztu dira atmosferan. Horixe erakutsi du [Nature Climate Change aldizkarian argitaratu duten azterketa](#) batek. Zehazki, hidroklorofluorokarbonatuen (HCFC) atmosferako maila nabarmen jaitsi da, lehenengoz.



Karbonoa Behatzeko Sistema Integratuaren (ICOS) Jungfraujoch estazioa (Suitza), hidroklorofluorokarbonoen neurketak egiteko erabili den behatokitako bat. ARG.: Jungfrau.ch.

Mundu osoan banatutako behatoki atmosferikoe-tan egindako doitasun handiko neurketen bidez lortu dituzte emaitzak. Eta ikertzaileek azpimarratu dute emaitza itxaropentsu horiek berretsi egiten dutela nazioarteko protokoloen garrantzia. Hain zuzen ere, 1987an adostu zen Montrealgo Protokoloa ozonoa suntsitzen duten substantzien ekoizpena eta erabilera erregulatzeko.

Protokolo horri esker, 2010etik mundu osoan debekatuta daude klorofluorokarbonatuak (CFC). Baina CFCak HCFCekin ordezkatu ziren neurri handi batean, eta orain horiek ere murrizteko fasean gaude. 2040an dago ezarrita epemuga HCFCak erabiltzeari guztiz uzteko.

2021ean iritsi ziren maximora HCFCen emisioak. Hurrengo bi urteetan zertxobait behera egin zuen, baina oso gutxi. Eta aurtengo neurketek, berriz, beherakada nabarmena erakutsi dute. ●

Elefanteek izenen antzekoak izan litezkeen deiak erabiltzen dituzte

Afrikako sabanako elefante basatiek elkarri deizteko erabiltzen dituzten deiak gizakiok erabiltzen ditugun izenen antzekoak izan litezkeela ondorioztatu dute ikertzaile batzuek, [Nature Ecology & Evolution aldizkarian argitaratu duten lanean](#).

Ikertzaileek eta lortzaileek ere ikusi izan da elkarri zuzentzeko berariazko soinuak erabiltzen dituztela, baina kasu horietan hartzaileak egiten dituen soinuak imitatuz egiten dute. Elefanteen kasuan, berriz, ez dirudi horrela egiten dutenik, eta, beraz, ikertzaileek ondorioztatu dute gizakiok erabiltzen ditugun izenen antzekoagoak direla elefanteen deiorioak.



ARG.: George Wittemyer.

Ikasketa automatikoa erabiliz, elefanteen 469 deizteko zituzten ikertzaileek. Eta ikasketa automatikoko eredua gai izan zen deiorio horien hartzaileen % 27,5 identifikatzeko. Halaber, alderatu zuten 17 elefante basatik nola jokatzeko zuten haiei edo beste elefante bati zuzendutako deien grabazioak entzundakoan. Eta ikusi zuten elefanteak azkarra-go hurbiltzen zirela eta bokalki gehiago erantzuten zutela deia euren zuzendutakoa zenean. Horrek iradokitzen du elefanteek ezagutzen dituztela haiei zuzendutako deiak. ●

Giza enbrioia-aren asimetria lehen zatiketatik hasten dela frogatu dute

Egun bateko giza enbrioia bat osatzen duten bi zelula berdinak diruditen arren, frogatu dute giza gorputzaren gehiena haietako batetik sortzen dela.

Espermatozoideak obulua ernaltzen duenetik jarraipena egin diote zigotoari, eta, teknika ez-inbaditzaileak erabilita, zatiketa bakoitzean aztertu dute zer zati doan epiblastoa osatzera (gorputza), zer hipoblastora (zaku bitelinoa) eta zer trofoekto-dermora (karena).

Hala, frogatu dute epiblastoko zelula gehienak bi zelulako enbrioia-aren zelula bakar batetik sortzen direla. Ikertzaileen ustez, prozesu asimetriko hori gakoa da giza gorputza eratzeko. Beraz, asimetria hori hasieratik aintzat hartuz gero, litekeena da *in vitro* ernalkuntzaren arrakasta-tasa handitzea, orain arte ez baita kontuan hartu enbrioia-aren zelulak hain desberdinak direla hasieratik bertatik. ●



Enbrioia asimetrikoa dela frogatu dute, bi zelula baino ez dituenetik. ARG.: YVC Biologia Saila/CC BY.

SUV autoak dira karbono-emisioen hazkundearen % 20aren erantzuleak

[EIE Energiaren Nazioarteko Agentziaren arabera](#), autoen salmentan arrakasta berezia izan dute SUV motakoek. Horrek energia-kontsumoa eta karbono dioxidoaren isuriak areagotzea ekarri du: 2023an, petrolio-eskariaren eta isuriaren hazkundearen % 25a eta % 20a haiei zor zaie, hurrenez hurren.



SUV autoen erakusketa, Indonesian. ARG.: Tom Fisk/Pexels.

Horrez gain, elementu kritikoen beharrak ere piztu du kezka, SUV elektrikoek bateria oso handiak baitutuzte. Izatez, gaur egun errepideetan dabilzan SUV autoen % 5 baino ez da elektrikoa, baina, auto elektrikoaren artean, gero eta gehiago dira SUV motakoak.

EIEren txostenean azaldu dute autoak elektrifikatuta lortzen den karbono-isuriaren jaitsiera ezerezean uzten dutela SUV autoek, eta datu hau ere eman dute: SUV autoak herrialde bat balira, CO₂ gehien isurtzen duen bosgarrena izango litzateke, Txina, India, AEB eta Errusiaren ondotik. Hain zuzen, munduan dauden 360 milioi SUV autoek mila milioi tona CO₂ isuri zuten guztira; 2022an baino 100 milioi tona gehiago. ●



[Albiste gehiago webgunean](#)

Asier Hilario Orus

Geologoa



“Gure espeziea anekdota txiki bat besterik ez da historia luze honetan”

Ana Galarraaga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Asier Hilario Orus (Tolosa, 1977) Geologiako doktore da, eta Euskal Kostaldeko Geoparkeko zuzendari zientifikoa. Horrez gain, Nazioarteko Zientzia Geologikoen Elkarteko (IUGS) Ondare Geologikoaren Batzordeko presidentea da. Geoparkeen Sareko Zuzendaritza Batzordeko kidea da, UNESCOren Munduko Geoparkeen Programarako ebaluatzaile gisa egiten du lan, eta Nazioarteko Zientzia Geologikoen Programaren (IGCP) batzorde zientifikoren kidea da. Gutxi izango dira lurrarekiko eta paisaiarekiko maitasuna berak adinako grinaz eta sakontasunez transmititzeko gai direnak.

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

Mendiak maite nituelako ikasi nuen geologia. Mendien arkitektura ulertu nahi nuen. Segituan konturatu nintzen nire interesa ez zegoela xehetasun txikietan edo diziplina zientifiko zurrunetan. Argazkiaren ikuspegi zabala ulertu nahi izan dut beti. Ibilbide honetan bada guztiz txundituta utzi nauen kontzeptu bat: denbora geologikoaren dimentsioa ulertzea eta barneratzea, alegia. Geologia zientziak giza kulturari egin dion ekarpen handiena dela uste dut. Paisaiak eta geografiak aldatzen direla ulertzeak, zibilizazioak joan eta etortzen diren bezala, gure espeziea historia luze honetan anekdota txiki bat besterik ez dela onartzera behartzen gaitu. Lurraren barne-indar eta bizitzaren eboluzioaren azken fruitua besterik ez gara, eta hori barneratzeak umiltasun handia eskatzen du.

Denbora geologikoaren kontzeptua, "Deep time", James Hutton geologoak azaldu zuen lehen aldiz XVIII. mendean. Zientziaren eta filosofiaren arteko ideiak biltzen ditu, eta horregatik da hain erakargarria.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke?

Ikusi nahiko nukeen iraultza ez da zientifikoa. Naturarekin erlazioa berreskuratuko duen gizarte humanistago bat ikusi nahiko nuke. Naturarekiko deskonexioak pobreago egiten gaitu.

Geologia zientziaren ezagutza ezinbestekoa izango da etorkizuneko erronka ekonomiko eta sozial nagusiak kudeatzeko. Uraren eta desertifikazioaren kudeaketan, itsas mailaren igoeraren aurkako neurrietan, teknologia berriak garatzeko behar diren mineralen eta lehengaien ustiatetan eta energia-iturri zaharretatik berrietara egin behar den trantsizioan ezinbestekoa izango da geologia zientziak duen lur sistemaren ezagutza ondo erabiltzea.

Gure zientzia gizartearen garapen hobea gauzatze-ko lagungarri dela ikusi nahiko nuke. ●



Adimen artifizialaren

Adimen artifizialeko programa batzuk erabiltzaile arruntetara iritsi direnetik, eremu guztietara hedatu da hari buruzko eztabaida. Arlo teknikoan sartu gabe, gizartean eta hezkuntzan dauden pertzepzioak ezagutzeko analisi bana idatzi dute, hurrenez hurren, Xabier Landabidea Urrestik eta Nagore Landa Gundinek, eztabaida aberasteko asmoz.

Biek ere onartu dute adimen artifizialak aukera interesgarriak eskaintzen dituela, baina kritiko agertu dira zenbait alderdirekin, bereziki, Landabidea. Are gehiago, adimen artifizialaren kontra idatzi du, eta bost arrazoi eman ditu, zeharo kritiko agertzeko.

Landak, berriz, adimen artifizialaren erabilera baliotsu batzuk aipatu ditu, baina hark ere azaldu ditu zenbait zalantza eta erronka.

Xabier Landabidea Urresti

Aisia eta Giza Potentzian doktorea.
Deustuko Unibertsitateko Euskal Gaien
Institutuko ikertzaile elkartua.
UEUko Komunikazio sailburua.



Azken urteak kobazulo batean ezkutatuta egon ezean, denok dakigu zer den adimen artifiziala, dena aldatzera datorrela eta saihetsezina dela. Oso denbora laburrean kontsentsuzko *hype* erraldoi bat eraiki dugu gizartean, "teknologia" horiek ahalik eta arinen geureganatu eta haien "iraultzara" batzeko deiadar entusiasta artean. Ba omen dator, hemen omen da, eta grabitatea eta heriotza bezain ekidiezina den indar horren aurrean men egitea omen da aukera bakarra eta onena.

Egoera beste bat balitz, ñabardura gehiagoko iritzi-zutabea idatziko nuke, aukera eta arriskuak baloratzuz, kritika eta laudorioa konbinatuz... Baina,



gauden egoeran, adimen artifizialaren irudikapenarekiko zeharo kritiko agertzea tokatzen zaigula defendatuko dut, eta bost arrazoi proposatuko ditut horretarako:

1. *Adimen artifiziala ez da existitzen.* Izena duena ba omen da, baina hori mitologia da, ez materialitatea. Etiketa hori jarri diegu askotariko teknologia, teknika, praktika eta diziplinei (zeinak ezin interesgarriagoak baitira, eta errealak), baina, gaur-gaurkoz, AA, Volkswagen autoetako *ziritio-nea* bezala, marketin-operazio erraldoia da: ez du errealitatea deskribatzen, sortu egin nahi du.
2. *AA lapurreta bat da.* Historiako botere eta kapital sinbolikoaren arpilatze- eta pribatizazio-saiorik handienaren lekuko izan gara jada. Ez da zehazki beste *urreearen sukar* bat (NVIDIA korporazioa pikatxoi eta pala digitalak salduz aberasten ari den arren), hau inoizko lapurretarik handiena da, zeinean korporazio hilezkor eta erraldoiek gure datuak eta (arin esaten da) giza kultura osoa jan duten. SGAEren "pirateria delitua da" kanpainak gogoratzen ditugunoi kortsarioen eta koroaren arteko harremanean pentsatzen jartzeko modukoa.

“Adimen artifiziala”ren kontra

3. *AA ez da (gure helburuetarako) tresna bat.* Datuen biltegiatze- eta konputazio-gaitasunak zabal-
tzeak aukera berriak zabaldu ditu eredu proba-
bilistikoak eremu oso ezberdinetan aplikatzeko,
itzulpen automatikotik hasi eta [elefanteek elkarri
izen propioz deitzen diotela](#) ikastera. Baina AA
deitu diegun horiek ez dira tresna neutroak. In-
gurune natural eta sinboliko osoa espoliatzea eta
gainbalioa erauzteak dute helburu. Mailu badira,
gu gara iltzeak.
4. *AA gabon-afariko koinatu hori da.* Badakizu, ez
dena isiltzen. Inork baino gehiago dakiena de-
nari buruz, eta soluzio sinpleak eskaintzen di-
tuen munduko gaitz guztientzat. Ez daki deus,
baina konfiantza erabatekoa du bere gaitasune-
tan. Googlek esango dizu [Erroma 1870. urtean
fundatu zela](#), eta ChatGPTk itsasoko animaliarik
azkarrena [belatz handia](#) dela; eta esango dizute
erabateko konfiantzaz. Ziurrenez hori da behar
genuena, Internet osoa pozoituko duen koinatu
sintetiko uholde bat.
5. *AA gezurra da.* Ez da bakarrik testu- eta irudi-
sortzaile gisa ez dutela esanahiaren edo errefe-
rentearen zentzurik (adierazle soiletan opera-
tzen dute probabilistikoki), ez da soilik koinatu
automatikoak direla. Kutxa opaku gisa misterioa
eta magia, are errebelazioa eta salbazioa, hitz
ematen dizkigute modu erlijiosoan, eta etenga-
be esaten zaigu ulertzeko ezinezkoak diren tek-
nologiak direla. Etorrera teleologiko orok bezala,
noski, baditu bere mesiasak, bere profetak eta
bere sektak. Baina, finean, superstizioa bultza-
tzen ari gara, ez ezagutza.
- Badago gauza interesgarriarik makinaren ikasketa eta
ikasketa sakon deitu diegun horietan? Jakina. Baina,
oro har, esango nuke egoera oso dela kezkarria,
eta trenera igotzera bultzatu gaituztela nora joan
nahi dugun, edo, are, joan nahi ote dugun, galdetze-
ko astirik izan ez dezagun. ●

Adimen artifizialari buruzko gogoeta batzuk: erronkak eta ondorioak

Adimen artifizialaren erabilerak aukera oso balio-tsua ematen ditu hainbat arlotan. Adibidez, hezkuntzan, aukera eman dezake material pertsonalizatuak sortzeko.

Osasunean, berriz, irudi bidezko diagnostikoa eta prebentziozko arreta hobetzen ditu; hala, lagundu dezake minbizia etapa goiztiarretan detektatzen. Halaber, [minik, konpresiorik eta erradiaziorik gabeko mamografiak](#) egiteko erabiltzen ari da. Eta, dermatologian, ikusi da AAKo sistemek gaitasun handiagoa dutela medikuek baino melanoma detektatzeko.

Naturaren zaintzan, basabizitzaren kontserbazioa iraultzen ari da AA, monitorizazioa, espezieen identifikazioa, habitaten azterketa eta klima-aldaketaren eraginaren aurreikuspena hobetzen baititu.

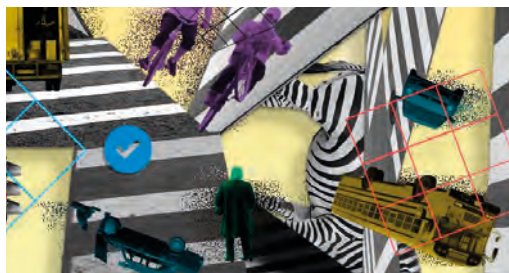
Alderdi sozialean ere eragin nabarmena izaten ari da. Esaterako, erabilera pertsonalerako AA du-

ten gailu txikiek (TinyML) etorkizun handia izango dute. Adibidez, testua audio bihurtzen duen [Lupa Adimendunak](#).

Azken adibide bat aipatzearren, laneko produktibitatea hobetzeko ere balio dezake. AA lan-bileretara joan daiteke gure orde, eta han esandakoa transkribatu eta laburbildu dezake. Dokumentazioa antolatu eta bidal dezake, eta zeregin errepikakorrek egin, sormenerako denbora utzita. Emango al ligu ke aukera lau eguneko lan-asteak izateko?

Txanponaren beste aldean, ordea, zalantzak eta erronkak ere eragiten ditu. Hasteko, ingurumen-inpaktua dago. Izan ere, AAKo modeloak entrenatzeko eta erabiltzeko, AA sortzailearenak bereziki, energia, ur eta baliabide konputazional asko behar da. Bestalde, [AA erabiltzen ari dira fusio nuklearraren prozesua kontrolatzeko eta egonkortzeko](#), eta, hala, iturri garbia eta ia mugagabea lortzeko.

Beste kezka bat enplegu-galera da: AAKekin zeregin errepikakorrek automatizatzeak enpleguak galtzea eragin dezake, baina, era berean, rol berriak sortuko lituzke, trebetasun berriekin. Funtsezkoa da trantsizio horretarako prestatzea.





Nagore Landa Gundin

Informatika-irakaslea eta digitalizazioko aholkularia.

Datuen segurtasuna ere erronka handia da. Horri erantzuteko sortu da [Gaia](#) proiektua, Europarako datu-azpiegitura federatu bat sortzeko asmoz.

Aipatzekoa da ikuspegi feministatik ere erronka handiak sortzen dituela AAK. Hain zuzen, AAKren garapenean herrialde aberatsetako gizon zuriak nagusi izateak eragin dezake emaitzetan eta aplikazioetan genero-desberdintasunak eta beste joera batzuek irautea. Gainera, emakumeek, lan errepikakor gehiago egiten dituztenez, probabilitate handiagoa dute [enplegua aldatu](#) beharra izateko.

Horri lotuta, alborapen sozialak daude: modeloak trebatzeko erabiltzen diren datuek gizartearen jarrerak eta aurreiritziak islatzen dituzte; beraz, saihetsezina da modeloek iruzkin arrazistak, sexistak eta LGBTIQ+ kolektiboaren aurkakoak errepikatzea. Teknika aurreratuak aplikatzen ari dira arazo horiek arintzeko (Fine-Tuning, giza ikuskapena).

Illo beretik, gerta liteke hizkuntza eta kultura gutxiak baztertzea; horien artean, euskara. Latxa ereduak eta itzultzaile neuronalak euskara bultzatu nahi dute.

Azkenik, gardentasunari buruzko kezka dago: XAI, "*explainable artificial intelligence*", AA sistemen "kutxa beltza" irekitzeko diseinatutako teknika- eta tresna-multzo bat da. "Kutxa beltz" hori irekitzean, hobeto uler dezakegu AAK erabaki batzuk nola eta zergatik hartzen dituen.

Hori guztia kontuan izanda, eta informatika-ingeniaria naizen aldetik, ikusten dut AAK zer eragin positibo izan ditzakeen.

Herritarrak prestatzea eta informatzea funtsezkoa da, inor atzean utzi barik, teknologia hori nola garatu eta arautu behar den erabakitzeko.

AA gure bizi-kalitatea hobetzen duen teknologia gisa erabili behar da, eta, horretarako, planetako gizakiak eta izaki bizidunak erdigunean jarri behar ditugu.

Bukatzeko, robotak eta txatbotak aurreratu eta emozio eta elkarrizketa esanguratsuak simulatzeko gai bihurtzen diren heinean, galdera hau sortzen da: lotura emozional sakonak sortuko al ditugu sentimendu errealik ez duten sistemekin? Nik baietz uste dut. ●

Elena Aldasoro Unamuno

Osasun-arloko ikertzailea

*“Hierarkia bat dago, eta hori da
deuseztatu behar dena”*

Ana Galarraga Aiestaran • Elhuyar Zientzia
Argazkiak: Endika Portillo Berasaluce/©Foku



Beti bezain hurbileko eta bizi egin digu harrera Eusko Jaurlaritzaren egoitzako sarreran. Izan ere, han egiten du lan, Osasun Saileko Osasun Publikoaren eta Adikzioen zuzendaritzan. Duela 20 urte, miokardio-infartuari buruzko IBERICA ikerketan, patologia horretan sexuak eta generoak duten eraginaz ohartu zen. Geroztik, osasun-ikerketetan baldintzatzaile sozialen eragina aztertzean jarri du indarra; bereziki, sexu eta genero aldagaienak. Orain duen postuan ere, osasun- eta adikzio-planak berritzean, ikuspegi horrekin aritu da, eta elkarriketan ere halaxe erantzun die galderei, ibilbide luzeak ematen duen segurtasunarekin, eta gaiaren konplexutasunak eskatzen duen ardurarekin.

Duela 9 urte, zure parte-hartzearekin, [emakumeek medikuntzan](#) pairatzen duten diskriminazioari buruzko artikulua-sorta bat argitaratu genuen *Elhuyar* aldizkarian. Zure ustez, gaiak oraindik badu gaurkotasuna edo jada gaindituta dago?

Ez, ez, gaurkotasun betea izaten jarraitzen du, oso zaila baita rola eta estereotipoak aldatzea, eta al-daketarekiko erresistentzia ia egunero bizi dut nire lanean. Jakina, patriarkatuaren pribilegioak galtzea ez da kontu erraza. Gainera, ezin dugu pentsatu aurrera emandako pausoak betiko emanda daudenik; alderantziz, garaiotan, arriskuan daude irabazitako hainbat alderdi.

Nire ustez, batez ere hierarkia-arazo bat da. Talde jakin bat, berdina da klaseagatik edo generoagatik den, beste baten gainetik jartzen denean, azpikoak sufritu egiten du.

20 urte igaro dira IBERICA azterketa argitaratu zenetik. Mugarri bat izan zen zure ibilbidean, ezta?

Bai, zalantzarik gabe, mugarri bat izan zen. Nire buruak klik egin zuen unea izan zen, eta inguratzen ninduen errealitatea ulertzeko gai izan nintzen unea, eta, batez ere, gauza asko azaltzeko gai izan zena.

Ikerketa haren garrantzia honetan datza: epidemio-logian, populazioan azterketak egiten genituenean,

eta jakin nahi genuenean, adibidez, zergatik zeuden arrisku-faktore gehiago talde batean beste batean baino, beti banatzen genituen sexuaren eta adinaren arabera; baina klik hori izan zen galdetzea zergatik hiltzen ziren emakumeak gizonak baino gehiago infartuen ondorioz. Alegia, galderak egitea da koska. Guk ikusten genuen emakumeek arrisku handiagoa zutela hiltzeko.

Ikerketa hura niretzat mugarri izateko beste elementu bat orduko nire mentorea da, Rosa Rico. Izan ere, generoari buruzko kontzeptuak nahiko garbi zituen, eta nik, garai hartan, ez hainbeste. Hortaz, hari esker izan zen, solastu egiten baikinena, eta nik alderdi zientifikoan jartzen nuen gehiago arreta, eta berak gehiago begiratzen zion beste alderdiari. Orduan, ikerketaren diseinua aldatu genuen: emakume gehiagok parte har zezaten, jakiteko zer alborapen egin ziren populazioa kontzeptualizatzean, zer alborapen egiten ziren informazioarekin, zein alderdi ziren sexuaren arabekoak eta zein generoarenak... Horretarako, ikerketa zoragarria zen, hori guztia biltzen baitzuen.

Besteak beste, sexuak eta generoak biek eragiten dutelako, alderdi desberdinetan.

Hori da. Esaterako, infartua izateko arriskua emakumeetan txikiagoa da gizonetan baino, menopau-

siara arte. Bitartean, emakumeak babestuta daude, antza denez, hormonengatik, baina gero jada ez. Hori sexuagatik da, baina generoagatik ere badaude alborapenak.

“Merkaturatu ondoren atzera botatzen diren botiken % 80 emakumeetan espero gabeko albo-ondorioak ematen dituztelako da”

Orduan, lantalde bat osatu genuen Osasun Sailean EHUrekin, eta genero-alborapenik gabeko gida kliniko batzuk sortu genituen. Baina ez genuen jarraitzerik izan, alboko lan bat zelako. Kanadako eredu bat hartu genuen, eta hark esaten zuen hierarkia bat dagoela: lehenik, kasu honetan, gizona/emakumea; bigarren mailan, ez ikustea diferentziak —gure kasuan, sexua—. Hau da, osasun-ikerketan, aztertu beharreko lehenengo gauza da ea badagoen diferentzia biologikorik gizonen eta emakumeen artean: diferentziak anatomian, fisiopatologian... Denean ikusi izan baitira diferentziak: COVIDean, gaixotasun hepatikoetan... Horretan jada asko ikertu da, eta argi dago desberdinak gara sexuaren arabera. Baita giltzurruneke zeluletan ere! Ez da soilik emakumeenak txikiagoak direla, eta gizonenak handiagoak; modu desberdinean iragazten dute. Alegia, denean gara desberdinak, nahiz eta “bikiniaren medikuntza” bakarrik aztertu izan

den emakumeetan, hau da, ugalketa-organoekin eta amatasunarekin erlazionatutakoa.

Funtsezkoa da sexuak bereizita ikertzea. Horregatik, esaten dutenean sexua deuseztatu behar dela, osasun-ikerketan, ez du zentzurik.

Hierarkiarekin jarraituta, gero, estandar bikoitzak daude. Hori da sintomatologiari buruz aipatu duguna. Zuk Hollywoodeko infartu bat baldin badaukazu, ez dago arazorik. Hau da, gizon baten berdina zarenean. Emakumeok ordaintzen dugun prezioa da desberdinak izatea. Hortaz, ez badaukazu Hollywoodeko infartua, baizik eta, emakumeotan ohiakoa den bezala, beste sintoma batzuk badituzu, hor agertzen da estandar bikoitza. Estereotipoari jarraituz, gaixotasun hori gizonekin erlazionatu dute; eta emakumeetan, zeinetan sintomatologia ez den hain nabarmena, antsietatetzat hartzen dute. Alabaina, gizon batek sintomatologia hain argia ez daukan infartu bat izango balu, berehala egingo liokete elektrokardiograma bat.

Horrenbestez, hierarkia bat dago, eta hori da deuseztatu behar dena.

Begira: behin, Osakidetza kontuak zera-matzanari eskatu nion ospitaleratzeen gastua bidualtzeko. Beti guztizko gastua ematen dute, baina sexuaren arabera banatuta emateko eskatu nion. Eta nahiz eta adin-tarte batean emakumeen gastua handiagoa den, erditzeengatik, batzbestekoa handiagoa da gizonetan: proba gehiago egiten zaizkie, denbora gehiago egiten dute ospitaleratuta... Eta hori, emakumeak luzeago bizi direla.



Hortaz, oraindik ez gaude ikerketetan sexua eta generoa bereizteari uzteko moduan, ezta? *Nature* aldizkariko editorial batean horixe esaten baitzuten: bereizketa sinplista dela, eta bertan behera utzi beharko litzatekeela. *Nature* bera ez dago ados. Ez, inondik inora ere ez; aitzitik, oso urruti gaude. Guztiz zentzugabea izango litzateke, argi eta garbi.

Egia da boladan dagoela. Duela gutxi, Rosa [Rico] eta biok lagun batekin geunden bazkaltzen, eta lagunak esan zuen: "Ondo legoke sexu-aldagaia kentzea erregistrotik". Eta nik: "Ez, mesedez! Ezingo genuke ikertu! Pentsa: androzentrismoak zientzian izan duen eraginarengatik, ikerketak, beti, gizonetan egin dira, eta gero emakumetara estrapolatu dira. Eta justu horregatik gaude gauden bezala; adibidez, merkaturatu ondoren atzera botatzen diren botiken % 80 emakumeetan espero gabeko albo-ondorioak ematen dituztelako botatzen dira atzera. Edo ez dakigu aspirinak eragin prebentibo desberdina duen gizonetan eta emakumetan, esaterako, iktusen edo infartuen kasuan. Edo jakitea alkoholaren metabolizazioa ere desberdina dela, eta guk okerrago metabolizatzen dugula alkohola, eta, horrenbestez, ingesta-neurri berarekin intoxikazio etiliko gehiago ditugula... Hori guztia jakin egin behar da, eta horregatik da ezinbestekoa begirada feminista ikerketan. Eta kontuan izan behar da diskriminazioa beti erlazonala dela: talde bat, bestearekiko.

Burura etorri zait duela gutxi ikusi nuen meme bat: "saguetan egindako ikerketak gizakietara estrapolatzen direnean, izenburuan *in mice* jarri beharko litzatekeen bezala, gizonetan egindakoak orokortzean, *in man* jarri beharko litzateke".

Hain zuzen ere! Kontrakoa ere gertatzen da, e? Gutxiago, baina esanguratsua da gertatzen dena. Farmazia Zuzendaritzan egiten duten buletinean, osteoporosiaren tratamenduari buruzko informazioa zetorren. Eta osteoporosia sozialki emakumeei lotutako gaixotasun bat da. Orduan zer gertatzen da? Bada, buletinean osteoporosirako sendagaiak alderatzen zituzten, eta tauletako batean jartzen zuen «gizonetan probatua?», eta agertzen zen «ez, ez, ez, bai, ez...». Ez nuen sekula ikusi halakorik! Gainerako gaitzetan, ez dut ikusi zehaztuta emakumeetan probatu ote duten, ez bada haurdunetan edo edoskitzaroan daudenetan.

"Ezin dira berdin tratatu desberdinak direnak, eta desberdin, berdinak direnak"

Eta trans pertsonetan ere ez da ikertzen, eta, beraz, ez dago jakiterik. Gainera, batetik bestera asko aldatzen dira egoerak.

Oso gai interesgarria da, eta espero dut emango direla pausoak bide zuzenean. Izan ere, sexua ezeztatu behar dela esaten dutenean, guk uste dugu sexua ezetz, generoa ezeztatu behar dela. Hau da,



bakoitzak adierazi dezala generoa nahi duen bezala, baita generorik gabe agertu nahi badu edo batetik bestera jariatzen badu ere; baina ikerketa batean, biologikoki, ez litzateke zuzena izango emakume trans bat, adibidez, emakumeen taldean sartzea, emaitzak itxuragabetuko lituzkeelako.

Horrek ez du esan nahi, eta hau argi utzi nahi dut, ez direnik ikertu behar. Gainera, ikusten ari dira oso gaztetatik hormonatu diren transetan zenbait osasun-arazo agertzen direla. Hortaz, horrelako kasuak ondo ezagutu behar dira, behar bezala artatzeko. Ezin dira berdintzatatu desberdinak direnak, eta desberdin, berdintzatatu direnak.

Egia da une honetan ez dela erraza honi buruz hitz egitea, zarata handia dagoelako, eta, batzuetan, isildu ere egiten gara, gaizki ulertuko ote den beldurrez. Baina ez, onena argi hitz egitea da. Esaterako,

batzuek diote emakumeen artean alde handiagoak daudela batzuen eta besteen artean, emakume baten eta gizon baten artean baino. Bada, bai, gertatuko da hori ere. Baina hori ez da arrazoi bat sexuen arteko diferentziak ez ikertzeko. Jakin beharko da zer ari zaren ikertzen, eta horretan sexuak eragin ote dezakeen, erabakitzeke sexu aldagaia aintzat hartuko duzun ala ez. Eta etnia edo beste edozein aldagai ere gai jakin horretan esanguratsua bada, bada hori ere bereizita aztertu beharko da.

Adikzioen Zuzendaritzan zaude. Hor ere argi ikusi-ko dira sexuaren eta generoaren eraginak.

Argi eta garbi. Tabako-erretzaileetan, adibidez, ikusi da emakumeek ez dutela izaten nikotinarekiko hainbesteko mendekotasuna. Demagun emakume batek tabakoa utzi nahi duela eta Osakidetza jo-zen duela. Tratamendua beharko duela uste izanez gero, Fageströmen testa egiten diote, tabakoarekiko

adikzioa zein neurritakoa den ebaluatzeko. Eta galderetako bat da ea esnatu orduko zigarro bat pizteko beharra ote duen. Orduan, emakume askok erantzuten dute ezetz; esan bezala, ez dutelako gizonak adinako mendekotasuna nikotinarekiko. Horrenbestez, test horrek emakumeak diskriminatzen dituen alborapen bat du; izan ere, testak ematen duen puntuazioaren arabera emango diote botika ala ez.

Alkoholaren kasuan, berriz, arrisku txikiko kontsumoaz hitz egitean, hor jada gomendioa bereizita dago sexuaren arabera.

Bestalde, generoa dago. Nesketan joera bat ikusten dugu, eta gure garaian ere bagenuen, mutilen arrisku-portaerak imitatzeke. Eta, berez, alderantziz beharko luke: mutilek ahalegin bat egin beharko lukete maskulinitate toxiko hori alde batera uzteko. Askotan sufriarazi besterik ez baitie egiten, ezta? Emozioak erakustea eragotzita, arrisku handiak hartzera bultzatuta...

Badakit zaila dela mezua barneratzea, baina beti azpimarratzen dut, bereziki aisialdiko espazioetan. Gainera, neskek gehiago dute galtzeko. Ez luke hala izan behar, baina, rol-banaketagatik, horrela da. Ez dut esango ez dutenik hainbeste kontsumitu behar, baina informazio osoa izan dezatela eta jabetu daitezela zer irabazten eta zer galtzen duten.

Antsiolitikoaren kontsumoa ere handiagoa da nesketan, mutiletan baino. Uste dut substantzia bakarra dela neskek gehiago kontsumitzen dutena. Orain Osakidetzan proiektu berri bat dago, eta itxura ona du. Helburua da preskribatzen dutenetan eragitea,

baita populazioan ere. Izan ere, eguneroko ondorek sufrimendua sortzen dute, eta irtenbideak bilatzen ditugu. Arazoa da substantzia oso aduktiboak direla, tolerantzia eragiten dutenak; horregatik gomendatzen dira epe laburretarako. Zein da kontua? Ondoez horien arrazoiak jo beharko litzateke; batzuetan saihetsezinak dira, beste batzuetan ez... Ondoez sakonak dira, eta asko, gizarte mailakoak. Ez denak, e?

Azkenik, adikzioak dituzten emakumeek, izan substantzienak, izan portaerarenak, estigma bikoitza dute: adikzioa izategatik eta emakume izategatik. Horren ondorioz, beranduago eskatzen dute laguntza, tratamendurako espazioak oso maskulinizatuta daude, ama txarrak izateko sindromea dute, seme-alaben zaintza galtzeko beldurra dute... Alegia, gizonetan baino konplexuagoa da adikzioa tratatzeko prozesua.

Hala ere, esaten ari zarenagatik, eman dira pausoak genero-ikuspedia txertatzeko osasun-ikerketan, ezta?

Bai, bai. Beti topatzen dituzu lagunak, eta Eusko Jaurlaritzako Osasun Saileko liburutegiko arduradunarekin, Arantza Romanorekin, sortu dugu bilaketa-sistema bat iragazteko sexuaren arabera analizatutako artikulua. Eta asko ateratzen dira.

Nire susmoa da atzean dirua dagoela, medikuntza pertsonalizatuaren aitzakiarekin. Norberari egokitutako tratamendu bat eskaintzeko, adibidez, sexua funtsezkoa da.

Galdetu nahi nizun ea osasun-ikerketetan, sexuaz gain, zer beste eragile hartu beharko liratekeen kontuan, eta bat hori izango da, etnia, ezta?

Etnia, jatorria (hau da, migratzailea izatea), egoera sozio-ekonomikoa, eta desgaitasuna, betiereko ahaztua.

“Beste emakume batzuek ez balute borrokarik egin izan hor egoteko, ez ziren iritsiko”

Beste galdera bat ere egin nahi dizut: zu inoiz sentitu zara gutxietsia emakume izateagatik edo genero-ikuspegiarekin lana egiteagatik?

Bai emakume izateagatik, bai genero-ikuspegiarekin aritzeagatik, biengatik. Emakume izateagatik, orain jada pisu gehiago dudala sentitzen dut, baina lehen, nire zerbitziburua gizona zen, eta bai, zalantzarik gabe. Bileretan oso zaila zen hitz egiteko tarteak aurkitzea, aitortza beti zerbitzuburuarentzat zen... Orain aldatu da, edo, hobeto esanda, nik ez dut nabaritzen; horrek ez du esan nahi gertatzen ez denik.

Genero-ikuspegiarekin ere, badago emakume-profil bat, goi-karguetara iristen direnena, eta uste dutenena beren merituengatik iritsi direla. Eta bai, hala da, baina aurretik beste emakume batzuek ez balute borrokarik egin izan hor egoteko, ez ziren iritsiko. Haiek, ordea, ez dute hori ikusten, eta genero-ikuspegiarena gutxietsi egiten dute nolabait. Izan ere, sozialki, neurri batean, galtzaileen taldean ko-

katzea da, zu zeu galtzaile sentitzen ez zarenean. Nik, berriz, uste dut oso sana dela hor kokatzea.

Bukatzeke, zer nahiko zenuke etorkizunera begira?

[Tarte bat hartu du pentsatzeko] Ez daukat fantasiako ametsik; nahiko nukeena nahiko pragmatikoa da: jarraikortasun bat egotea nahiko nuke. Bide honek hurrengo belaunaldietan jarraitzea, continuum bat egotea. Eta, horretarako, formazioa ere gako da. Ez da nahikoa ikastaroak eta horrelakoak egitea, baizik eta kultura bat behar da, eta, horretarako, jakintzak alde guztietara iritsi behar du.

Adibidez, medikuntzako akademian ez da batere aurreratu. Egokitu zait familia-medikuntzako egoiliarrei hitzaldi bat ematea, eta konturatu nintzen aurrez ez dutela ezer entzun honi buruz. Eta baten batek ez zuen entzun ere egin nahi: bazegoen mutil bat nik hitz egin nuen denbora osoan albo batera edo gora begira egon zena. Eta beste batetik eztabaidatu egiten zizkidan IBERICA azterketako emaitzak. Datuak eztabaidatu! Gazte horiek ikasketak bukatzean, lehen arretako kontsultetara joaten badira, edo larrialdietara, eta agian egokitzen bazaie infartua izan berri duen emakumeren bat ardatzea, infartuan ohikotzat jotzen diren sintomak ez dituen, garrantzitsua da aurrez genero-ikuspegi landu izana.

Medikuntza-ikasketak ikuspegi biomedikotik egiten dira oraindik, gaixotasunean oinarrituta, eta diagnostikoetan eta tratamenduetan zentratuta. Eta falta zaie osasunaren alderdi osoa, eta bizitzarena; tartean, generoarena. Hori nahiko nuke: continuum bat egotea, aurrera jarraitzea. ●



Garezurreko hezur frontalaren zati bat,
El Polvorínko 1. osinean aurkitutakoa, 2022an.
ARG.: Javier Trueba/Madrid Scientific Films.

Neandertal arkaiko baten fosilak aurkitu dituzte Karrantzan

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Neandertal baten 18 arrasto aurkitu dituzte Karrantzako El Polvorín kobazuloan dagoen beheko galerian, Lehenengo Osina deituan. Guztiak banako bakarrarenak direla uste dute, eta, haien ezaugarri morfologikoetan oinarrituta, neandertal arkaikoenak direla azaldu du Asier Gómez Olivencia ikerketaren zuzendariak. "Erradioak (besaurreko hezurra) Atapuercako Hezurren Osineko fosilen antza du; beraz, gutxienez, 150 mila urte dituela esan dezakegu. Hala ere, lan-hipotesi modura, 200.000-300.000 urte izan ote ditzakeen aztertzen ari gara; baina, oraingoz, ez dugu ebidentziarik hain zaharra dela baieztatzeko".

Erradioaz gain, garezur-zatiak, esku-falange bi eta beste hezur batzuen zatiak aurkitu dituzte, eta ez dagoenez elementurik errepikatuta, eta, gainera, denak garapen-fase berekoak direnez eta koherenteak direnez, banako berberarenak direlakoan

daude. "Heldu batenak dira, nahiko txikia; horregatik uste dugu agian emea izan zitekeela. Dena dela, ez dugu pelbisaren hezurrik; hortaz, ezin dugu jakin". Andere deitu diote.

El Polvoríneko Lehenengo Osina ez da oso irisgarria, baina ikertzaileak ez ziren itsuan joan hara, giza fosilak aurkitzeko itxaropenarekin; Bizkaiko Arkeologia museoan gordetako hezur-poltsa batek jarri zituen arrastoan, 2020an. Urte hartan, Gómez Olivenciak berak, El Polvoríneko faunaren hezurrak zituen poltsa bat ireki zuen, eta giza orno bat aurkitu zuen, eta une hartan ez zion garrantzi handigorik eman. Hilabete pare bat geroago, ordea, beste kide batekin esku-falangea aurkitu zuten, eta neandertal-morfologia zuela ohartu ziren. "Izan ere, museoak ere aztarnategiak dira". Hala, 2021ean, ikerketa-proiektu bat jarri zuten martxan, faunaren eta gizakien arrastoak aztertzeko, testuingurua interpretatzeko eta kronologia zehazteko.

Testuingurua ezagutzea xede

Aurkitu diren fosilak erosioz sortutako sedimentuetan zeuden; horregatik ez dituzte datatu oraindik. "Datazio zuzena ere, suntsigarria denez, oraingoz ez dugu egin", adierazi du Gómez Olivenciak. Hortaz, testuingurua ikertzen jarraituko dute, kronologia zehaztu ahal izateko.

Illo horretan, El Polvoríneko Lehenengo Osinean 1983 eta 2000 urteen artean aurkitutako hartz-hezurrei buruzko ikerketa tafonomiko bat nabarmendu du. Haren arabera, han zeuden hartz-hezurak ez ziren hienak edo gizakiak metatutakoak izan, baizik eta lekuan bertan hil zirenenak. Gainera, bi sasoi desberdinetako leize-hartzak aurkitu dituzte: batetik, Pleistozeno berantiarrekoak (*Ursus spelaeus*); bestetik, espezie zaharragoko batenak



Paleontologoak El Polvoríneko 1. osineko aztarnategian lanean. ARG.: El Polvoríneko aztarnategiko ikerketa-taldea.

(*Ursus deningeri*), erdi-pleistozenokoa. Handik gertuko beste aztarnategi batean aurkitu zen espezie horren Euskal Herriko hezur-multzorik handiena, eta 300.000 urte inguru dituzte.

Horrenbestez, neandertal-fosil horiek datatzeko eta interpretatzeko testuingurua ezagutzea gako izango dela baieztatu du Gómez Olivenciak.

Bizkaiko Arkeologia Museoan egin dute fosilen aurkezpena, Asier Gómez Olivencia EHUKo Geologia Saileko Ramón y Cajal ikertzailearen eskutik. Ikerketan, bere saileko kideak ez ezik, beste unibertsitate eta zentro batzuetako ikertzaileak ere aritu dira elkarlanean (CENIEH, IPHES, Madrilgo Unibertsitate Complutensea, Bordelekoa, Parisko Historia Naturaleko museoa, Cambridgeko Unibertsitatea). ●



El Polvoríneko aztarnategi bereko erradioa, 1983an jasoa. ARG.: Javier Trueba/Madrid Scientific Films.



ARG.: pxhere.publicdomain2

Aire garbiagoa, osasunaren mesedetan

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Europako Batzordeak airearen kalitatea hobetzeko neurri berriak onartu ditu. Herrialdeek 2030erako bete beharko dituzte ezarri berri diren neurriak, eta, horrekin, poluzio atmosferikoak eragiten dituen heriotza goiztiarrak prebenitzea espero du Batzordeak. Izan ere, Europako Parlamentuak berak emandako datuen arabera, aire-kutsadurak, urtean, 300.000 heriotza goiztiar eragiten ditu Europar Batasunean.

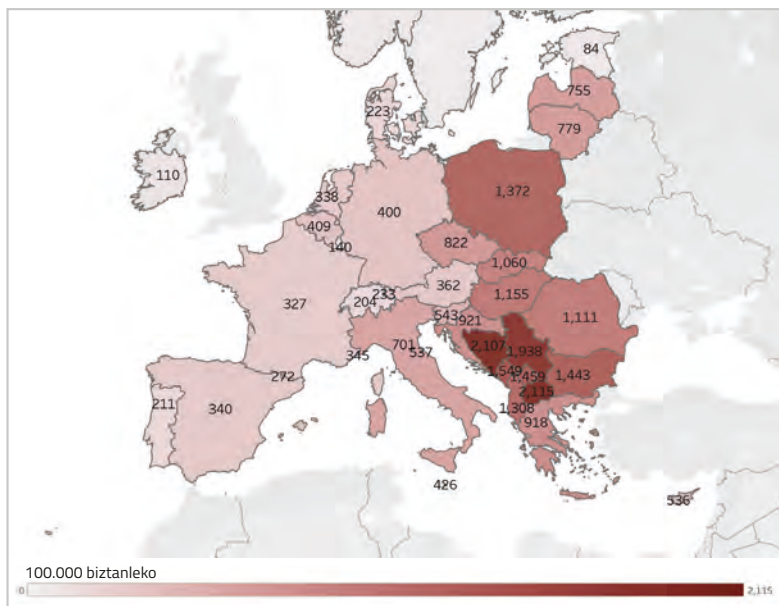
Osasun publikoarentzat, aireko poluzioa aspalditik da kezka-iturri, agerikoa baita arnasten ditugun kutsatzaileek ondorioak dituztela osasunean, zuze-nean zein zeharka. Ondorio horiek ikertzen dihardu, besteak beste, Aitana Lertxundi Manterola osasun publikoko ikertzaileak. Eta, haren esanean, neurriak beti atzetik doaz. “Hala ere, orain zorrotzuko diren neurri horiek justu osasunari kalte handiena egiten dieten kutsatzaileei eragiten diete. Izan ere, jende gehiena hirietan bizi gara, eta hirietako eragile es-tresatzaileak jaisteko helburua dute; zehazki, aire-kutsatzaileak”.

Europar Batasunean, airearen kalitatea zaintzeko direktiba 2008an ezarri zen. Hari erantzuteko, zenbait ku-

tsatzaileren neurketak egin behar dira, eta, Euskal Autonomia Erkidegoan, Nadia Arkarazo Arrizabalaga da airearen kalitatea neurtzeko sarearen arduraduna. Hark azaldu duenez, Espainian erkidegoen eskumena da airearen kalitatea zaintzea: "Horretarako, estazio finko batzuk ditugu herrialdeetan. Barruan, kutsatzailearen kontzentrazioa neurtzen duten aztertzaileak edo neurketa-monitoreak dituzte, eta haiek etengabe laginak jaso eta analitzen dituzte. Aztertzaile bakoitza une oro dago konektatuta datuak biltzen dituen terminalera, eta hark, ordu laurdenean behin, batezbestekoa kalkulatu eta jaso egiten du. Datu horiek etengabe helarazten zaizkio datu-zentralari, baliozkotzen dira, eta [Eusko Jaurlaritzaren airearen kalitateari buruzko webgunean argitaratzen dira](#)".

Hauek dira neurtzen dituzten kutsatzaile nagusiak: sufre dioxidoa (SO_2), nitrogeno oxidoak (NO eta NO_2), ozono troposferikoa, karbono monoxidoa (CO), bentzenoa eta partikula esekiak. Azken horiek arazo gehien eragiten dituzten kutsatzaileetakoak dira, eta tamaina askotakoak izaten dira. Airearen kalitatearen legedian bi zatiki ageri dira, osasunean eta ingurumenean duten eraginaren arabera: PM_{10} (10 μm -tik beherako diametroa duen material partikulatua) eta $\text{PM}_{2,5}$ (2,5 μm -tik beherakoa).

Jatorriari dagokionez, jatorri naturalekoak izan daitezke, hala nola itsas aerosolak, minerala, polena edo landareek igortzen dituzten beste substantzia organiko batzuk. Baina gehiengo jatorri antropogenikokoa da, hau da, giza jardueraren ondorioz sortutakoa: trafikoa, industria, eraikuntza-lanak,



Hilkotasun-tasa, $\text{PM}_{2,5}$ partikulen ondorioz, EEA Europako Ingurumen Agenciaren arabera (2024).

“Aireko kutsatzaileek, zirkulazioan eta arnas aparatuan ez ezik, gorputz osoko sistemetan eragiten dute, bai esposizioa jasotzen den une berean, bai epe luzera”

etxeetako berogailuak... Bestalde, zuzenean bere horretan igorritakoak izan daitezke (jatorri primarioa), diesel-motorren kea eta zementu- eta altzairu-fabrikek igorritako partikulak esaterako; edo eraldaketa kimikoek aitzindarietatik sortutakoak (nitratoak eta sulfatoak) eta konposatu organiko hegazkorren kondentsazioak eragindakoak (jatorri sekundarioa).

Osasunean, zuzenean

Kutsatzaileen kontzentrazioak jasotzea baino zailagoa da neurtzea zer ondorio duten osasunean. “Neurri batean, laborategiko akuriak gara denok”, esan du Lertxundik. Izan ere, ondorio horiek denbora igaro ahala ezagutu dira. “Azken finean, ezin dira kutsa-

tzaileen ondorioak ikusteko azterketa esperimentalak egin pertsonekin; ez lirateke etikoak izango”.

Nolanahi ere, Lertxundik gogora ekarri du iraganean egin zirela ikerketa esperimental batzuk: “Adibidez, AEBn, batzuek proposatu zuten diesel-motorrak gasolinazkoak baino hobek zirela ingurumenerako, CO₂ gutxiago isurtzen dutelako. Baina ikusi zuten errekuntzan partikulak sortzen zirela, eta osasunerako arriskuak izan zitezkeela. Hori frogatzeko, bihotzeko eta zirkulazioko arazoak zituzten 40 boluntario bildu zituzten, bi ganbaratan banatu zituzten, erdi eta erdi, eta bizikleta estatikoetan pedalei ematen jarri zituzten. Batzuei aire garbia jarri zieten arnasteko, eta besteei, dieselaren errekuntzaren partikulak zituen airea. Elektrokardiogramaren bidez, bihotzaren jardura monitorizatu zuten, eta frogatu zuten diesel-partikulak arnastu zituztenek jardura okerragoa izan zutela, aire garbia arnastu zutenek baino”.

2007an egin zen ikerketa hura, eta Lertxundik berriz azpimarratu du gaur egun ez litzatekeela onartuko. Horra iritsi gabe, beste ikerketa askotan frogatu da dieselaren errekuntzako partikulen arriskua. Urte bereko beste ikerketa esperimental bat azaldu du Lertxundik, aurrekoa baino etikoagoa: “Londresen bi talde egin zituzten: batzuek Oxford kalean ibili behar zuten, alegia, garai hartan diesel-motorrak zituzten autobus ugari ibiltzen ziren kalean; besteek, Hyde Parken. Orduero, biriken funtzioa neurtu zieten, eta, hirugarren orduan, analisiak egitera eraman zituzten. Hala, azterketa esperimental baten bidez, baieztatu zuten diesel-motorren errekuntza kaltegarria zela osasunerako”.



Bilboko Europa parkeko estazioa. ARG.: Airearen kalitatea neurtzeko sarea.

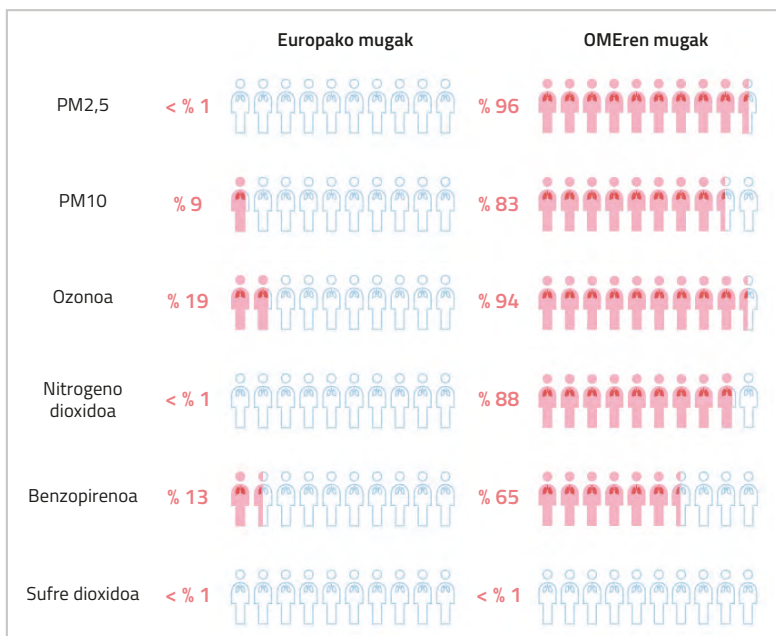
Aitana Lertxundi Manterola
Osasun publikoko ikertzailea



Nadia Arkarazo Arrizabalaga
Airearen kalitatea neurtzeko
sarearen arduraduna



Zenbat pertsonak jasaten dituzten kutsatzaileen ondorioak, Europako orain arteko mugak kontuan hartuta, eta zenbat, OMEren mugak ezarriko balira.



Mugak zorrozten

Ikerketa esperimentalen eta, batez ere, urteetan egindako azterketa epidemiologikoen ebidentziak aintzat hartuta ezarri ziren aireko kutsatzaileak mugatzeko neurriak. "Atzetik", beraz, Lertxundik esan bezala. Eta orain are zorrotzago mugatu dira. Arkarazok azaldu du zer dela-eta berriro diren neurriak: "2019an, Europar Batasunak Itun Berdea aurkeztu zuen, helburutzat hartuta 2050erako klima-neutraltasuna lortzea eta kutsadura ezabatzea; tartean, berotegi-efektuko gasen kutsadura. Horrek ekarri zuen, hasteko, aire-kalitateari buruzko 2008ko direktiba berrikustea, eta lau hutsune ikusi zituzten orduan. Lehenengoa, ezarrita zeuden mugak ez zetozela bat Osasunaren Mundu Erakundeak (OME) gomendatutakoekin. Bigarrena, muga gainditutakoan balio arruntetara itzultzeko ekintza-planak ez zirela nahikoak edo ez zirela eraginkorrak. Hirugarrena, datuak biltzeko eta emateko modua ez zela berdina estatu guztietan; hau da, harmoni-

zazioa behar zela. Eta, azkenik, gauza bera gertatzen da jarraipena egiteko moduarekin, baita estatu batzuen barruan ere; adibidez, Espainiako erkidegoetan", zerrendatu du Arkarazok.

Horrenbestez, direktiba berriro egin da. "Hasteko, kutsatzaileen mugak zorrotzu dira. Ez dira OMEk gomendatzen dituenak bezain zorrotzak, baina dezentente jaitsi dira lehen ezarritako balioetatik; erdira edo gehiagora, kutsatzailearen arabera. Eta azpimarratzekoa da, batetik, 2030erako bete behar dela, eta, bestetik, ekintza-planei garrantzi handiagoa eman dietela. Aurreikusi behar dugu, modelizazioen bidez eta abar, ea beteko ditugun balio horiek 2030ean, eta, ikusten bada ezetz, jada hasi behar dugu bidea egiten bete ahal izateko".

Arkarazok azaldu du orain arte ez dela horrela egin; neurri zuzentzaileak errealtatean jasotako datuak ikusi ondoren hartu izan dira. Direktiba berrian,



INMA proiektuaren helburua da jakitea zer eragin duten ingurumeneko kutsatzaileek haurren garapen fisikoan eta kognitiboan, haurdunalditik hasita. ARG.: pickpic.Royaltyfree.

aldiz, aurea hartzea eskatzen da. Gainera, lehen kontuan hartzen ez ziren beste kutsatzaile batzuk ere neurtu beharko dira, ikerketa-mailan: partikulak ultrafinak, ozono troposferikoen aitzindari gehiago, amoniakoa, karbono beltza (hidrokarburoen konbustio partzialean edo deskonposizio termikoz sortzen diren karbonozko partikulak)...

Horrez gain, mugak berrikusi egingo dira bost urtez behin, azken helburua 2050ean OMEk ezarritako balioetara iristea baita. Azkenik, direktiba berriak jasotzen du airearen kutsadurak osasunean kalteak eragin dizkion orok kalte-ordainak eskatu ahal izango dituela, eta estatuek hori bermatu beharko dutela. Arkarazok gehitu du garrantzi handiagoa ematen diola herritarrek informatzeari ere.

Hurrengo belaunaldian

Azken urteotako ikerketek argi erakutsi dute aireko kutsatzaileek, zirkulazioan eta arnas aparatuan ez

ezik, gorputz osoko sistemetan eragiten dutela, bai esposizioa jasotzen den une berean, bai epe luzera. Eta hurrengo belaunaldietan ere nabaritzen dira kalteak. Adibidez, Lertxundik urteak daramatza INMA proiektuan parte hartzen. Proiektu hori 2006an jarri zen martxan, Espainiako zenbait zentzoren elkarlaren bidez, eta haren xedea da jakitea zer eragin duten ingurumeneko kutsatzaileek haurren garapen fisikoan eta kognitiboan, haurdunalditik hasita.

Lertxundik gogorarazi duenez, kutsatzaileek osasunean duten eragina ezin da inolaz ere modu isolatuan aztertu. Alde batetik, iturri ugariatik jasotzen ditugu; airea iturri bat baino ez da, eta aireko kutsatzaileekiko esposizioa aldatu egiten da lekuaren eta garaiazen arabera. Bestetik, osasunean duten eragina ere aldatu egiten da adinaren, genetikaren, elikaduraren eta beste hainbat faktorearen arabera. "Eta zergatik jartzen diegu arreta umeei? Bada, kutsatzaileen eraginean bizi direlako, ez direlako

“Lortu dugu gizarteak eta osasungintzak ulertzea ariketa fisikoaren garrantzia. Bada, antzeko zerbait beharko genuke ingurumenaren kalitatearekin”

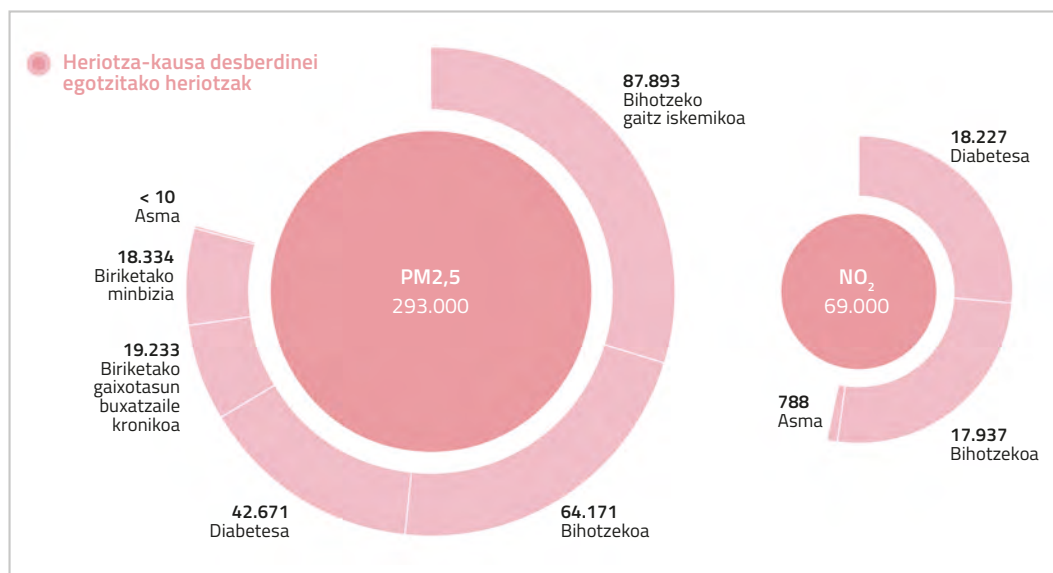
ko pertsona heldu txikiak, hazten ari direlako, eta haien immunologia-sistema eta desintoxikatze moduak ez dauzkate guztiz garatuta. Horregatik, ahulagoak dira ingurumeneko kutsatzaileekiko”.

Ikerketa luzeak eta konplexuak izaten dira, eta, airearen kalitateari dagokionez, esaterako, INMA proiektuan aireko partikulak aztertu zituzten 2018tik 2022ra bitartean. “Horren barruan, partikulei lotutako metalak aztertu genituen: burdina, kromoa, nikela, kobrea, manganesoa... Tartean, COVID-19a izan genuen, eta hori interbentzio baten antzekoa izan zen, kutsatzaile horien kontzentrazioa jaitsi egin baitzen. Eta hor ikusten da eragina. Berdina gertatu zen Txinan Olinpiadetan: hirietako airea garbitzeko neurriak hartu zituzten sasoi hartan, jaioberriek pisu hobea zuten, neurriak hartu aurretik baino”.

Faktore ugari eta askotarikoak

“Hiru dira aireko kutsatzaileen jatorri nagusiak: heren bat eraikinen bero-sistemetatik dator, beste heren bat, trafikotik, eta azkena, industriatik”, azaldu du Lertxundik. “COVID-19an industriarena eten egin zen, eta, aurretik eta ondoren ere, enpresa batzuk itxi egin dituzte. Horrelako aldaketek eragina duten inguruko biztanleek arnasten duten airearen kalitatean, baita hirigintzan eta garraio-azpiegituretan gertatzen direnek ere”.

Hala ere, ohartarazi du ez dagoela kutsatzaileen iturburutik oso gertu bizi beharrik haien eraginpean egoteko: “Diametro handiko partikulak astunak dira, eta iturburutik gertu geratzen dira, baina finak oso urrutira irits daitezke, are gehiago kontuan izanda gure orografian ohikoak direla haran estu eta luzeak”. Egoera sozioekonomikoak ere ez du beti



ondo auresaten zenbaterainoko esposizioa jasoko duten herritarrek: “Egia da lehen ohitura zegoela langileen etxeak fabriken ondoan egiteko, eta, hortaz, langileek esposizio handiagoa jasaten zuten. Baina hirietako erdiguneko etxeak garestiak dira, eta trafiko izugarria jasan dute urte luzez. Orain emisio txikiko eremu izendatu dituzte hiriburuen erdialdeak, baina egoera sozioekonomikoaren eta esposizioaren arteko erlazioa ez da beti uste dugun bezalakoa”.

Orain, proiektu bat dute EAEn eta Espainiako beste autonomia-erkidegoetan, ingurumeneko kutsatzaileek buru-osasunean duten eragina aztertzeko. “Aireko kutsatzaileak ez ezik, beste asko ere ikerituko ditugu: uraren bitartez jasotzen ditugunak, dietaren bidezkoak, farmakoak... baita zarataren eragina ere. Ikusi nahi dugu nola jaisten den hilkortasuna parametro horiek hobetzen direnean. Kalifornian, adibidez, garbi ikusi zuten eragin hori, aireko kutsadura murrizteko akzio-plan bati esker. Alde horretatik, Europar Batasunean atzeratuta gabiltza Estatu Batuekiko”.

Ikuspegi integralaren beharra

Horiek horrela, mugak zorroztea ontzat jo dute bai Arkarazok bai Lertxundik, baina ez zaie iruditzen nahikoa denik. Arkarazoren ustez, neurriak benetan eraginkorrak izateko, administrazioek elkarrekin egin beharko lukete lana. “Modu integralean egin beharko genuke lana. Ezin ditugu gauzak aldatu, guk neurri batzuk ezartzen baditugu eta Garraio Sailean, Industrian edo osasun publikoan ez badute bat egiten gurekin. Lurraldean arteko banaketak gaindituta eta sail guztiok elkarrekin aritu beharko genuke”.

Lertxundik ere, osasun publikoaren eta gizartearen ikuspegitik, jauzi bat emateko beharra ikusten du: “Lortu dugu gizarteak eta osasungintzak ulertzea ariketa fisikoaren garrantzia. Bada, antzeko zer-bait beharko genuke ingurumenaren kalitatearekin. Auto elektrikoek errekontzako motorrekoek baino gutxiago kutsatzen dutenez, ondo dago haiek bul-tzatzea, baina are hobeto dago hiri barruan bizikletaz ibiltzea sustatzea eta garraio publikoko sare on bat izatea. Jendeak hori ulertzea eta exijitzea izango litzateke bidea, eta, horretarako, lan pedagogiko handia egin behar da. Adibidez, emisio txikiko eremuak izendatzean, lortu beharko litzateke jendeak horren onurak ikustea, eta, era berean, horrek ez ekartzea kalterik”.

“Neurriak benetan eraginkorrak izateko, administrazioek elkarrekin egin beharko lukete lana”

Horrenbestez, kutsatzaileen neurriak murriztearen alde egonda ere, hori baino gehiago egin behar dela iritzi diote bi adituek. Gainera, biek nabarmendu dute aireko kutsaduraren eta beroketa globalaren arteko erlazioa. Arrazoi bat gehiago, beraz, aireko kutsadurari behingoz heltzeko, ikuspegi integralarekin eta eragileen adostasuna bilatzu. ●

» Babestu **BERRIA**

Zure babes ekonomikoa ezinbestekoa zaigu euskarazko kazetaritza independente eta kalitatezkoa egiten segitzeko. 2025erako 3.000+ izan gaitezen, **egin zure ekarpena**:

Urteko ekarpena

100€

(0,27 euro egunean)

Gazteen* ekarpena

30€

(*) 30 urtetik beherakoak



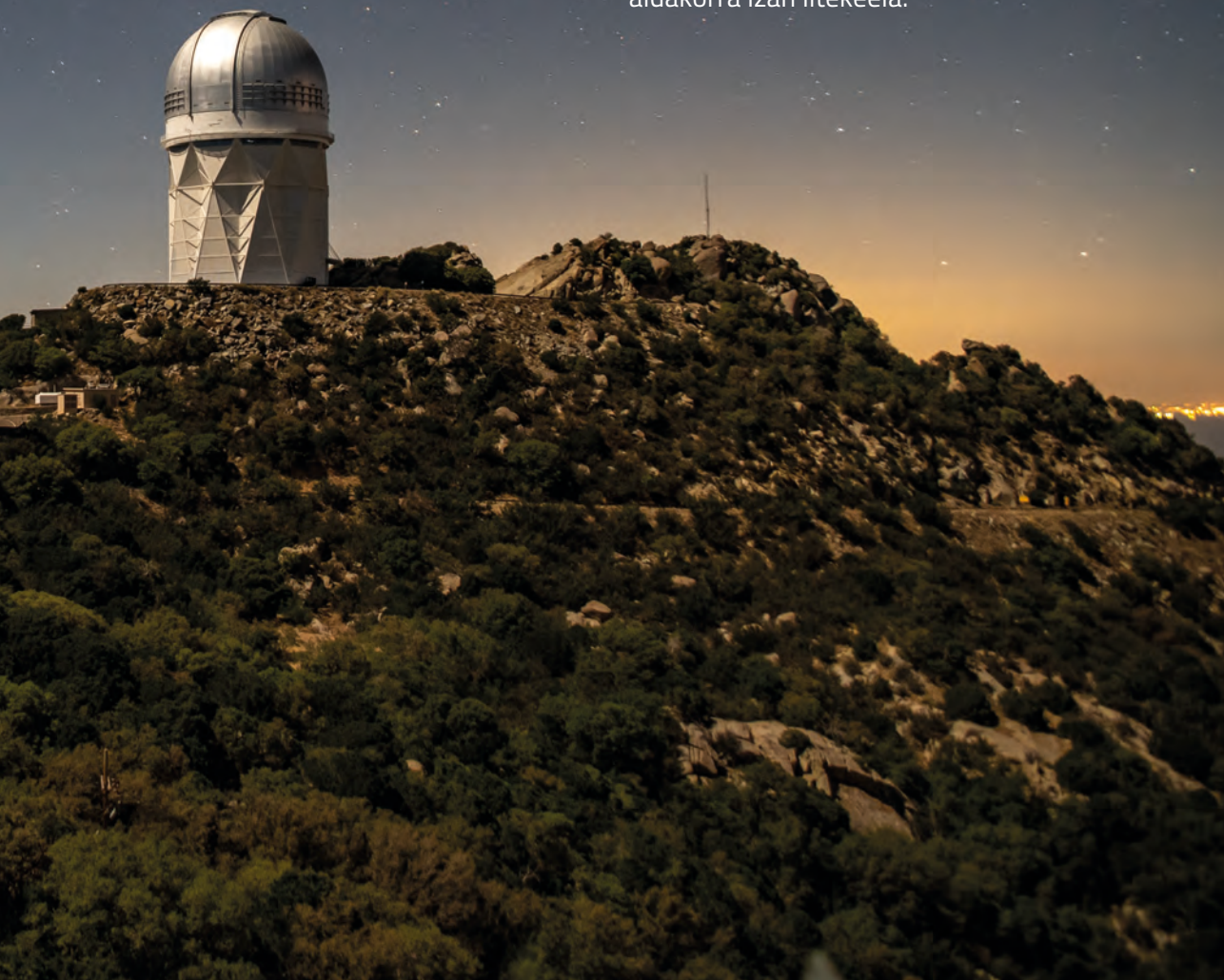


Arizonan, Kitt Peak Behatoki Nazionalean dago
DESI, Energia Ilunaren Espektroskopia Tresna.
ARG.: Marilyn Sargent/Lawrence Berkeley
National Laboratory.

Energia iluna argitzeko leiho bat

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Eredu onartuenaren arabera, unibertsoaren bi heren osatzen ditu; baina ez dakigu zer den. Energia iluna deitzen diogu. Eta energia hōri zer den edo nolakoa den argitzeko, esperimentu handiak daude martxan. Haietako baten lehen emaitzak eman zituzten udaberrian, eta haien interpretazioak hautsak harrotu ditu, iradoki baitute ustez konstantea behar zuena aldakorra izan litekeela.



Violeta González Pérez
Madrilgo Unibertsitate
Autonomoko fisikari teorikoa;
DESI lankidetzan parte hartzen du



Ruth Lazkoz Saez
EHUko Fisika Teorikoa eta
Zientziaren Historia saileko
irakasle eta ikertzailea



“Oraingoz, oro har, datuak bat datoz orain arteko unibertsoaren eredu onenarekin; baina badira diferentzia interesgarri batzuk ere, iradokitzen dutenak energia iluna aldakorra izan litekeela, eboluzionatu egiten duela”. Horrela aurkeztu zituen DESI lankidetzako zuzendari Michael Levik, joan den apirilean, esperimentu horren [lehen emaitzak](#).

Interpretazio horrek kosmologoen artean hautsak harrotu baditu ere, inork ez du zalantzan jartzen DESI-k lortutako emaitzen balioa. Kosmosa ikertzeko egin den esperimentu handiena da. Eta aurrekaririk gabeko unibertsoaren kartografia bat aurkeztu dute: sei milioi galaxiaren eta 450.000 quasarren hiru dimentsioko mapa, hamaika mila milioi urtetan materiaren banaketa nolakoa izan den erakusten duena. Hori guztia energia iluna zer den ulertzen saiatzeko; horretarako diseinatu baitzuten DESI, Energia Ilunaren Espektroskopia Tresna ([Dark Energy Spectroscopic Instrument](#)).

“Daukagun unibertsoaren eredurik onenean, unibertsoaren % 95ez ez dakigu ezertxo ere”, dio Violeta González Pérezek. Madrilgo Unibertsitate Autonomoko fisikari teorikoa da González, eta DESI-n lankidetzan parte hartzen ari diren 900 zientzialarietako bat. “Alegia, unibertsoa materia eta energia guztia kontuan hartuta, % 95 ulertzen ez dugun zati ilun bati dagokio. Horregatik da garrantzitsua kosmologia. Gizaki gisa, ulertzeko beharra dugu unibertsoa zerez egin dagoen”.

Izan ere, materia arrunta, ikusi dezakeguna, eza-gutzen duguna, unibertsoa materia eta energia osoaren % 5 baino ez da. Gainerako guztia materia iluna (% 27) eta energia iluna da (% 68). Materia

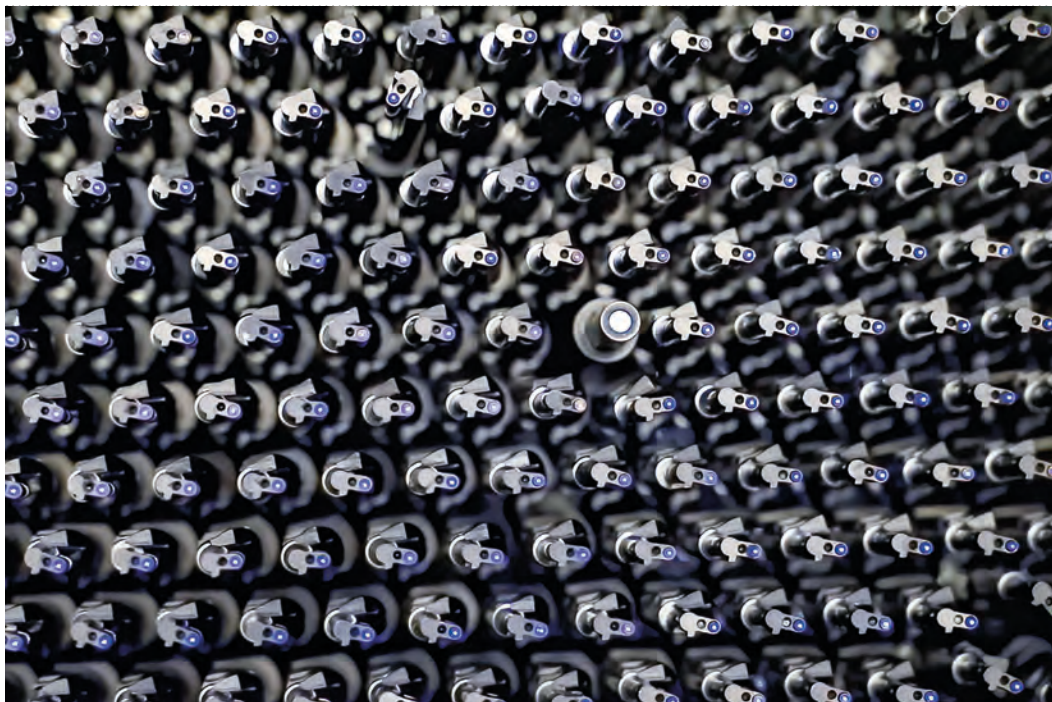
ilunak izarrak eta galaxiak elkartuta atxikitzen ditu, eta energia ilunak, berriz, unibertsoaren hedapena gero eta azkarragoa izatea eragiten du.

Unibertsoaren zati ilun hori guztia ezin dugu ikusi; ez, behintzat, zuzenean. “Galaxiak, gasa eta abar mugitzen diren moduak esaten digu hor materia eta energia iluna daudela”, azaldu du Gonzálezek. “Hori, edo, bestela, ez dugu grabitatea ongi ulertzen”.

*“Daukagun unibertsoaren
eredurik onenean,
unibertsoaren % 95ez
ez dakigu ezertxo ere”*

Ikus dezakegunaren mugimenduan eta bilakaeran eragiten duenez, argia erabil daiteke iluna ulertzen saiatzeko. Eta horixe ari da egiten DESI: galaxietatik eta quasaretatik datorren argia jasota, haiek zerruan duten posizioa eta zein distantziatara dauden zehaztuz, hiru dimentsioko mapak osatzen ari da. Eta mapa horien bidez aztertu ahal izango da unibertsoaren hedapena nolakoa izan den denboran zehar.

Izan ere, mapa kosmikoak denboraren makinak ere badira. Iragana erakusten digute. Gertuen ikusten ditugun objektuak denboran ere gertuen daude-nak dira, argiak denbora gutxiago behar izan baitu gu gauden lekura iristeko. Ilargia ikusten dugu 1,3 segundo lehenago zen moduan; Eguzkia 8 minutu lehenago zen moduan; izar distiratsuenak duela hamarkada edo mende batzuk ziren moduan; eta,



DESIren plano fokalean 5.000 posizionagailu robotiko daude; horietako bakoitzak zuntz optiko bat du, galaxien argia jaso eta aztertzeko. ARG.: DESI lankidetzak.

galaxiak, duela milioika urte bezala. DESI duela 11.000 milioi urteko unibertsoa ikustera iristen da. Bada zer bait, unibertsoak 13.800 milioi urte inguru dituela kalkulatzen baita.

5.000 robot txiki

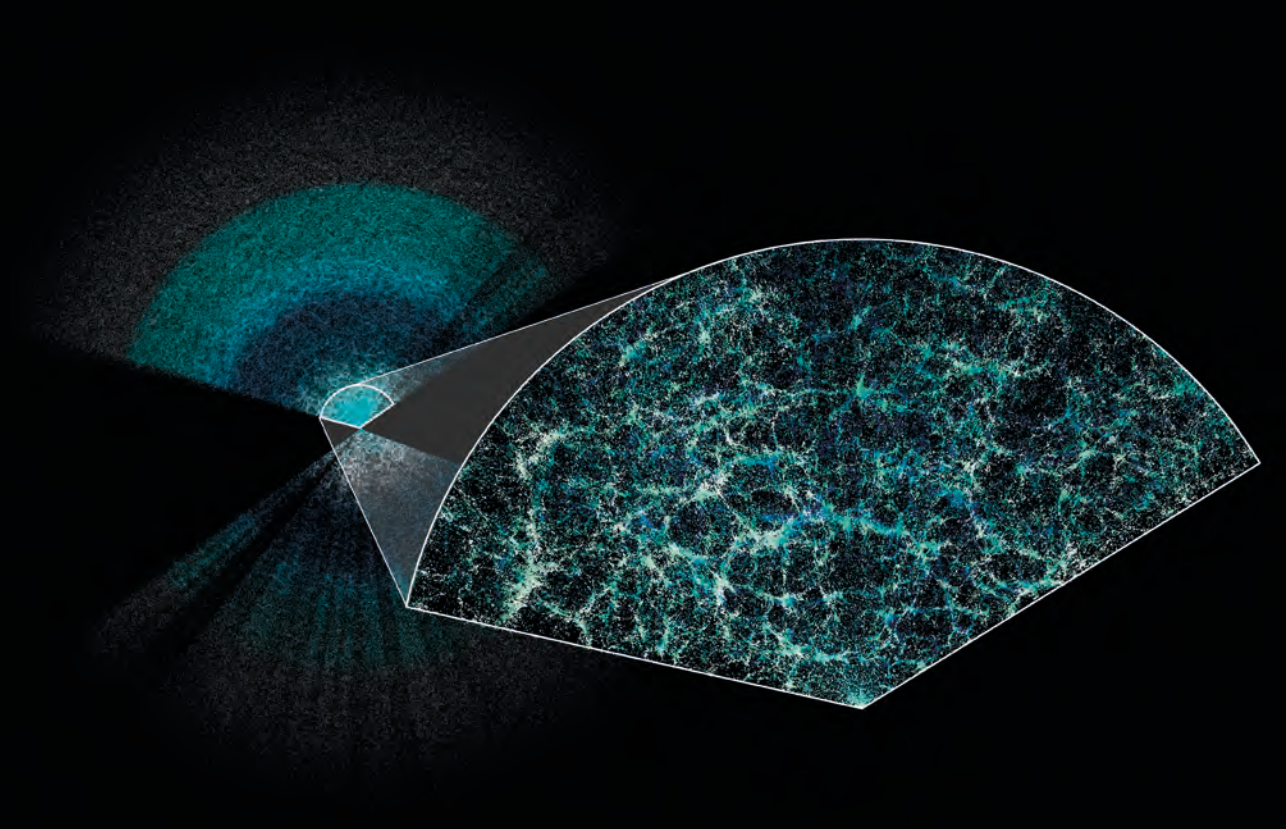
“DESI baino lehen, [SDSS](#)ren (Sloan Digital Sky Survey) mapak ziren onenak”, dio Gonzálezek. “Behaketa bakoitzerako aluminiozko plaka handi bat behar zen, gutxi gorabehera mila zulotxorekin. Eta, gauero, behaketa bakoitzerako, mila zulo horietan norbaitek zuntzak jarri behar zituen eskuz”. Zuntz horietako bakoitzak galaxia edo objektu batetik datorren argia espektrografo batera eramaten du. Izan ere, distantzia jakiteko, gugandik ze abiaduratan ari den urruntzen neurtzen da. Eta hori espektrometria oso zehatz baten bidez egiten da, objektuaren igorpen-lerroen [gorriranzko lerrakuntza](#) neurtuta.

DESIk 5.000 robot txiki ditu zuntzak automatikoki posizionatzeko. Behaketa bakoitzean 5.000 objektu behatu ditzake, eta, haien distantziak ongi zehaztutakoan, hurrengo behaketa egitera pasa daiteke.

“Behatzen ari garen objektuaren arabera aldatzen da, baina igorpen-lerroak dituzten galaxien kasuan, adibidez, hamar bat minutu nahikoa ditu distantzia zehaztasun handiz neurtzeko”, azaldu du Gonzálezek. SDSSk 20 urtean bi milioi objektu kartografiatu ditu; DESIk, berriz, lehenengo urtean sei milioi egin ditu. “Sekulako jauzia da, datuei dagokionez”, azpimarratu du Gonzálezek.

Proiektuaren helburua da bost urtean 37 milioi galaxia eta 3 milioi quasar kartografiatzea. “Behaketen hirugarren urtea bete berri dugu, eta, gutxi gorabehera, helburuaren % 60 kartografiatua dago, dio Gonzálezek. “Iragarritakoa baino zertxobait azkarrago goaz”.

Apirilean eman zituzten emaitzak lehen urteko behaketei dagozkie. “Datuak nahiko ongi doitzen dira gaur egun gehien onartzen den eredura”, dio Gonzálezek, DESIko zuzendariak bezala. “Baina ikusi dugu energia ilunaren dentsitatea konstante mantendu beharrean denboran zehar aldatzen uzten badiogu datuak hobetoxeago doitzen direla. Emaiza oso interesgarria da, baina zuhurtasun



DESIk lehenengo urtean behatu dituen galaxien mapa. Erdian Lurra dago. Handitutako zatian ikusi daiteke materia arrunta unibertsoan nola banatzen den: galaxiak egitura harikarak osatuz pilatzen dira, eta tartean askoz objektu gutxiagoko hutsuneak daude. ARG.: Claire Lamman/DESI lankidetzak/cmastro.

handiz hartu behar da, hobekuntza hori ez baita hain handia ere”.

“Uste dut hiru urteko datuak aztertu arte itxaron beharko genukeela”, gaineratu du Gonzálezek. “Eta hiru urteko datuekin gauza bera ikusten jarraitzen badugu, orduan bai hasi beharko dugu pentsatzen energia ilunen beste eredu batzuetan; kintesen-tziako ereduetan edo eredu exotikoagoetan”.

Oraingoz, unibertsoaren erreferentziatzko ereduak Lambda-CDM da, non Lambda energia iluna den eta CDM (*Cold Dark Matter*) materia iluna. Materiak (ilunak zein arruntak) grabitate-indarraren eraginez, unibertsoaren hedapenaren aurkako indarra egiten du. Eta horren ondorioz Big Bangean hasitako hedapena moteltzen joango litzateke, pixkanaka. Horixe uste zen, 1998an, bi astronomo-taldek aurkitu zuten arte unibertsoaren hedapena, moteldu beharrean, azkartzen ari zela. Ondorioztatu zuten energia iluna dela unibertsoaren hedapena azkartzea eragiten ari dena. Orduan, energia ilunak

Einsteinen ekuazioetako lambda konstante kosmologikoaren lekua hartu zuen.

Interpretazio askotan, espazio hutsari lotutako energiatzat hartzen da. Unibertsoa hedatzen den heinean, espazio gehiago sortzen da, eta horrek, aldi berean, energia ilun gehiago sortzen du. Hala, energia ilunaren dentsitatea konstante mantenduko litzateke.

Konstantea ala aldakorra

“Energia ilunaren propietateak konstanteak direla onartzen badugu, eredu nahiko samurra da”, dio Gonzálezek. “Baina, eboluzionatu egiten duela esaten badugu, orduan aukera asko irekitzen dira. Eta badira makina bat eredu energia iluna denborarekin nola alda litekeen azaltzen dutenak. Adibidez, azkenaldian atentzioa gehien eman didanetako bat da litekeena dela energia iluna zulo beltzen barruan egotea, eta zulo beltzen bilakaera galaxien bilakae-raren arabera eta, beraz, unibertsoaren bilakae-

raren araberakoa denez, horrek azaldu lezakeela energia ilunak ere denboran bilakaera bat izatea”.

“Beste aukera bat da grabitatea ez dugula ongi ulertzen”, dio Gonzálezek. Alegia, Einsteinen ekuazioak ez direla zuzenak. “Badira grabitatea aldatzen duten ereduak. Baina arazoa da eguzki-sistema oso-oso ongi ikertua eta neurtua daukagula, eta grabitatearen edozein aldaketa egiten duen eredu batek eguzki-sistemarako daukagun zehaztasun-maila hori gainditu beharko lukeela. Eta hori oso zaila da”.

“DESI baino lehen ere, beste datu eta behaketa batzuekin, hainbat ikertzailek argitaratu izan ditugu energia iluna ebolutiboa dela aurrez aurre ereduak”, azaldu du Ruth Lazkoz Saez EHUKo Fisika Teorikoa eta Zientziaren Historia saileko irakasle eta ikertzaileak. Haren taldeak energia eta materia iluna bateratzen zituen [eredu berri bat aurkeztu zuen 2013an](#), adibidez; eta eredu horretan ere energia iluna dinamikoa zela proposatu zuten. Eta berriki egin duten [lan batean](#) ere halaxe proposatu dute. “Ez da hain arraroa energia iluna ebolutiboa izatea —dio Lazkozek—; lan asko daude hori horrela izan litekeela erakusten dutenak”.

Lazkozen ustez DESIren emaitzen zati garrantzitsuen datuena da: “Datuen fisika eta datuen astrofisika”. Alde kosmologikoarekin, berriz, zaila da gehiago ditu. “DESIko taldeak interpretazio bat egin du, baina zehaztugabetasuna nahiko handia da, eta hor dago gakoa. Datuetatik datorren zehaztugabetasun horren barruan nola ondorioztatzen den energia iluna aldakorra dela edo hori zehaztugabetasun horren ondorio bat den; hori ez dago batere argi”.

“Froga gehiago eta osagarriak beharko dira hau egia den ala ez jakiteko”, gaineratu du Lazkozek. “Horrelako emaitza edo ondorio iraultzaile bat ongi frogatu beharra dago, eta hainbat alderditatik sendotu behar da, hainbat emaitza desberdinekin. Azken finean, fisika eta zientzia horixe da: emaitzak eta ondorioak errepikatu ahal izatea”.

“Arazoa da fisikoki Lambda-CDM baino hobea den eredu bat aurkezteko oso zaila dela”, dio Lazkozek. “Zintzoak izanda, nire ustez, gainerako eredu gehienek oinarri matematikoa baino ez dute; oinarri fisikoa falta zaie”.

“Konstantea izan edo ez, oso desberdina izan liteke unibertsoaren etorkizuna”

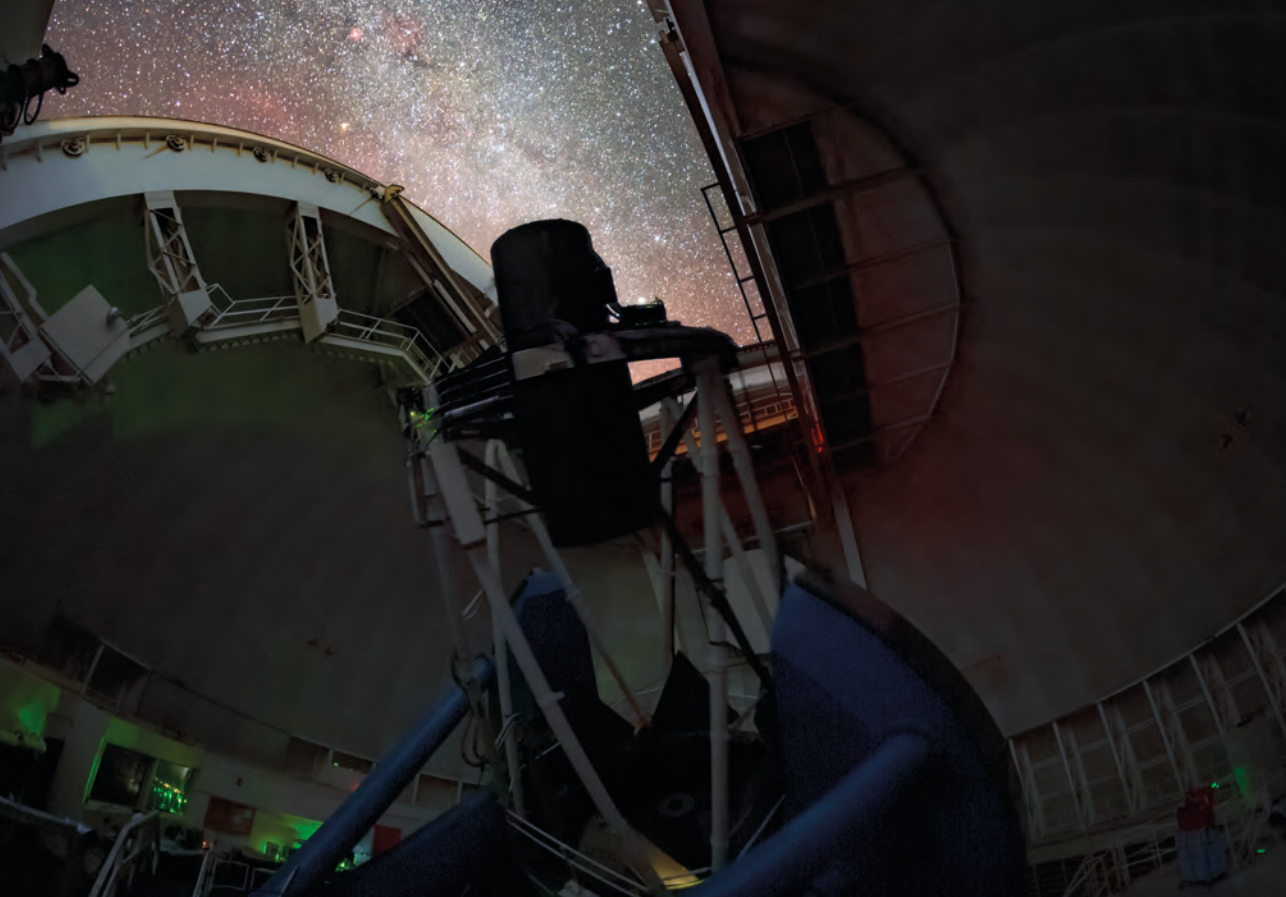
Etorkizuna, ezezaguna

“Kontua da ez dakigula energia iluna zer den”, dio, garbi, Gonzálezek. “Eta ez badakigu zer den, ez dakigu konstantea den edo ez”.

Eta konstantea izan edo ez, oso desberdina izan liteke unibertsoaren etorkizuna.

Konstantea bada, unibertsoak hedatzen jarraituko luke, eta pixkanaka dena banandu eta desegin egingo litzateke: galaxiak, izarrak, planetak, eta, azkenekoak, baita atomoak ere. *Big Rip* edo Urratze Handia esaten zaio horri.

Aitzitik, DESIren datuetatik interpreta litekeen gisara, energia iluna diluitzen ariko balitz, hedapena



DESI (Mayall teleskopioan), unibertsoa behatzen. ARG.: KPNO/NOIRLab/NSF/AURA/T.Slovinský.

gelditzen joango litzateke, eta grabitatearen eraginez dena inplosio edo *Big Crunch* batean bukatuko litzateke. Horixe zen teoria nagusia energia iluna agertu aurretik.

*“Unibertsoaren hedapena
azkartzen duen
grabitatearen aurkako
presio horri deitzen diogu
energia iluna”*

Emaitza gehiago etorriko dira; DESIREnak, eta beste esperimentu batzuenak, hala nola Euclid, Vera Rubin, Nancy Roman eta 4MOST. Eta guztien artean, ehunka milioi objektu nola urruntzen ari diren jakin ahal izango dugu. Akaso orduan jakingo dugu hobeto zer den energia ilun misteriotsu hori.

Izan ere, gaur gaurkoz, zer dakigu energia ilunari buruz? “Benetan dakiguna? Bada, unibertsoaren

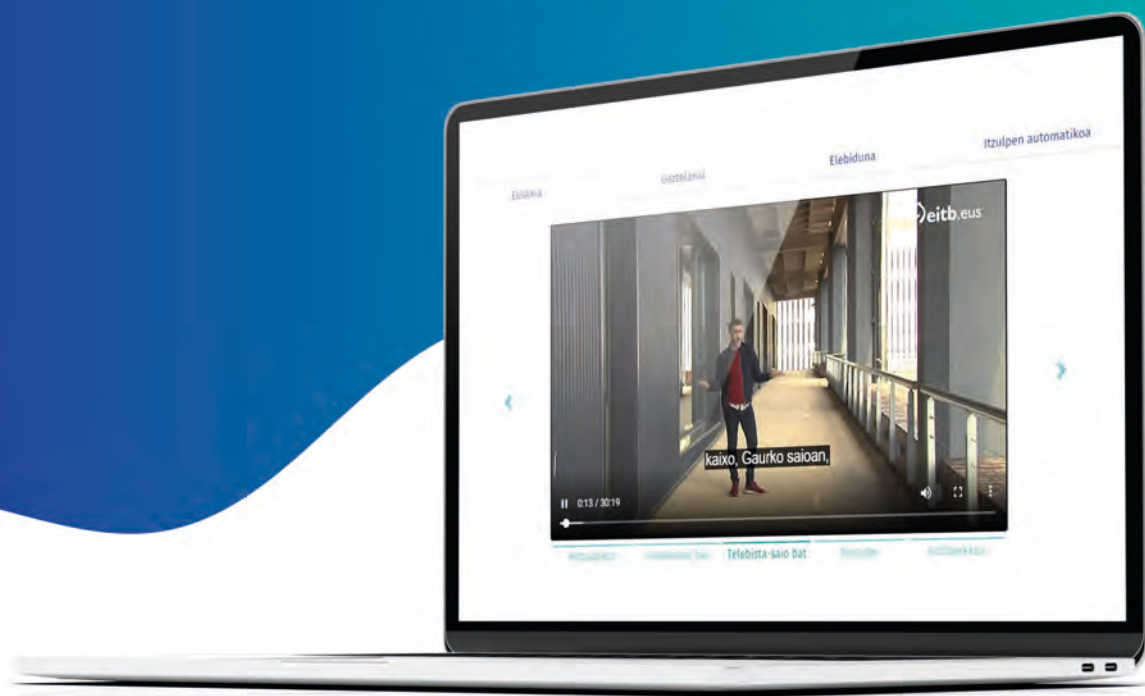
osagai nagusia dela eta azelerazioa sortzen duela”, erantzun du Lazkozek. “Hori nahiko frogatuta dago. Hori ez da eztabaidatzen”. Eta antzera erantzun du Gonzálezek ere: “Unibertsoaren hedapena azkartzen duen grabitatearen aurkako presio horri deitzen diogu energia iluna. Presio hori ez balego, unibertsoaren hedapena moteltzen joango litzateke, gelditu arte. Segurtasunez, hori baino ez dakigu”.

Alegia, unibertsoaren bi herenak osatzen dituen horri buruz oso gutxi dakigula oraindik. Eta zientziaren misteriorik handienetako bat izaten jarraitzen duela. “Bai, materia ilunarekin batera —dio Lazkozek—; bi horiek dira, oraindik, kosmologiaren misteriorik handienak”. ●

Audio eta bideoen transkripzio eta azpitituluak

aditu.eus

automatikoki eta minutu gutxian
6 hizkuntzatan



Editatzeko aukera
Itzultzeko aukera

aditu
elhuyar



Birusak lagun elikagaien segurtasunean

Elhuyar Zientzia

Elikagaien bidez transmititzen diren gaixotasunei aurre hartzeko, gaixotasun horiek eragiten dituzten bakterioen aurkako birusak erabiltzeko aukera ari dira ikertzen AZTI ikerketa-zentroan. Abantaila handienetako bat da birus horiek soilik bakterio-espezie edo genero bati eragiten diotela eta ez direla kaltegarriak gainerako bakterio onuragarrientzat, ezta animalientzat eta landareentzat ere.

Birus hitza entzuten dugunean burura gaixotasunak eta zoritxarrak etortzen zaizkigun arren, [birusak ez dira beti etsai](#). Esaterako, fagoak gure osasuna zaintzeko aliatu garrantzitsuak izan litezke.

Fagoek, edo bakteriofagoek, bakterioak infektatzen dituzte; beraz, erraza da ondorioztatzea zergatik diren interesgarriak gizakiontzat. Adibidez, antibiotikoek funtzionatzen ez dutenean infekzio bati

aurre egiteko edo elikagaiek eragindako intoxikazioak saihesteko erabil ditzakegu.

Bigarren arlo horretan ari dira ikertzen, hain zuzen ere, BRTA aliantzako AZTI ikerketa-zentroan. Elikagaien bidez zabaltzen diren patogenoak kontrolatzeko tresnak garatzen dituzte. Eta, besteak beste, fagoekin ikertzen ari dira horretarako. Hain zuzen ere, elikagaien bidez transmititzen diren patogenoen kontrako irtenbide berriak eman ditzaketelako, azken urteetan areagotu egin da fagoen ikerketa elikagaien segurtasunaren alorrean.

Lehenengo pausoa intereseko fagoak aurkitzea da. Eta, horretarako, infektatzen dituzten bakterioak hazten diren lekuak miatu eta laginak hartzen dituzte: uretan, lurzoruan, itsasoan, elikagaietan...

Fagoek badute ezaugarri oso berezi bat: oso espezifikoak dira. Hau da, bakterio jakin batzuk soilik kutsatzen dituzte, eta ez diete kalterik eragiten beste guztiei. Berezitasun horrek oso interesgarriak egiten ditu bakterioek sortzen dituzten gaixotasunen kontrako tresna biologiko gisa erabiltzeko. Amaia Lasagabaster Bilbao ikertzaileak azaldu duenez: "Fago bakoitzak bakterio espezie bakar bat eta asko jota genero bakar bat infekta dezake. Eta horixe da fagoen abantaila nagusia. Izan ere, fagoak erabiltz, arazo bat sortzen duen patogeno baten kontra egin ahal dugu, baina elikagaian, animalietan edo ingurumenean dauden beste bakterio onuragarri batzuei kalte egin barik".

AZTIko ikertzaileek bereziki hiru bakterio-generori erasotzen dieten fagoak karakterizatu eta aztertzen dituzte: *Campylobacter*, *Vibrio* eta *Listeria*. Izan ere, hiru genero horietako bakterioek eragin handia dute gure osasunean, eta kasu batzuetan arazo larriak sor ditzakete.

"*Campylobacter* da gaur egun elikagaien toxoinfezio-rik ohikoena Europan, eta seguruenik munduan",

azaldu du Maria Lavilla Martinek. "*Vibrio*a uretako bakterio garrantzitsuenetariko bat da, eta ez digu guri bakarrik eragiten, akuikulturako arrainei ere bai, eta elikadura-kate guztian zehar transmititzen da. Eta *Listeria monocytogenes*, oso ohikoa ez den arren, arriskutsuenetako bat da, heriotza eragin dezakeelako".

Laborategian fagoak ugaritu eta purifikatu egiten dituzte, gaitzei aurre egingo dieten fagoen bildumak osatu ahal izateko. Genetikoki ere aztertzen dituzte, bakarrik intereseko bakterioak hiltzen dituzten fagoekin lanean ari direla ziurtatzeko.

Aurreikusten dute posible izan daitekeela elikagaien ekoizpen-prozesu guztian gaixotasunak kontrolatzeko fagoetan oinarritutako estrategiak erabiltzea; lehen sektorean, abeltzaintzan nahiz akuikulturan, arazoak sor ditzaketen patogenoak kontrolatzeko eta elikagaien transformazio-katean segurtasuna bermatzeko, bai elikagaietan, bai janariekin kontaktuan egon daitezkeen gainazalean.

Bestalde, fagoetan oinarritutako estrategiak munduko herrialde gutxi batzuetan baino ez daude araututa eta onartuta. Europan, oraindik ez. Hala ere, ikertzaileek gertu ikusten dute aukera hori. Izan ere, argi dute bakterioak infektatzen dituzten birusen erabilera oso interesgarria izan litekeela hainbat osasun-arazori aurre egiteko.

"Guri gustatzen zaigu birus onak direla esatea, bakarrik bakterioak infektatzen dituztelako eta erabat kaltegabeak direlako animalientzat, landareentzat eta gizakientzat", azpimarratu du Lasagabasterrek. "Fagoak erabiltzea etorkizuneko estrategia izango da bakterio problematikoki askori aurre egiteko. Oso alternatiba potentea izango dira, adibidez, antibiotikoekiko erresistentzien kontra egiteko, edo elikagaien bidez transmititzen diren gaixotasunak bozkatzeko".●

Sare sozialen “kakaztea”, alternatibak eta fedibertsoa

Asko hitz egiten da azkenaldian sareko zerbitzu eta produktu gero eta gehiago izaten ari diren “kakazte” (*enshittification* ingelesez) edo kalitate-galera nabarmenari buruz. Sare sozialak ez daude fenomeno horretatik libre, eta, haien erabiltzaile ugari alternatiba bila ari direnez, eskaini ere eskaintzen ari zaizkie bestelako aukera berriak. Haie-tako gehienek, baina, besteen arazo bera dute: irabazi-asmodun enpresa erraldoiek eskaintzen dituzten zerbitzu zentralizatuak dira. Benetako alternatiba boluntarismotik edo asoziazionismotik sortutako protokolo irekidun sare sozial deszentralizatuak dira; aspalditik existitzen den eta ezagutzen dugun fedibertsoa, alegia.

“Kakazte” gisa itzul daitekeen [enshittification](#) ize-na eman zaio onlineko plataforma eta tresnetan gertatzen ari den kalitate-galera progresiboari. Ha-siera batean, kalitate handiko zerbitzuak eskain-tzen dituzte erabiltzaileak erakartzeko; ondoren enpresa-bezeroengana bideratzen dituzte inda-rrak errentagarritasuna handitzeko, eta, azkenik, akziodunen irabaziak maximizatzean jartzen dute arreta, eta erabiltzaileen eta enpresa-bezeroen es-perientzia nabarmen okertzen da. Kakazte horren adibide ugari aipatu ohi da, eta ziur guk ere nabaritu dugula hondatzea hauetan: Airbnb, Amazon, Face-book, Google Search, YouTube, Uber...

Sare sozialen kakaztea

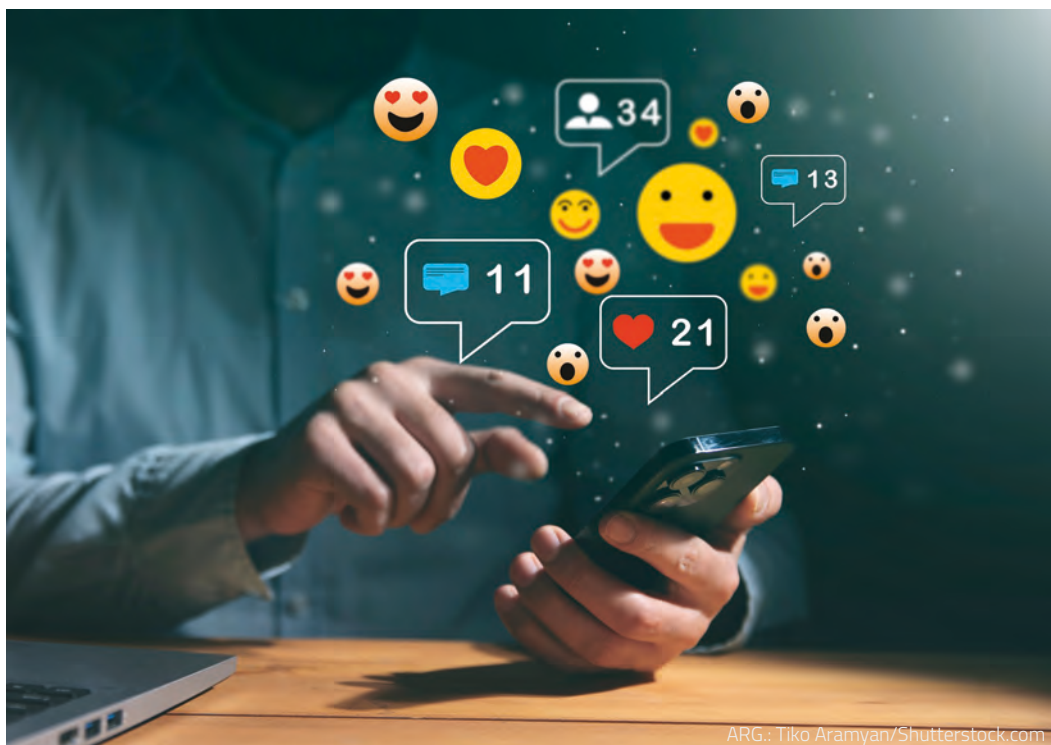
Hondatze horretatik ez dira libratzen sare sozialak, jakina. Harreman sozialak mundu birtualera era-mateko sortutako zerbitzu horien sorreran, gure harreman-sarea eraikitzen genuen bertan, gure bizitza errealeko ezagunekin konektatuz, jende be-rria ezagutuz edo famatuei jarraituz. Eta denbora-lerro deritzonaren bidez, modu kronologikoan, gure harreman-sarekoek argitaratutako mezuen berri izaten genuen, eta guk gure berri ematen genien. Azken finean, gure senide, lagun eta ezagunekin

egotera eta haiekin hitz egitera plazara edo taber-nara jaistea bezalakoa zen, baina ziberespazioan.

Denborarekin, baina, sare sozial horiek guztiek (Facebook, Twitter, Instagram, TikTok...) [algorit-mo batek erabakitako edukiarekin ordeztu zuten denbora-lerro kronologiko hori](#). Algoritmo hori, us-tez, guretzat interesgarria izan daitekeen edukia erakusteko pentsatua dago, baina, egiatan, haien helburua da zerbitzu horietan ahalik eta denbora gehiena egon gaitzezela.

Horretarako, jada ez digute gure harreman-sarekoen edukia soilik erakusten; alderantziz, eduki gehiena guk jarraitzen ez diogun jendearena izan ohi da. Lehengo kalera ateratzearen konpa-razioarekin jarraituz, etengabe ezezagunak beren erretolika botatzera etorriko balitzaigu bezala da. Eta edukirik polemikoenak erakusten dizkigute, fro-gatua baitute horiek direla mendekotasuna sortzen dutenak. Bestalde, publikizitate pertsonalizatu ugari ere erakusten digute.

Beharbada okerrenera egin duen sare soziala Twi-tter (gaur egun X) izango da, Elon Muskek erosi zuenetik bereziki. Galerak gutxitzeko, [langileen %80](#)



ARG.: Tiko Aramyan/Shutterstock.com

[kalera bota zituen](#), moderazioan aritzen zirenak barne, eta, horren ondorioz, ugaritu egin dira kontu faltsuak, bot-ak, gorroto-mezuak, jazarpena, arrazoirik gabeko kontu-izozteak edo -ixteak... Bestelako [erabaki polemiko asko](#) hartu ditu Muskek, [jendearen gustukoak izan ez direnak](#), eta bere txioetan erakusten duen jarrerak ere eragin du erabiltzaile ugari alde egin nahi izatea. Metak ere [Europako hainbat erabiltzaile uxatu zituen Instagram eta Facebook sare sozialetatik ekainean, esan zuenean erabiltzaileen mezuak \(testuak zein irudiak\) bere adimen artifizialeko sistemak entrenatzeko baliatuko zituela \(nahiz eta azkenean atzera egin zuen erregulatzaileren presioaren ondorioz\).](#)

“Alternatiba” berrien sorrera

Erabiltzaile-exodo horien aurrean, sare sozial alternatiboak sortu dira azken bi urteotan. Ezagunenak, ziurrenik, [BlueSky](#) eta [Threads](#) izango dira; Twitter-en itxura eta funtzionalitateak dituzte, eta haren ordezkotzeko asmoz sortuak dira. Threads Meta enpresarena da, eta BlueSky, Twitter-en sortzaile Jack Dorsey-k sortutakoa da (nahiz eta gaur egun bera jada ez dagoen enpresan).

Dena dela, gutxienez zalantzarikoa da azken horiek benetako alternatibak ote diren; izan ere, beste sare sozial batzuen arazo nagusi bera dute, atzean enpresa bat dagoela, alegia. Gainera, Threads-en kasuan, Facebook eta Instagram-en enpresa bera,



ARG.: rarrarorro/Shutterstock.com

[Cambridge Analytica eta eskandaluzko beste kasu batzuen sortzailea](#) (non erabiltzaileen datuak haien baimenik gabe bildu baitziren eta propaganda politikorako baliatu, Donald Trump-ek eta Brexit-ek irabazitako hauteskunde-prozesuetan adibidez). Baliteke sare sozial berri hauek hasiera batean besteek baino hobeto jokatzeari, haiengandik ezberdinduz erabiltzaileak lortzeko, baina, enpresak atzean egonik, merkatuan gailenduz gero, luze gabe joko dute kakaztera, ziur.

Bestalde, beste sare sozialek adimen artifizialarekiko duten jarreratik artistak babesteko, [Cara](#) sortu zuen Zhang Jingna argazkilariak. Sare sozial horrek benetako artistak (argazkilariak, marrazkigileak...) babestu nahi ditu, bi zentzutan: batetik, adimen artifizialaren bidez sortutako edukia ez onartuz; bestetik, bertako edukia adimen artifizialeko sistemak entrenatzeko baliatzea eragotziz. Lehenengo helburua nagusiki moderazio bidez egin nahi dute, ez baita erraza adimen artifizialaren bidez sortutako edukia automatikoki adimen artifiziala baliatuz bereiztea.

Bigarren helbururako, bilatzaile eta *scraper*-entzat "NoAI" (adimen artifizialarentzat ez) etiketa jartzen diote edukiari, baina, hori errespetatzea boluntarioa denez, Glaze tresna ere baliatzen dute. Tresna horrek aldaketa txiki batzuk egiten ditu irudietan, pixel gutxi batzuetakoak; gizakiok ezin ditugu nabaritu aldaketok, baina adimen artifizialeko sistemarentzat oso nahasgarriak omen dira, eta, irudi horiek entrenatzeko baliatuz gero, emailtzak okertzen omen zaizkie sistemei (gaur egungo sistemei behintzat; ez dago argi etorkizunean horrelako babesek funtzionatzen jarraituko duten).

Hala ere, momentuz badirudi aipatutako alternatiba berri horietako batek ere ez duela lortu erabiltzaile-kopuru edo jarduera handirik, edo ez behintzat herrialde askotan, eta ez beste sareekin konparatzeko modukorik. Masa kritikoaren arazoa dago hor: izan ere, sare sozialak komunikatzeko dira, eta norekin komunikatuko gara jende askorik ez badago eta mundu guztia beste nonbait bada? Cara-ren kasuan, gainera, artista asko pasatu

“Fedibertsoko nodo bakoitza komunitate edo elkarte batek kudeatzen du, eta horrek kakaztetik babesten du”

omen dira bertara, baina ez erabiltzaile arruntak; eta, artistek sare sozialak beren lana ezagutarazi eta promozionatzeko erabiltzen dituztenez, nola lortuko dute hori audientziarik gabe?

Fedibertsoa

Benetako alternatiba azken bi urteotan sortutako horiek baino askoz lehenagotik existitzen da: [fedi-bertsoa](#), alegia. “Fedibertso” hitza “federatu” eta “unibertso” hitzen *portmanteau* edo konbinazio bat da, eta protokolo estandar ireki baten bidez elkarren artean komunika daitezkeen sare sozialez osatutako ekosistema izendatzen du. ActivityPub du izena protokolo horrek, eta, izenak dioen bezala, jarduerak edo edukia sare sozial batean publikatzeko protokolo bat da. Protokolo bera darabilten beste sare sozial batzuekin federatzea ahalbidetzen du, beste sareetako erabiltzaileen edukia ikusi eta haiekin gure edukia partekatu ahal izateko eta elkarri iruzkinak egin eta erantzunak eman ahal izateko. Finean, nodo ezberdin askoz osatutako sare sozial bat da fedibertsoa, zeinean nodo bakoitzak bere erabiltzaileak, arauak eta moderatzaileak baititu baina nodo guztiak konektatuta baitaude.

[Mastodon](#) sarea da fedibertsoaren parte bat, Twitter-en antzeko *microblogging* zerbitzua baina deszentralizatua, eta haren parte dira, adibidez, [Mastodon.eus](#) eta [Jalgi.eus](#) euskal nodoak. [Pixel-fed](#) sarea ere beste parte bat da, Instagram-en pareko zerbitzu deszentralizatua, [Pixelfed.eus](#) euskal nodoa duena. [Peertube](#) bideoak argitaratu eta partekatzeko zerbitzua da, Youtube-ren modukoa, besteren artean euskarazko [Peertube.eus](#) nodoa daukana. Eta beste eduki-mota askotan espezializatutako sare sozial ugari daude: libu-

ruentzat, [BookWyrn/Paperjale.eus](#); audioentzat, [Funkwhale/BaleaFunk.eus](#); foroentzat, [Lemmy/Lemmy.eus](#)...

Fedibertsoko nodo bakoitza komunitate edo elkarte batek kudeatzen du, eta horrek kakaztetik babesten du. Atzetik enpresa bat duten nodoen kasuan ere, kakazterantz jotzekotan, nodo horri eragingo dio, ez fedibertso osoari.

Egia da Fedibertso osoa kontuan hartuta ere erabiltzaile-kopurua ezin dela erkatu beste sare sozialetakoekin. Baina esanguratsua da lehenago aipatutako “alternatiba” haietan izan duen eragina. Izan ere, Threads-en ActivityPub inplementatu dute fedibertsoko erabiltzaileek Threads-ekoei jarraitu ahal izateko eta alderantziz; baina fedibertsoko nodo askok Threads-en federazioa blokeatzea erabaki dute, luzera fedibertsoaren kalterako litzatekeelakoan (enpresa-interesak, tamainadesorekak, fagozitazio-arriskua...). Bestalde, BlueSky ekimena enpresa batena bada ere, eta kudeatzaileek nodo bakarra martxan jarri badute ere, protokolo ireki deszentralizatu bat erabiltzen du (ez da ActivityPub, berek sortutako AT protokoloa baizik), eta, teorian, nodo berriak sor ditzake nahi duena haiekin federatzeko. Argi dago fedibertsoa kualitatiboki oso kontzeptu ezberdina dela, eta horregatik da garrantzitsua; hain zuzen, sare sozial berriak, klasikoetatik bereizteko, haren ezaugarrietako batzuk kopiatzeko ahalegina egitera bultzatzerainokoa. ●



Joan Feynman

Gizartearen legeen gaindi, zeruko legeak argitu

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

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

Aulki batean eserita, negarrez ari zen, erabat atsekabetuta. Zortzi urte zituen artean. Eta ezin zuen ulertu berak zergatik ezin zuen egin anaia egiten ari zena. Amak garbi baino garbiago utzi zion, ordea: "Emakumeek ezin dute zientzia egin, euren buruak ez daude-eta horretarako eginak".

Joanek ezin zuen onartu. Gurasoek beti bultzatzen zituzten anaia eta biak inguruko guztiarekiko jakin-mina izatera. Haiek ez zuten aukerarik izan ikasketak egiteko, baina zientziazale amorratuak ziren, eta ahal zuten guztia irakurtzen zuten. Eta ez zuten inolako zalantzarik anaia, Richard, zientzialaria izango zenik.

Anaiak ez zuen arazorik ikusten arrebak zientzia ikasteko. Bederatzi urte zaharragoa zen, eta Joanek bi urte zituenarako hasi zitzaion matematika erakutsi nahian. Bost urte zituenean, bere gelako elektronika-laboregiko laguntzaile gisa kontratatu zuen, astean bi zentimoren truke.

Anaiak erakutsi zion zein harrigarria zen etxeko txakurra, gofreak egiteko aparatua eta Joan bera atomoz eginak egotea. Eskua hartzen zion, koadro baten ertzean jarri, eta triangelu zuzen bat egiten zuen bitartean errepikarazten zion: "katetoen karratuen batura hipotenusaren karratuaren berdina da". Joanek ez zuen ezer ulertzen, baina izugarri atsegin zuen anaiak poema baten gisara errezitatzen zuen hura bera errezitatzea.

Gau batean, ohetik jaikiarazi, eta kanpora eraman zuen, gertuko golf-zelai batera, iluntasun bila.

Txundituta gelditu zen zeru ilunean ikusten ziren argi-dantza haiekin. "Aurora boreala da —esan zion anaiak—; inork ez daki nola gertatzen diren".

Giro hartan hazia, kolpe benetan lasgarria izan zen amaren ahotik jakitea bere ametsa ezinezkoa zela; ezingo zuela zientzialari izan. Eta etsipena hartua zuen, harik eta 14 urte bete zituenean, anaiak astronomia-liburu bat oparitu zion arte.

Unibertsitateko testuliburu bat zen. Irakurtzen hasi, trabatu, eta berriro hasten zen. Hilabetetan aritu zen horrela, baina jarraitu egin zuen. Eta "407. orrialdera iritsi nintzenean, nire bizitza aldatu zuen grafiko bat aurkitu nuen", kontatuko zuen gero-ara. Urte askoren buruan ere, begiak itxi eta buruz errezitatzen zuen orrialde hartako grafikoaren oina: "Mg+-aren xurgapen-lerroaren intentsitate erlatiboak 4.481 angstromean... Iturria: 'Izarren atmosferak', Cecilia Payne".

"Cecilia Payne! Froga zientifiko bat zen, emakume bat gai zela halako testu batean aipatzeko moduko liburu bat idazteko".

Halako bokazioa zuela ikusita, azkenean, gurasoek laguntzea erabaki zuten. Eta fisika ikasten hasi zen, Oberlin College Unibertsitatean, 1944an. Beste bi emakumezko baino ez zeuden, eta ez zen erraza izan. Diskriminazioa eta bidegabekeria bat baino gehiago jasan behar izan zituzten. Hala ere, Joan Feynmanek lortu zuen ikasketak burutzea.



Doktore-tesirako gaia aukeratzeko garaia iritsi zenean, zalantza izan zuen erlatibitatearen eta solidoen fisikaren artean. Irakasleei kontsulta egin zienean, ez zioten asko lagundu. Batek esan zion onena zuela arma-arma-sareak ikertzea, garbitzen ari zenean aurkituko zituela eta.

Solidoen fisika aukeratu zuen, eta "Erradiazio in-fragorriaren xurgapena diamante-erako egitura duten kristaletan" izeneko tesia egin zuen. Ondoren, ordea, ez zuen lanik aurkitu. Haur bat ere izan zuen, eta bazirudien ama eta etxekoandre izatea tokatzen zela.

Halaxe egin zuen. Hiru urtez aritu zen horretan, egun batean, xukadera sukaldeko leihotik jaurtitze-za zihoala, konturatu zen arte laguntza behar zuela. Zorionez, terapeutak ongi asmatu zuen erremedioa: lanera bueltatzea.

Zaila zirudien arren, Lamont Behatokian saiatu zen, etxetik 30 km-ra. Eta hiru proiektu interesgarri eskaini zizkioten. Geomagnetismoa aukeratu zuen. Haurren zaintzarekin bateragarri egiteko, lanaldi erdiz hasi zen, eguzki-haizeak Lurraren eremu magnetikoari nola eragiten dion ikertzen.

Besteak beste, magnetosferak nolako forma duen aurkitu zuen. Gainera, konturatu zen litekeena zela eguzki-haizearen eta magnetosferaren elkarrekintzarekin lotuta egotea aurora borealak. Zeharo zirraragarria zitzaion hori, eta anaiari kontatzeko irrikaz zegoen. Baina pentsatu zuen anaiari horren berri ematen bazion, hura hain argia izanik, berak baino lehen argituko zuela misterioa. Orduan, tratu bat eskaini zion: "Begira, ez nuke nahi elkarren

aurka lehiatzerik; beraz, banatu dezagun fisika gure artean. Nik aurorak hartuko ditut, eta zuk hartu unibertsoaren gainerako guztia". Eta anaiak, onartu.

Puntako ikerkuntzan ari zen. Baina, 1971n, AEB-ko atzeraldi ekonomikoa etorri zen, eta lanik gabe gelditu zen.

Berriz ere, etxekoandre. Eta, berriz ere, depresioa.

Etsi-etsian errabinoari eskatu zion ea langabetuentzat antolatzen zituen bileretara joan zitekeen. Hark berekoia izatea leporatu zion, lana bilatzen saiatzeagatik hainbeste gizon lanik gabe zeudenean.

Azkenean, Atmosfera Ikertzeko Zentro Nazionalan hartu zuten, Boulderren (Colorado). Handik aurrera, erabaki zuen "ikerketarako funtsen atzetik ibiltzea herrialde osoan zehar, laponiarrak elur-oreinen atzetik bezala". Washingtonera joan zen, Zientzien Fundazio Nazionalera; gero, Bostongo Unibertsitateko Fisika Departamentura; eta, azkenik, 1985ean, NASAren Jet Propulsion Laboratory entzutetsura.

Ilbilde horretan, ikerketa eta aurkikuntza asko egin zituen. Besteak beste, eguzki-orbanak eta Eguzkiaren zikloak ikertu zituen; eta ziklo horiek kliman duten eragina. Eguzkitik datozen partikulek sateliteei nola eragiten dieten aurreikusteko ereduak ere egin zituen.

Eta aurorak nola sortzen ziren argitu zuen; *Explorer 33* satelitearen datuak erabiliz, erakutsi zuen eguzki-haizearen eremu magnetikoak Lurraren eremu magnetikoari eragiten diotenean gertatzen direla. ●

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



“Derrigorrezkoa iruditzen zait desberdinak garen pertsonak lekua izatea zientzian”

Ana Galarra Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Olatz Ortega Vidales

Biologoa eta ingurumen-hezitzailea



Olatz Ortega Vidales

Bilbo, 1997.

- EHUn Biologia ikasi ostean, Suediara joan zen **LGTBIQ+ pertsonen eta desgaitasun intelektualak duten pertsonen ahalduentzaren inguruan** lan egitera.
- Gerora, EHUn **Ekotoxikologiako Erasmus Mundus masterra** ikasi zuen.
- Egun, zientzia gizartean zabaltzeko lanean ari da; besteak beste, Plentziako Itsas Estazioko **“Kontuz! Ez nazazu zapaldu!”** proiektuan.

Olatz Ortega Vidalesek, unibertsitate-ikasketak hautatzean, Biologiako graduaren alde egin zuen: "Bizia bera, hau da, ekosistemak eta haien arteko elkarrekin azaltzen dituen zientzia da niretzat biologia". Eta horren ondotik, ekotoxikologiako master bat egin zuen: "Eta hor beste aldea ikasi genuen: giza jatorriko kutsadurak zelan eragiten diren gure planetako beste izaki guztioi. Horrez gain, eta pixka bat buelta emanda, biorremediazioa ere ikasi genuen, alegia, naturarekin arituz zelan aurre egin kutsadura horri", azaldu du Ortega.

Ikuspegi baikor horrekin ari da orain lanean. Haren ustez, egokia da, gainera, gaur egun gizartearen zabalitzean ari den ekoantropizazioa gaitzetzeko. "Ekologismoaren inguruan dabilen jendearengan badago ardura edo erantzukizun-sentimendu oso handi bat, eta kezka handia sortzen du egin behar dugunaren eta egin dezakegunaren artean dagoen tarte horrek. Pixkanaka saiatzen ari naiz buelta ematen horri, ulertaraziz zer egin dezakeen gutako bakoitzak. Azkenean, krisi klimatikoak eta sozialak, hain handiak eta hain globalak diren arazo horiek, kezka sortzen badigute ere, ez gaitzateela eraman gelditzera, paralizatzera".

Ortega ez dago geldirik: "Plentziako Itsas Estazioan nabil lanean, "Kontuz, ez nazazu zapaldu" izeneko proiektuan. Estazioan egiten diren beste proiektuetatik oso bestelakoa da, herritarren zientziako proiektu bat baita; beraz, herritarrak parte hartzaile aktiboak dira. Eta zer egiten dugu? Ba, hondarretan bizi diren organismo ikusezinak ezagutu, identifikatu eta aztertzen ditugu".

Esaerak dioenez, ezagutzen ez dena ezin da maitatu. Eta horixe da proiektuaren helburua: "Ezagututa, maitatzera iritea, eta, maitatuta, babesteko grina izatera". Azaldu duenez, parte-hartzaileak DBHko irakasleak eta ikasleak dira, edozein ikastetxetakoak; adibidez, dibertsifikaziokoek eta eskola konbinatuak ere eman dezakete izena.

Bereizketen kontra

Horrez gain, elkarrekin ere parte hartzen dute; horrekin, inklusibitatea landu nahi dute: "Gure asmoa da proiektua, horrela, demokratikoagoa izatea. Eta nahi genuen azpimarra jarri normalean zientzian hain presente ez dauden taldeetan. Horiek dira gizarte-bazterkeria jasan dezaketen talde batzuk; adibidez, desgaitasun fisikoak edo psikikoak dituzten pertsonak biltzen dituzten taldeak: entzumen edo ikusmen-urritasuna dutenak, autismoaren espektrokoak... Dibertsitate handia dago, eta disidentzia guztiek gure proiektuan lekua izatea nahi genuen".

Ortegaren esanean, talde horietako kideentzat ahalduzko prozesu handia da, komunitatea sortzeko ikuspegitik. Eta, bestetik, zientzialarientzat, oso aberasgarria da: "Ni neu asko ari naiz ikasten, eta, gaur egun, zientzian derrigorrezkoa iruditzen zait desberdinak garen pertsonak lekua izatea. Egia da oso zaila dela, hain hierarkizatuta eta hain normalitza den zientzian, baina bidea egiten ari gara, eta uste dut ondo gabiltzala. Behintzat, jasotako feedbacka oso positiboa da, eta ni neu oso-oso pozik nago ikasten ari naizenarekin eta hazten ari naizenarekin". ●



Bihotz bereziak, arreta berezia

Gure gorputza makina biziki osoa eta efizientea da; bihotza, makina horren motorra. Batzuetan, ordea, motorra berezitasunen batekin dator fabrikatik; adibidez, sortzetiko gaixotasunen batekin, jaiotzen diren 100 haurretatik 1ean gertatzen den bezala [1]. Horrek eragin zuzena dauka gorputzaren funtzionamenduan. Artikulu honetan, bentrikulu funtzional bakarrarekin jaiotako pertsonen odolaren zirkulazioaz arituko natzaizue, jariakinen mekanikaren ikuspuntutik.

Sistema kardiobaskularra oso egitura konplexua da, eta oinarritzko hiru osagaiak ditu: bihotza, odola eta odol-hodiak. Orokorrean, bihotzak odola ponpatzen du, eta odol-hodiek gorputzeko atal guztietara garraiatzen dute odola, berebiziko garrantzia duten hainbat funtzio betetzeko. Betebehar horien artean daude ehunetara elikagaiak eta oxigenoa eramatea, gaixotasunei aurre egitea eta abar bat. Bihotza gure motorra dela esan ohi da, eta, ur-ponpa bat balitz bezala, odola ponpatzen du zirkulazio-sistemara. Egiturari erreparatuz, bihotza bi zatitan banatu daiteke, ezkerrekoan eta eskuinekoan, eta bakoitzak aurikula eta bentrikulu bana ditu. Aurikulen eta bentrikuluen artean balbulak daude: balbula mitrala ezkerreko bihotzean eta balbula trikuspideta eskuinekoan. Era berean, bentrikuluen artean ere balbula bana dago: balbula aortikoa ezkerreko bentrikuluan eta birika-balbula eskuinekoan (ikus 1. irudia). Odola, halaber, oso jariakin berezia da. Haren bolumenaren % 55 fluidoa da, plasma —ia guztia ura da—, eta gainerako % 45a partikulaz osatuta dago —ia guztiak globulu gorriak dira—. Jariakin horren fluxuaren edo mugimenduaren —odol-fluxuaren— noranzkoa presio handiko guneetatik

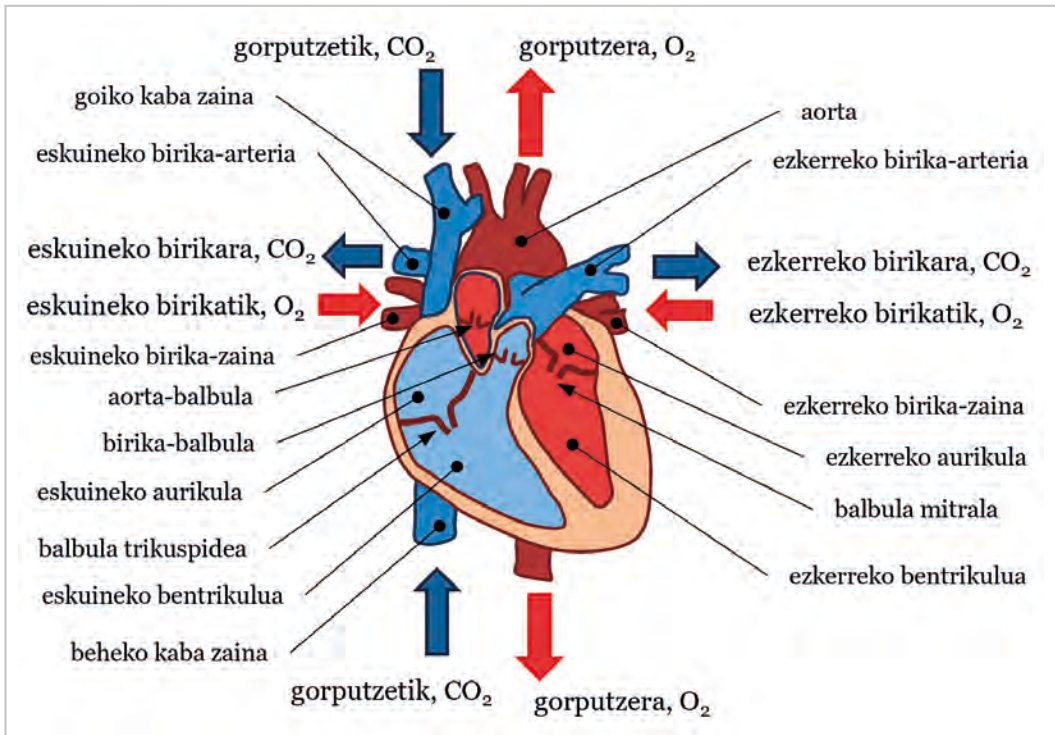
presio baxuagoko guneetarako da. Azkenik, hiru motatako odol-hodiak daude: arteriak, zainak eta kapilarrak. Arteriek odola bihotzetik gorputzera garraiatzen dute, zainek gorputzetik bihotzera, eta kapilarretan odolaren eta ehunen arteko elikagai eta gasak trukutzen dira. Azken datu hori presioaren ideiarekin lotuz, orokorrean odolak arterietan zainetan baino presio handiagoa du.

Sistema horretan, bihotz-taupadek markatzen dute odol-fluxuaren erritmoa. Modu sinplean, honela deskriba dezakegu odol-fluxuaren ibilbidea taupada bakoitzean (ikus 1. irudia). Bentrikuluen kontrakzioarekin, bentrikuluetako odolaren presioa handitzen da. Presio hori aortako eta birika-arterietako presioa baino handiagoa denean, balbula aortikoa eta birika-balbula irekitzen dira, eta odola ponpatzen da zirkulazio sistemikora eta birketako zirkulaziora, hurrenez hurren. Zirkulazio sistemikoan, oxigeno-saturazio edo -kantitate egokia duen odola ponpatzen da ezkerreko bentrikulutik aorta arteriara. Handik, gorputzeko atal guztietara banatzen da kapilarretara iritsi arte. Bertan elikagaiak eta gasak trukutzen dituzte odolak eta



**Idatzi zuk zeuk
Gai librean atalean**

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



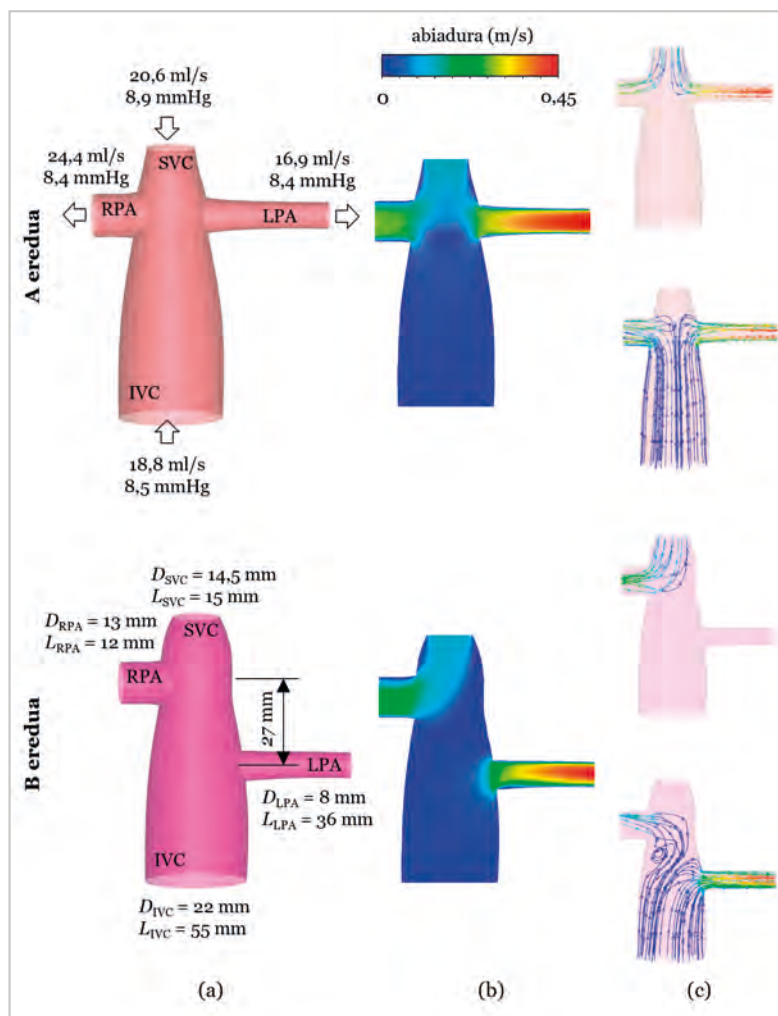
1. irudia. Gizakion bihotzaren atalak eta odol-fluxuaren noranzkoa gorputzerantz eta biriketara, eskematikoki.

ehunek. Finean, odolak oxigenoa ehunetan utzi eta karbono dioxidoa bereganatzen du. Gero, odola kapilarretatik zainetara igarotzen da, handik goiko eta beheko kaba zainetara (SVC eta IVC, ingelesezko *superior vena cava* eta *inferior vena cava*) eta, azkenik, eskuineko aurikulara. Biriketako zirkulazioan, aldiz, CO₂-a daraman odola eskuineko batrikulu-tik ezker eta eskuineko birika-arterietara (LPA eta RPA, *left pulmonary artery* eta *right pulmonary artery*) bideratzen da, arterietatik biriketako albeoloetan dauden kapilarretara iritsi arte. Albeoloetan, odolak O₂-a hartuko du aietik, eta CO₂-a igorriko bertara. Kapilarretatik birika-zainetara igaroko da odola, eta ezkerreko aurikulara iritsiko da. Eskuineko eta ezkerreko aurikuletara iritsi den odola, balbula trikuspidetik eta mitraletik, batrikuluetara pasatuko da, aurikuletako presioa batrikuluetakoa baino handiagoa denean. Jarraian, hurrengo taupadarekin,

berriro hasiko da odol-fluxuaren ibilbidea; eta horrela etengabe. Zirkulazio-sistema horretan ondo bereizita daude zirkulazio sistemikoa eta biriketako zirkulazioa eta, hori dela eta, ondo bereizita daude O₂-kantitate handia duen odola eta CO₂-kantitate handia duena (ikus 1. irudia). Artikulu honetan odola nondik nora doan azaldu bada ere, bihotz-taupada bakoitzean hemen azalduko ez diren hainbat fase daude —uzkurdura isobolumetrikkoa, eiekzioa eta abar—. Haien azalpenak beste artikulu baterako emango luke.

Batrikulu bakarreko pazienteak eta Fontan zirkulazioa

Jarraian, ezkerreko bihotzeko hipoplasiarekin jaio den paziente baten adibidea erabiliko dugu batrikulu funtzional bakarra duen pertsona baten zirkulazio-sistema azaltzeko (ikus 2. irudia (a)).



3. irudia. (a) A eta B ereduen neurriak (diametroak, D , eta luzerak, L) eta hodi bakoitzean paziente batean neurtutako odol-fluxua (ml/s) eta presioa (mmHg). A eredutik B eredura egindako aldaketa zehazten da: 27 mm mugitu da ezkerreko birika-arteria. (b) CFD simulazioen emaitzak abiadurari dagokionez. (c) CFD simulazioen emaitzak goiko eta beheko kaba zainetatik sartzen den odol-fluxuaren banaketari dagokionez. IVC: *inferior vena cava*, beheko kaba zaina. LPA: *left pulmonary artery*, ezkerreko birika-arteria. RPA: *right pulmonary artery*, eskuineko birika-arteria. SVC: *superior vena cava*, goiko kaba zaina.

eramango da, eta biriketan CO_2/O_2 trukea gertatuko. Azkenik, O_2 -kantitate egokia duen odola birika zainetatik bihotzera helduko da. Bihotzean, odola aurikulatik bentrikulura igaroko da, eta bentrikuluak aortara ponpatuko du odola. Ikus daitekeenez, zirkulazio sistemikoa eta biriketako zirkulazioa bereizita daude. Beste puntu garrantzitsu bat da Fontan zirkulazioan bentrikulu bakar batek egin behar duela biren lana, odolak zirkulazio sistemikotik eta biriketako zirkulaziotik igaro behar baitu, eta horrek modu nabarmenean handitzen du bentrikuluak egin beharreko lana.

Fontan pazienteen bizi-kalitatea hobetzeko bidea

Ebakuntza egin ostean —eta orduan soilik—, Fontan zirkulazioak modu egokian funtzionatzeko duen aztertu behar da hainbat metrika aztertuz. Edonola ere, gaur egun posible da aurreikustea —heine batean— nolakoa izango den Fontan zirkulazioa. Hori egiteko moduetako bat da ordenagailu bidezko odol-fluxuaren simulazioak edo CFD (*computational fluid dynamics*) simulazioak erabiltzea [4]. Izan ere, jariatzen dinamikari aditua den bat —adibidez, ingeniari mekaniko bat— gai izango litzateke kirurgialariek elkarlanean TCPC optimoa diseinatzeko.

Horrela, kirurgialariak diseinu horrekin bateragarria den ebakuntza egingo luke, eta pazientearen zirkulazio-sistema egokia dela ziurtatuko luke.

Jarraian, CFD simulazioak erabiltzen dituen adibide bat ikusiko dugu. Horretarako, bi eredu aztertuko ditugu. Bata, benetako paziente baten TCPCan oinarritutako eredua (aurrerantzean, A eredua). Bestea, A eredua bezalakoa, baina ezkerreko birika-arteriaren lotura 27 mm beherago eginda (aurrerantzean, B eredua) (ikus 3. irudia (a)). Simulazioak egiteko, benetako pazientean neurtutako odol-fluxua (ml/s) eta presioa (mmHg) erabiliko dira, eta, emaitzak analizatzeko, bi ezaugarri aztertuko dira. Batetik, TCPCan gertatzen den odol-fluxuaren energia-galera. Energia-galeraren inguruan, gogoratu dezagun bentrakulu bakarrak egiten duela lana eta TCPCa kirurgialariak sortu duen egitura bat dela; lotura modu egokian egiten ez bada, energia-galera handia gerta daiteke. Bestetik, odol-fluxuaren banaketa birika-arterietan. Garrantzitsua da odol-fluxua modu orekatuan banatzea ezkerreko eta eskuineko birika-arterien artean, bakoitzera % 50 inguru. Era berean, garrantzitsua da modu orekatuan banatzea goiko eta beheko kaba zainetatik doazen odol-fluxuak bi birika-arterietan. Esaterako, garrantzitsua da ezkerreko birika-arteriara doan % 50 inguru horretatik erdia gutxi gorabehera beheko kaba zainetik datorrena izatea eta beste erdia goikotik datorrena izatea [4].

Simulazioen emaitzak 3. irudian (b eta c) ikus daitezke. Energia-galerari dagokionez, A ereduan % 2,6ko galdera gertatzen da, eta B ereduan, berriz, % 2,2koa. Badirudi B eredua, beraz, hobea dela, baina, kaba zainetatik doazen odol-fluxuaren banaketak aztertuz gero, ikus daiteke B ereduan goiko kabatik doan odol-fluxu guztia eskuineko birika-arteriara doala eta beraz ez doala goiko kabatik doan odolik ezkerreko birikara; eta horrek arazoak eman ditzake. Horrenbestez, egokiagoa da A eredua, nahiz eta

energia-galera handiagoa izan B ereduan baino —% 2,6ko energia-galera, dena den, oso txikitzat har dezakegu—.

Horrek erakusten du kirurgialariak sortutako TCPCaren geometriak eragina duela pazientearen zirkulazio-sisteman, eta ordenagailu bidezko CFD simulazioak erabilgarri izan daitezkeela TCPC optimoa diseinatzeko. Alta bada, ugariak dira bi diziplinak, ingeniaritza eta medikuntza, CFD simulazioen birtartez uztartzen dituzten elkarlanean adibideak. Esate baterako, aurreko artikulua batean azaldu zen gibekeko minbiziaren aurkako tratamendu batean, erradioenbolizazioan, ingeniariaren lana garrantzitsua izan zitekeela [5].

Bukatzeko, azpimarratu behar da diziplinartekotasuna, orokorrean, oso garrantzitsua eta beharrezkoa dela esparru guztietan aurrerakuntzak gerta daitezen. Izan ere, diziplinartekotasuna aniztasuna da, eta aniztasuna, beti, aberastasuna. ●

Erreferentziak

- [1] Liu Y., Chen S., Zühlke L., Black G. C., Choy M., Li N. eta Keavney B. D. 2019. "Global birth prevalence of congenital heart defects 1970–2017: updated systematic review and meta-analysis of 260 studies". *International Journal of Epidemiology*, 48, 455–463.
- [2] Barron D. J., Kilby M. D., Davies B., Wright J. G. C., Jones T. J. eta Brawn W. J. 2009. "Hypoplastic left heart syndrome". *Lancet*, 374, 551–564.
- [3] Fontan F. eta Baudet E. 1971. "Surgical repair of tricuspid atresia". *Thorax*, 26, 240–248.
- [4] Slesnick T. C. 2017. "Role of computational modelling in planning and executing interventional procedures for congenital heart disease". *Canadian Journal of Cardiology*, 33, 1159–1170.
- [5] Aramburu J. 2018. "Gibekeko minbiziaren borrokan indarrak batuz". *Elhuyar*, 329, 68–72.



hik hasi laborategia



Adituaren mintzaldia | Irakasleen arteko solasaldia | Gako praktikoak



URRIAK 2, 9, 16 eta 23

Komunikazio Ez-Bortitza

Nerea Mendizabal



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



URRIAK 9, 16, 23 eta 30

Ebaluazio hezitzailea

Marisol Uribe



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



AZAROAK 6, 13 eta 20

Psikogenesia, idazketa sistemaren ikaskuntza prozesua

Elena Laiz



Gaian interesa duen edonori zuzendua.



URTARRILAK 14, 21 eta 28 eta OTSAILAK 4

Haurra heltze- eta ikaste prozesuen subjektu izatea ahalbideratuko duen pedagogiaren bila

Alvaro Beñaran



0-6 urteko haurrekin lan egiten duten hezitzaileei zuzendua.



URTARRILAK 14, 21, 28 eta OTSAILAK 4

Neurohezkuntza: garunaren funtzionamenduan oinarritutako ikaskuntza

David Castrillo



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



MARTXOAK 4, 11, 18, 25

0-3 urteko haurren mugimenduaren garapena Emmi Piklerren ikuspegitik

Eider Garde



0-3 urteko haurrekin lan egiten duten hezitzaileei zuzendua.



MARTXOAK 11, 18, 25 eta APIRILAK 1

Elkarrizketa kooperatiboa DBHko nerabeekin

Imanol Alvarez

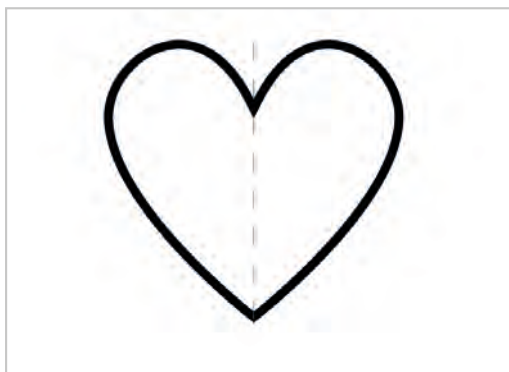


Gaian interesa duen edonori eta batez ere Bigarren Hezkuntzako irakasleei zuzendua.



Zuk ere bihotz simetrikoak marrazten dituzu?

Noiz edo noiz, urtebetetze-eskutitz batean edo dutxak ispiluan utzitako lurrunean, ziur marraztu duzula bihotz bat. Edo bihotz bat dela kontatu diguten hori.



1. irudia. Egilea: Amaia Ochandorena Saa.

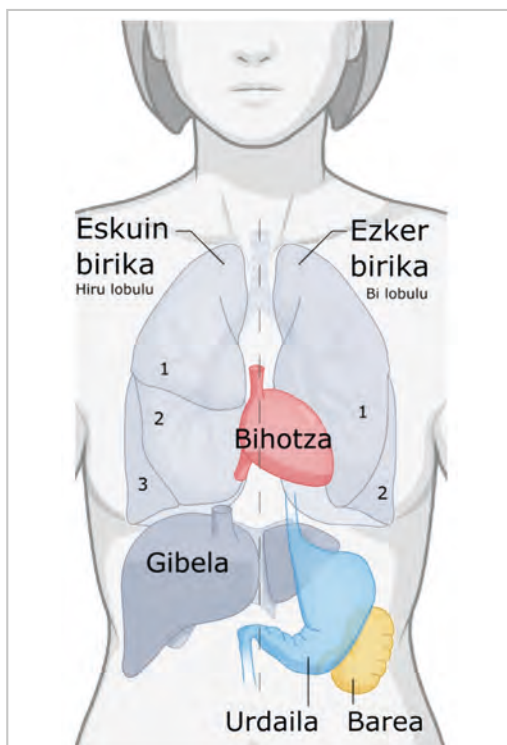
Errepara iezaiozu arretaz (1. irudia). Badakizu, noski, bihotz izeneko organoaren sinplifikazio hutsa dela eta, izatez, organoari eslei diezazkiokegunak baino kontzeptu konplexuagoak erakusteko erabiltzen dugula. Inoiz pentsatu al duzu, ordea, haratago? Zein dira marrazki hau, nolabait, gezur biribila bihurtzen duten ezaugarriak? Gaurtik aurrera, agian, bihotz sinplifikatuak baina, behintzat, asimetrikoak marraztuko dituzu, zure bihotzari eskerrak bidaltzeko keinu moduan.

Giza gorputzaren ezker-eskuin asimetria

Aurpegi eta gorputz simetrikoak ederragoak direla pentsatzeko joera izaten dugu, baina asimetria giza gorputzean errotuta dagoen ezaugarria da, barne-anatomiari erreparatzen badiogu. Bi mailatan gertatzen da: kokapen orokorrari dagokionez eta organo bakartuei dagokienez. Lehenengoaren adibidetzat, har dezagun gorputzaren bolumena bere

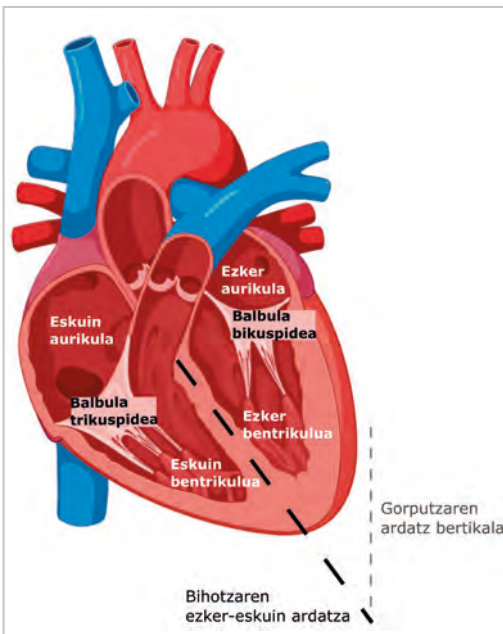
osotasunean eta marraztu dezagun ezker-eskuin ardatz bat (2. irudia).

Une honetan, hau aipatu behar da: hizkera medikoan, deskribatzen ari garen gorputzaren ikuspuntutik finkatzen dira eskuina eta ezkerrea. Indibiduo bati aurrez aurre begiratzen badiogu (2. irudian bezala) indibiduoaren eskuina gure ezkerraldean aurkituko da, eta alderantziz. Hori kontuan izanda, 2. irudian ikus dezakegu gibelak eskuinaldean kokatzen dela, urdaila eta barea ezkerraldean. Barne-organoei bakarka begiratuz gero, adibidez, birikek



2. irudia. Giza gorputzaren zenbait barne-organoen kokapena. Irudia: Djenoune, 2022; moldatua.

hiru lobulu dituzte eskuinaldean eta bi ezkerraldean. Bihotza asimetrikoa da irizpide bietarako. Alde batetik, ezkerraldean du bolumenik handiena. Gainera, inklinazioa du; hau da, bihotzaren ezker-eskuin ardatza ez da gorputzaren ardatz bertikalaren paralelo (3. irudia). Bestetik, lau ganbera dituen arren, eskuin-ganberak eta ezker-ganberak ezberdinak dira, bai histologiari erreparatuta, baita zirkulazio-konexioei (arteriak eta zainak) dagokien ere. Aintzat hartzekoa da, adibidez, eskuin-aurikula eta eskuin-bentrikulua banantzen dituen balbula trikuspidea dela, hau da, hiru segmentuz osatuta dagoela, eta ezker-aurikula eta bentrikuluaren artekoa bikuspidea (edo mitrala), bi segmentuz osatua.

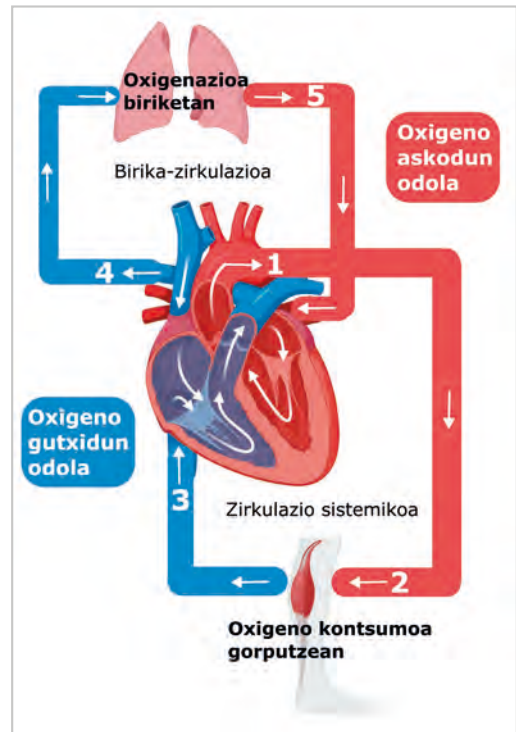


3. irudia. Giza bihotz osasuntsuaren anatomia. Irudia: Egileak Biorender.com-en sortua.

Bihotz-asimetriaren garrantzi fisiologikoa

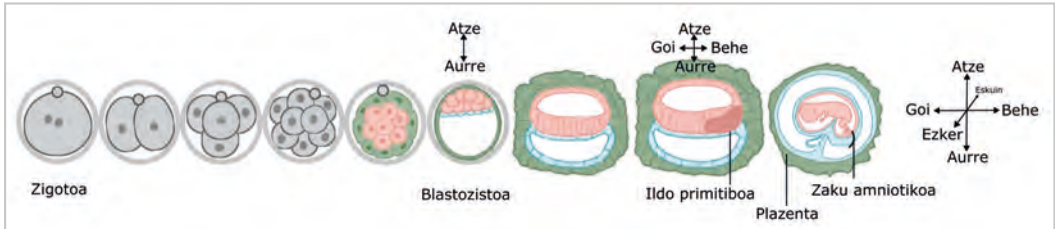
Asimetriari erreparatzea begi-bistako ezaugarriak azpimarratzeaz harago doa, noski, berebiziko garrantzi fisiologikoa du eta. Bihotzaren egitura

asimetrikoa beharrezkoa da zirkulazio bikoitza deritzoguna ezartzeko, eta horrela organoak bere funtzioa betetzeko: odol oxigenatua gorputzeko atal guztietara barreiatzea (4. irudia).



4. irudia. Odol-zirkulazio bikoitza. Irudia: Egileak Biorender.com-en sortua.

Ezker-bentrikuluak odol oxigenatua indarrez ponpatzen du aortara (4. irudiko 1. zenbakia), zeina behin eta berriro adarkatuko den, arteria txikiago eta kapilarrek sortzeraino, zelula guztietara iritsiko direnak (2 zenbakia). Zelulek oxigenoa bereganatu dutenean, oxigeno gutxiko odola bihotzera itzultzen da, kaba zainetan zehar (3 zenbakia). Lehen ziklo horri, odol oxigenatua gorputzera barreiatu eta oxigeno gutxiko "hondakin"-odola bihotzera itzultzeari, zirkulazio sistemiko deritzo. Oxigeno gutxiko odola eskuin-aurikulara iritsi ondoren, eskuin-bentrikulura igaro, eta haren bitartez birika-arterian



5. irudia. Giza enbrioiaren garapenaren eskema sinplea, ardatz-kokapena zehaztuz. Irudia: Shahbazi, 2020; moldatua.

zehar ponpatzen da (4 zenbakia), odola biriketan oxigena dadin, jarraian birika-zainetan ezker-aurikulara itzultzeko (5 zenbakia). Bigarren ziklo horri, hots, oxigenazioa berrezartzeko biriketara egiten den joan-etorriari, birika-zirkulazio deritzo.

Itzul gaitezen, beraz, zirkulazio bikoitza modu egokian gerta izan dadin asimetriak jokatzeko duen paperera. Alde batetik, ezaugarri histologikoei dagokienez, beharrezkoa da ezker-bentrikulua muskulutsuagoa izatea, ponpatze-indarrak odolari nahikoa presio eman behar baitio gorputzeko zelula urrunekoenetara heltzeko (eta, aldiz, eskuin-bentrikularen ponpatze-indarra bihotzetik birikaraino iristeko adinakoa besterik ez da izan behar). Bestetik, aipatutako ganbera-arteria, ganbera-zain konexio guztiek azaldu den moduan, eta soilik modu horretan, gertatu behar dute, zirkulazioa egokia izango bada.

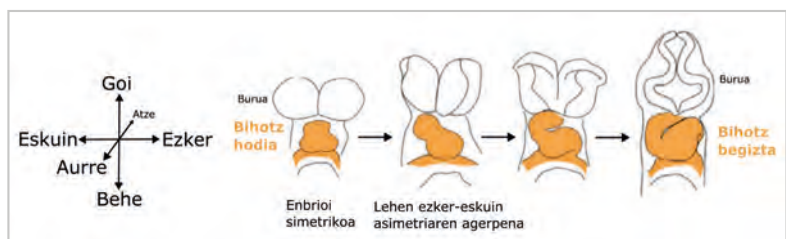
Asimetriaren sorrera enbrioi-garapenean

Hiru dimentsioko espazioa definitzen duten hiru ardatzak buruan hartuta, ezker-eskuin ardatza da enbrioi-garapenean azken definitzen dena. Enbrioi bat esfera perfektu bat da hasieran, non zelulak

modu homogeneoan kokatzen diren. Handituz doa, zelulak bikoiztuz, baina ordena jakinik gabeko masa bat besterik ez da. Asimetriarik ez badago, ezin da ardatzik definitu edo, hobeto esanda, ardatzak edozein modutan defini litezke. Garapenean aurrera, seinale molekular batzuei esker, egitura bereizgarriak agertzen dira enbrioiaren, goi-behe ardatza eta aurre-atze ardatza definituko dituztenak. Besteen artean, ildo primitiboaren sorrerak ezarrita uzten du egituratze hori [1] (5. irudia).

Bi ardatz definitu direnean, hirugarrena indarrez ezarrita gelditzen da, modu bakarria baitago espazioan bi zuzenekiko perpendikularra den hirugarren zuzen bat ezartzeko. Une horretan, organismoaren ezker eta eskuinaldea definituta gelditu dira, baina, oraingoz, guztiz simetrikoak dira. Giza enbrioiaren garapenaren 3. astean, bihotz-aitzindari diren zelulak enbrioiaren ezker-eskuin ardatzaren erdi-erdian bihotz-hodia eratzen hasten dira [2], [3]. Hodi hori zuzen eta bertikalki kokatzen da hasieran. Jarraian, tolesten hasten da begizta-itxura (ingelesezko 'loop') hartu arte (6. irudia). Gertaera hori garrantzi handikoa da, zeren (1) bihotzaren forma (morfologia) aitzindaria ezartzen du, (2) or-

6. irudia. Bihotz aitzindariaren garapena enbrioiaren, hodi zuzen izatetik bihotz-begizta osatzera. Irudia: Desgrange, 2020; moldatua.

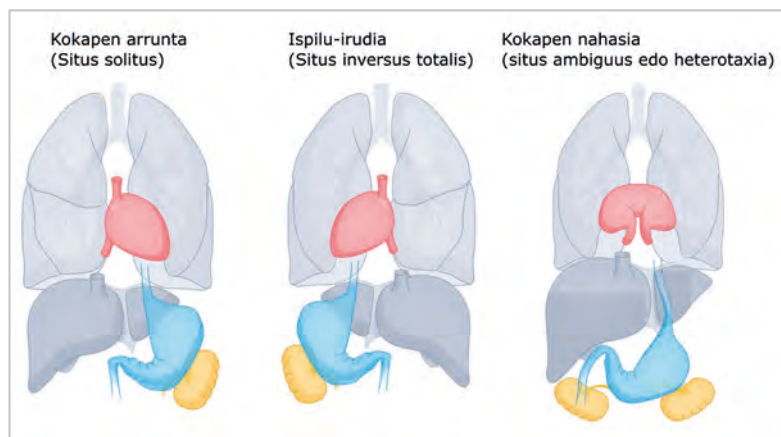


ganismoan sortzen den lehen organo funtzionala da hori eta (3) enbrioian antzeman daitekeen lehen-dabiziko ezker-eskuin asimetria da bihotz-begiztak sortutakoa.

Bihotz-begizta garatu ahala sortuko da, azkenik, lehenago deskribatutako anatomia zehatza daukan bihotz heldua. Era berean, aurretik aipatutako organo asimetriko guztiek beren forma sortuko dute eta beren ezaugarri asimetriko propioak garatuko dituzte. Prozesu horiek guztiak enbrio-morfogenesi zientzian ikertzen dira, eta garrantzitsuak dira ez soilik geure jatorriaren inguruko oinarritzko informazioa ematen digutelako, baina baita garapen okerraren kausak ulertzen laguntzen digutelako ere.

lekualdatze bat gertatzen bada, hau da, indibiduo batek ezkerraldea eta eskuinaldea lekualdatuak baitu, ispilu-irudi baten moduan, *situs inversus totalis* esapidearekin deskribatzen dugu. Organo batzuk bai eta beste batzuk ez, modu nahasian eta konkordantziarik gabe, lekualdatzen badira, *situs ambiguus* edo heterotaxia egoera topatuko dugu [4].

Barne-organoen patologia posibleak modu orokorrean deskribatu ditugu, baina printzipio bera aplikatu daiteke bihotzaren kasura konkretuki. Indibiduo batek *situs inversus totalis* aurkezten badu, definizioz, organo guztiak, bihotza barne, lekualdatuak izango ditu. Ispilu-irudi perfektua bada eta, hortaz, arteria eta zain guztiak dagokien ganberara konektatu-



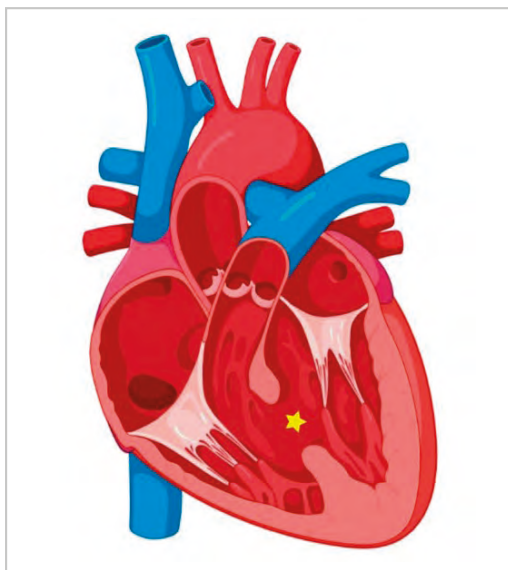
7. irudia. Giza barne-organoen kokapen asimetrikoan gerta daitezkeen asaldak. Irudia: Djenoune, 2022; moldatua.

Garapen-akatsak eta sintoma patologikoak

Orain arte deskribatutakoa gizaki osasuntsuetan gertatzen denaren azalpena da. Hizkera medikoan *situs solitus* latinezko esapidea erabiltzen dugu modu arruntean garatu den gizaki baten organo-banaketari erreferentzia egiteko (7. irudia). Garapen enbrionarioan, ezker-eskuin asimetria asaldatzen duten akatsak jazo daitezke. Batez beste, maiztasuna kasu 1ekoa da 2000 biztanleko [2]. Asaldu horiek inpaktu sistemikoa izan dezakete, hots, gorputzeko organo asimetriko guztietan, edo zenbaitetan, malformazioak sor ditzakete. Guztizko

ta badaude, bihotzaren funtzioa modu arruntean beteko da gehienetan. Heterotaxiaren kasuistika, aldiz, oso zabala da; pronostikoa, beraz, askotarikoa [5]. Zenbaitetan, bihotzaren malformazio larriak aurki ditzakegu. Sortzetiko kardiopatia deritze-gu eta, hein batean behintzat, bihotz-begiztaren forma desegokietan dute jatorria. Bi adibide aipatzearren, aorta eta birika-arteriaren posizio-trukea, edo bihotzaren ezker eta eskuinaldeak banantzen dituen pareta muskularra guztiz itxi ez eta “zuloak” izatea (8. irudia). Zorionez, malformazio batzuk kirurgikoki konpontzeko bidea aurkitu da; beste

batzuk, ordea, konplexuegiak dira, eta pazienteak akats horrekin bizi beharko du, eta, maiz, heriotza goiztiarra eragingo dute.



8. irudia. Sortzetiko kardiopatia baten adibidea: bentrikuluen arteko paretaren zuloa, izar batez adierazita. Irudia: Egileak Biorender.com-en sortua.

Zer egin dezake zientziak horren guztiaren alde?

Sortzetiko kardiopatiaren kausak hobeto ulertzea ezinbestekoa da jaioberrietan diagnosi azkarragoa egin eta tratamendu kirurgiko eraginkorragoak eskaini ahal izateko. Medikuntzak bide luzea egin du gaur egun arte, baina oraindik konpondu ezin daitezkeen kasu anitz aurkitzen dira.

Ezagutza horretan sakontzeko, biozientzien ikerketan maiz gertatzen den bezala, animalia-modeloak erabiltzen dira. Bihotzaren garapenaren ikerketan, ikerlariak aldaera genetikoak (mutazioak) dituzten animalia-modeloak aztertzen dituzte, eta aldaera bakoitzak garapenean sortzen duen asaldu konkritua neurtzen dute. Baliabide horiei esker, bihotz-begizta bihotz heldu bilakatzeko prozesu hori gero

eta zehaztasun handiagoz ezagutzen da. Gainera, animalia-geneen eta giza geneen arteko homologiari esker, giza mutazioek garapenean duten efektua aurreikusteko saiakera egin daiteke; horrela, egunen batean diagnosi goiztiarra egin ahal izango dugu, beharbada. Ikerketak denbora- eta diru-inbertsio itzela behar ditu baina. Trukean, aurrerapen medikoak garatzearen ordainsaria eta biologiarekin konplexutasuna ulertzearen bidaia ederra ditugu. Edertasuna barnealdean badago, edertasuna asimetrikoa dela baieztatu dezakegu. ●

Bibliografia

- [1] Shahbazi MN. Mechanisms of human embryo development: from cell fate to tissue shape and back. (2020) *Development*. 147(14):dev190629.
- [2] Desgrange A, et al. (2018) Left-right asymmetry in heart development and disease: forming the right loop. *Development*. 145(22):dev162776.
- [3] Desgrange A, et al. (2020) Transient Nodal Signaling in Left Precursors Coordinates Opposed Asymmetries Shaping the Heart Loop. *Dev Cell*. 55(4):413-431.e6.
- [4] Djenoune L, et al. (2022) A change of heart: new roles for cilia in cardiac development and disease. *Nat Rev Cardiol*. 19(4):211-227.
- [5] Lin AE, et al. (2014) Laterality defects in the national birth defects prevention study (1998-2007): birth prevalence and descriptive epidemiology. *Am J Med Genet A*. 164A(10):2581-91.



ARGIA

BABESTEKO

ARRAZOI

1. KAZETARITZA INDEPENDENTEA

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

2. EUSKARATIK ETA EUSKARAZ

Gure hizkuntzak funtsezko dituelako euskara hutsean funtzionatzen duten proiektuak.

3. HEDABIDE DIGITALA ETA PADEREKOIA

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

4. EZ GARA NEUTRALAK

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

5. PODCASTAK ETA DANTAILAK EUSKARAZ

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

6. ELKARLANAK BULTZATUZ

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

7. GOOGLE GABE

Gure irakurleen pribatasuna babesten dugulako teknologia burujabetzan sakonduta.

8. BANAKETA EKOLOGIKOA

Bizikleta bidezko banaketa sustatzen dugulako, plastikorik gabeko zorrotan.

9. 100 URTETIK GORA

Ibilbide luzeko eta etorkizun luzeagoko proiektua delako.

10. MILAKA PERTSONAKO KOMUNITATEA

ARGIA Jendea delako proiektuaren independentziaren bermea.

11. ELKARTASUNEAN OINARRITUTAKO HARPIDETZA

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

TXIKITIK ERAGITEN argia.eus/eginargiakoa



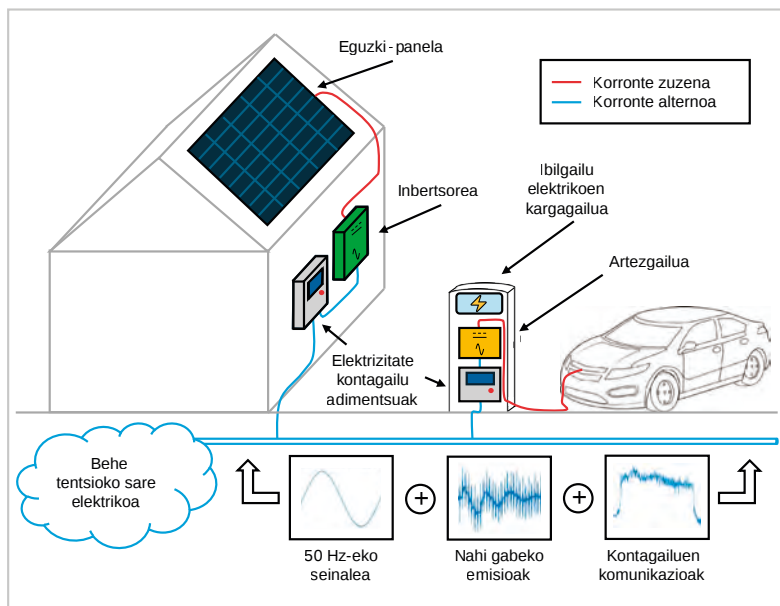
Emisio “supraharmonikoak”: iturri berriztagarren elektrizitatearen kide ikusezinak

Hurrengo hamarkadan, eguzki-panelak eta ibilgailu elektrikoek gure kale eta etxebizitza guztietan edukitzea gauza arrunta izango da. Alabaina, bazenekien halako gailuek emisio “supraharmonikoak” direlako seinaleak injeztatzen dituztela sare elektrikoetan? Azken urteotan, emisio supraharmonikoek elektrizitate-konpainien eta ikerketa-komunitatearen arreta bereganatu dute, gailu askok sortutako emisioen konbinaketak efektu kaltegarriak eragin ditzakeelako sare elektrikoetan eta haietara konektatutako gailuetan.

Nazio Batuen Erakundeak sustatutako 2015eko Pariseko Klima Akordioaren helburu nagusietako bat karbono-neutraltasuneko ekonomia lortzea da. Klimaren akordio horrek epe luzerako hainbat helburu xedatzen ditu nazio guztientzat. Neurri horien artean, berotegi-efektuko gasen emisioak murriztea dago, mundu mailan mende honetako tenperatura-igoera 2 °C-ra mugatzeko. Europar Batasunak Pariseko Klimaren Akordioan adostutako konpromisoak bere

esparru juridikoan ezarri ditu, 2019ko Europako Klimaren Aldeko Itun Berdearen eta 2021eko Europako Klimari buruzko Legearen bitartez. Akordio horiek zehazten dute 2030eko karbono-emisioek 1990ean neurtutakoak baino % 55 txikiagoak izan behar dutela. Elektromugikortasuna, edo e-mugikortasuna, eta energia berriztagarren sorkuntza banatua funtsezkoak izango dira gizarteak erregai fosilekiko duen mendekotasuna murrizteko.

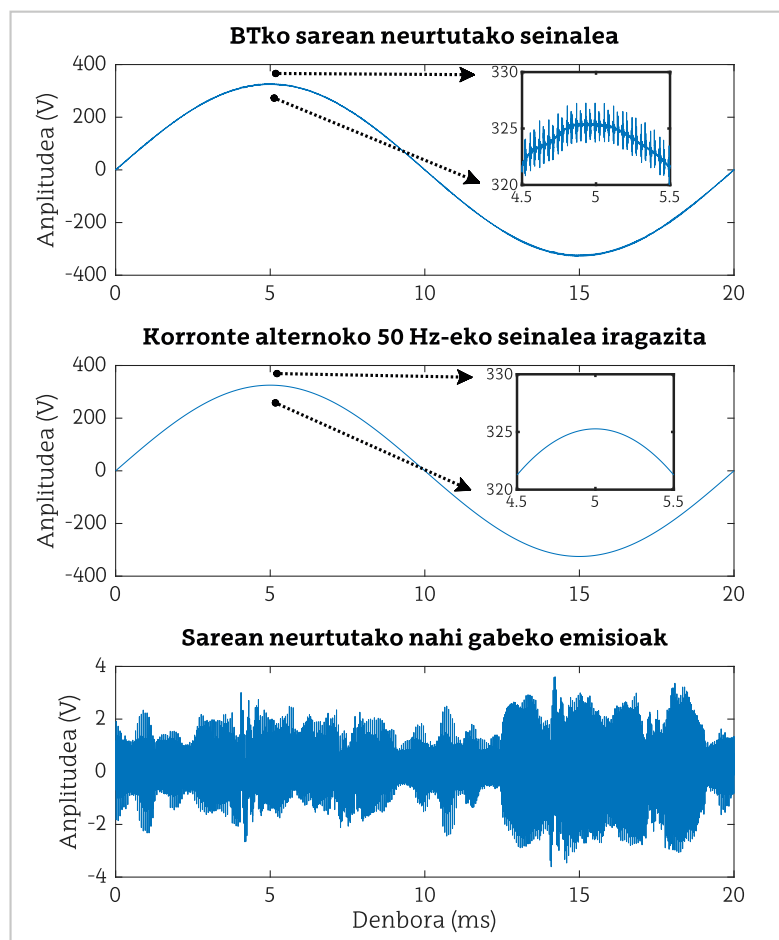
Behe-tentsioko sarera konektatutako eguzki-panel baten eta ibilgailu elektrikoek kargagailu baten eskema, hedatzen diren seinaleekin batera.



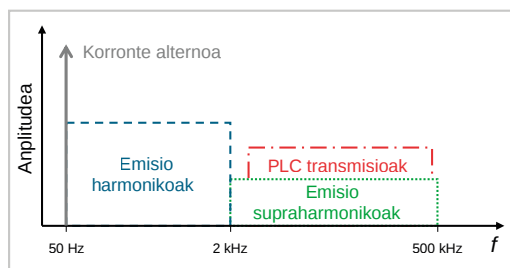
Nazio Batuen Erakundeko eta Europar Batasuneko politikak hasi dira biztanleen egunerokotasunean eragina izaten. Ibilgailu elektrikoen kargagailuak eta eguzki-panelak masiboki instalatzen ari dira etxebizitzetan eta kaleetan, behe-tentsioko sare-ara konektatuta. Gainera, etorkizunean aurreikusten da halako gailuak esponentzialki ugartuko direla behe-tentsioko sarean.

Azken hamarkadetan, ibilgailu elektrikoen karga-gailuak eta eguzki-panelek behe-tentsioko sarean duten eragina aztertu da. Halako ekipoen artezgai-luak eta inbertsoreak izaten dituzte, elektrizitatea-

ren ezaugarriak aldatzeko. Artezgailuek korrante alternoa (50 Hz-eko potentzia-seinalea) hartu, eta korrante zuzen bihurtzen dute. Ibilgailu elektrikoen kargagailuetan, behe-tentsioko sareko elektrizita-tea eraldatzeko erabiltzen dira, ibilgailu elektrikoen bateriek korrante zuzenean lan egiten baitute. In-bertsoreek, aldiz, korrante zuzena korrante alterno bihurtzen dute. Gailu horiek eguzki-panelen kasuan erabiltzen dira, eguzki-panelek sortutako elektrizita-tea korrante zuzen gisa baitago eta behe-tentsioko sareak korrante alternoan lan egiten baitu. Elektri-zitatearen konbertsio horietan, ezpurutasunak sor-tzen dira, inbertsoreek eta artezgailuek inplemen-



Behe-tentsioko sarean neurtutako seinalea (goian), korrante alternoko 50 Hz-eko seinalea iragazita (erdian) eta nahi gabeko emisioak (behean) denboraren domeinuan.



Behe-tentsioko sareetan aurkitzen diren emisioen sailkapenaren eskema maiztasunaren domeinuan.

tatzen dituzten teknikak eta osagai elektronikoak direla eta. Ezpurutasun horiek nahi gabeko seinale edo emisio modura injektatzen dira behe-tentsioko korrante alternoko sareetan, eta emisio horiek 50 Hz-eko seinalearekin batera hedatzen dira sarean. Ezpurutasun horiek aztertzeaz arduratzen den diziplinari "potentzia-kalitate" deritzo, ingelesezko "power-quality" terminotik datorrena.

Sare elektrikoak sortu zirenetik potentziaren kalitatea neurtzen da, eta 50 Hz-eko potentzia-seinaletik kanpo agertzen diren maiztasun-osagaiak ezagarritzen dira. Literaturan hamaika ikerketa argitaratu dira, behe-tentsioko sareetan behe-maiztasunetan (2 kHz-etik behera) gertatzen diren interferentzia-fenomenoak aztertzen dituztenak. Behe-maiztasunetan "harmonikoak" direlako nahi gabeko emisioak ematen dira. Halakoak 50 Hz-eko seinalearen ezpurutasunak dira, eta korrante alternoaren maiztasunaren (50 Hz) multiplotan aurkitzen dira; adibidez, 100 Hz (lehenengo harmonikoa), 150 Hz (bigarren harmonikoa), 200 Hz (hirugarren harmonikoa) eta abarretan. Dena dela, nahi gabeko emisioak 40. harmonikotik (2 kHz-etik) gorako maiztasunetan gertatzen dira. Maiztasun horretatik aurrera, nahi gabeko emisioak ez dira 50 Hz-eko potentzia-seinalearen harmonikoak, baizik eta inbertsoreek eta artezgailuek inplementatzen dituzten teknikak eta osagaien konmutazio-maiztasunen mendekoak. Halako ekipoek sortzen dituzten nahi gabeko emisioak 2 kHz eta 500 kHz arteko maiztasun-tartean aurkitu ohi dira.

Emisio "supraharmniko" modura ezagutzen dira 2 kHz eta 500 kHz arteko maiztasun-tartean neur daitezkeen nahi gabeko maiztasun-osagaiak. Supraharmniko hitza (ingelesezko "supraharmonic" hitzetik dator) 2 kHz-etik gorako maiztasunetan gertatzen diren emisioak izendatzeko erabiltzeko arrazoiak da halako emisioen maiztasuna harmonikoen gainetik dagoela, supraharmniko terminoa latineko "supra" (gainean) eta ingelesezko "harmonic" hitzen konbinaketa baita. Supraharmniko hitzak, ikerketa-komunitatean oso erabilia izan arren, 2 kHz eta 500 kHz arteko tartean gertatzen diren nahi gabeko emisioen fenomeno fisikoa txarto ulertzea eragin dezake. Nahi gabeko emisio horien iturria ez dago korrante alternoaren ezpuratasunean erlazionatuta, baizik eta artezgailuen eta inbertsoreen osagaien eta tekniken lan-maiztasunekin.

Emisio supraharmnikoak gertatzen diren maiztasun-tartearen barnean, linea elektriko-komunikazioen (PLC, ingelesezko "power line communications") transmisioak gertatzen dira; 10-490 kHz bandan, hain zuzen ere. PLC teknologiek sare elektrikoaren kableak erabiltzen dituzte komunikazio-bide moduan. Gaur egun, etxebizitzetan eta enpresetan elektrizitate-konsumoa eta -sorkuntza neurtzen dituzten kontagailu "adimentsuen" komunikazio-sistema nagusiak dira PLC teknologiak, eta horien bitartez helarazten zaie elektrizitate-konsumoen telemetria-informazioa behe-tentsioko sareak kudeatzen dituzten enpresei. PLC teknologiei esker, elektrizitate-konpainiek egunean zehar aldatzen diren prezioak dituzten tarifikak garatu dituzte, eta horiek merkatu elektrikoaren eskariaren eta eskaintzaren araberrako prezioen mende egon daitezke.

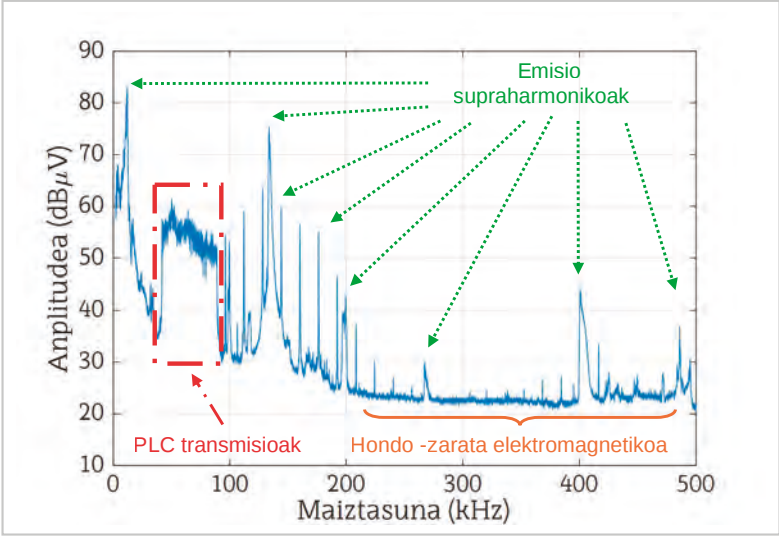
Emisio supraharmnikoek nahi ez diren efektuak sortu edota inpaktu negatiboa izan ditzakete behe-tentsioko sareetan eta haietara konektatuta dauden gailuetan. Izan ere, nahi gabeko emisio horiek, anplitude-maila altuegia badute, arriskuan jar dezakete zenbait gailuren funtzionamendu egokia.

Bestalde, emisio supraharmenikoen energia eta gailuek jasaten duten "estres termikoa" erlazionatu dira; horren ondorioz, ekipoek inplementatzen dituzten osagai elektronikoak bizitza erabilgarria murriztu egiten da, eta horrek gailuen zahartze-prozesua bizkortzen du. Gainera, PLC komunikazioak emisio supraharmenikoak hedatzen diren maiztasunetan transmititzen direnez, nahi gabeko emisioek PLC transmisioak interferi ditzakete, eta telemetria-informazioa garraiatzen dituzten komunikazioak izorratu. Deskribatutako efektu negatiboek behe-tentsioko sarera konektatuta dauden ekipoen ehuneko txiki batean duten arren inpaktua, sarera milioika gailu eta kontagailu adimentsu konektatuta daudenez, beharrezkoa da efektu horiek arintzeko neurriak hartzea.

Emisio supraharmenikoek eragiten dituzten efektu negatiboen ondorioz, ikerketa-aukera ugari sortu dira emisio horien inpaktua prebenitzen dituzten teknika edota gailu berriak diseinatzeko. Azken urteetan egin diren ikerketak direla eta, gailuek sortutako emisio supraharmenikoak ahultzen dituzten iragazki komertzialak merkaturatu dira. Gainera, gailuek sarean injekta ditzaketen seinaleen anplitude-mugak nazioarteko estandarretan

zehaztu dira, eta ekipoen fabrikatzaileek kontuan hartu behar dituzte gailuak diseinatzeko orduan. Era berean, sarean gailu guztiek sortzen dituzten emisio supraharmeniko guztien konbinaketek izan dezaketen maila maximoa ere ezarri da, eta behe-tentsioko sareak kudeatzen dituzten elektrizitate-konpainiek kontrolatu egin behar dituzte. Bestalde, PLC komunikazioak % 100ean funtzionatzeko seinalearen prozesaketan oinarritzen diren hamaika teknika argitaratu dira. Teknika horien helburua da emisio supraharmenikoek PLC transmisioetan eragiten dituzten interferentzia-fenomenoak deuseztatzea edota, gutxienez, haien eragina murriztea. Dena dela, emisio horien inguruan oraindik ere ikerketa ugari egiten ari dira metrologiaren ikuspuntutik (neurketen zehaztasuna aztertzen duen zientzia), eta PLC komunikazioen abiadura eta estalduraren hobekuntzarekin erlazionatuta daude.

Euskal Herriko Unibertsitateko (UPV/EHUko) Bilboko Ingeniaritza Eskolako TSR ikerketa-taldeak (gaztelaniako "*Tratamiento de la Señal y Radio-comunicaciones*"), 1998. urtetik telebista- eta irrati-seinaleen kalitatea aztertzen aritu ondoren, ikerketa-lerro berri bat sortu zuen duela 9 urte



Behe-tentsioko sarean neurtutako PLC transmisioak (gorriz) emisio supraharmenikoak (berdez) eta hondo-zarata elektromagnetikoa (laranjaz) maiztasunaren domeinuan.

“sare elektriko adimentsuetarako komunikazioak” izenpean. Ikerketa-lerro honek emisio supraharmonikoen inguruan zeuden ikerkuntza-aukerak bideratzea eta Euskal Autonomia Erkidegoko enpresen eskakizunak asetzea zuen helburu.

UPV/EHUKo TSR ikerketa-taldean supraharmonikoen maiztasun-tartean sare elektrikoa ezaugarritzeko hainbat neurgailu propio sortu ditugu. Sortutako tresnen artean, emisio supraharmonikoak 9 kHz eta 20 MHz arteko maiztasun-tartean neurtzeko neurgailuak daude; besteak beste, neurgailu horien zundak eta denbora errealean neurketak prozesatzeko kodeak definitu ditugu. Gainera, behe-tentsioko sareak maiztasun-tarte berean aurkeztu duen sarrerako inpedantzia neurtzeko eta sareko bi puntuen artean PLC komunikazioen seinaleek jasaten duten ahuldura kuantifikatzeko neurgailuak ere sortu ditugu. Halako tresnek behe-tentsioko sarea guztiz ezaugarritzeko ezinbesteko datuak ematen dituzte. Datu horiek erabili izan dira behe-tentsioko sareek PLC teknologien komunikazioetan sorrarazten dituzten interferentzia-mekanismoak ezaugarritzeko. Dena dela, PLC komunikazioen interferentziak bai laborategi-froge bitartez bai behe-tentsioko sareetan probak eginez ezaugarritu dira. Halaber, behe-tentsioko sareetan jasotako datuak neurketen metrologia aztertzeko erabili izan dira, nazioarteko estandarretan definitutako eta merkatuan aurkitu daitezkeen potentzia-kalitatea neurtzen dute tresnek inplementatzen dituzten tekniken ziurgabetasunaren inguruko ikerketen bidez.

Are gehiago, UPV/EHUKo TSR ikerketa-taldean burututako ikerketekin nazioarteko estandarizazio- eta ikerketa-mailan eragin handiko ekarpenak egiteko erabili dira. Ekarpene horien artean, EURAMET erakundeak (Europako metrologia zentro nazionalen elkarte) finantzaturako Europa mailako EMPIR-SupraEMI proiektuko parte-hartzea dago, baita nazioarteko estandarrak sortzeaz arduratzen diren IEC (nazioarteko batzorde elektroteknikoa) eta CENELEC (normalizazio elektroteknikarako Europako batzordea) erakunde hainbat lantaldeetan egindako ekarpenak ere.

Laburbilduz, hurrengo hamarkadetan, esponentzialki handituko da behe-tentsioko sareetara konektatutako eguzki-panelen eta ibilgailu elektrikoaren kargagailuen kopurua, Nazio Batuen Erakundearen eta Europar Batasunaren deskarbonizazio-politikak direla eta. Halako ekipoek emisio supraharmonikoak sortzen eta injeztatzen dituzte behe-tentsioko sareetan, eta eragin negatiboa izan dezakete gainontzeko ekipoetan. Dena dela, emisio supraharmonikoen eragina prebenitzeko eta arintzeko hainbat ikerketa egin dira, edota abian daude. Ikerketa horietatik lortutako ondorioak oso baliagarriak izango dira behe-tentsioko sareen potentzia-kalitatea bermatzeko, etorkizunean eguzki-panelen eta ibilgailu elektrikoaren kargagailuen kopurua nabarmena denean. ●



Bibliografia, webgunean

ESKERRAK

Lan hau Eusko Jaurlaritzak finantzatu du IT1436-22, PRE_2023_2_0037 eta PRE_2023_2_0162 dirulaguntzen bitartez. Lan hau PID2021-124706OB-I00 dirulaguntzaren bidez ere finantzatu da, MCIN/AEI/10.13039/501100011033 eta Eskualdeen Garapenerako Europar Funtsaren eskutik: “Europa egiteko modu bat”.



bat

Soziolinguistika aldizkaria

BAT ALDIZKARIA 131. ZENBAKIA **KONTZIENTZIA SOZIOLINGUISTIKOA** **HEZKUNTZAN**

INMA MUÑO A BARREDO, AINHOA BEOLA OLAZIREGI ETA XABIER LASA > Hezkuntzan soziolinguistika lantzen: zenbait gako eta esperientzia.

JONPE ARTETXE, IKER ARTETXE, IÑAKI EIZMENDI ETA ASIER HUEGUN
> Zer ezaugarri eduki behar dituzte nerabeen hizkuntza-ahalduntzean laguntzeko egitasmoek?

MIREN SEGUROLA LARRAÑAGA ETA MAIER UGARTEMENDIA
UGARTEMENDIA > Soziolinguistika edukien sistematizazioa udalerrri euskaldunetako hezkuntza komunitateetan.

ROSA RAMOS ALFARO ETA YOLANDA OLASAGARRE MENDINUETA > Irakasleen esku-hartzeak ikasleen motibazio eta atxikimendu linguistikoa lantzeko. Motibazioa Sustatzeko Baliabideak formazio saioen esperientzia.

AINHOA LASA AGIRRE ETA IRATXE RETOLAZA GUTIERREZ > Marmar linguistikoetatik hausnar soziolinguistikoetara, Zarauzko DBH4ko ikasgeletatik norabide komunitario baterantz.

harpidetu edo oparitu

URTEAN 40 EURO

ABANTAILAK:

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

<https://bat.soziolinguistika.eus>

943 592 556 – bat.aldizkaria@soziolinguistika.eus



SOZIOLINGUISTIKA
KLUSTERRA

Euskara biziberritzeko
ikergunea

uztaro

giza eta gizarte-zientzien aldizkaria

2024

Uztaro aldizkaria jaso nahi dut.

Izena-abizenak:

Helbidea:

Kodea eta herria:

Telefonoak:

Helbide elektronikoa:

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

Ordainketa:

Banketxea:

Zenbakia (20 digitu):

Sinadura

2024. urterako harpidetza (4 zenbaki): 25,00

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

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



Harpidetza-txartela:

UDAKO EUSKAL UNIBERTSITATEA

Erribera 14, a. D 48005 Bilbo

Telefonoa: 946790546

Helbide elektronikoa: argitalpenak@ueu.eus

<https://aldizkariak.ueu.eus/index.php/uztaro>

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



ARG.: Tanya Hart/CC-BY-SA



ARG.: Unai Arregi Leon



ARG.: Alpineveg/Pixabay

ALBISTEAK

Zelulek beren migrazioak nola zuzentzen dituzten aurkitu dute

Zelula bat osatzen duten ia prozesu fisiologiko guztiek batera eta modu autoantolatuan jardunez zuzentzen eta kontrolatzen dute migrazioa. Ondorio horretara iritsi dira EHUKo ikertzaileak, eta arabazozo-saldoen mugimendu autoantolatuarekin konparatu dute. *PNAS Nexus* aldizkarian argitaratu duten lana.

Zelulen migrazioa prozesu giltzarria da giza gorputzaren garapenerako eta funtzionamendu egokirako (...).

EKINEAN

“Doktoretza egiteak ez du esan nahi automatikoki balio batzuk dituzunik”

Unai Arregi Leonek Milandik eman du elkarrizketa. Hain zuzen, Fisikako eta Ingeniaritza Elektronikoko Gradu Bikoitza ikasi zuen EHUn, Leioan, eta gero Mikrouhin Elektronika eta Optikako Erasmus Mundus Masterra egin zuen Limogeseko (Frantzia), Brescia (Italia) eta Euskal Herriko unibertsitateetan. “Nahiz eta Euskal Herrira oso lotuta egon, gaiak oso gustukoak nituen ez, abentura honetan sartzera animatu nintzen. Masterrari esker, 13 herrialde desberdinetako (...).

ALBISTEAK

H5N1 hegazti-gripearen birusa ugaztunen artean transmititu daiteke behi-esnearen bidez

H5N1 hegazti-gripearen birusa ugaztunen artean transmititu daiteke behi-esnearen bidez, *Nature* aldizkarian argitaratutako ikerketa batek argitu duenez.

Ikertzaileek birusa isolatu zuten Mexiko Berrian kutsatutako behi baten esnetik, eta sagu eta hudoetan ugaltzen dela egiaztatuta zuten, eta bi animalietan ugatz-guruinetara iristen dela ere ikusi zuten. Gainera, birusa kutsatutako (...).

Abendura arte



aldizkaria.elhuyar.eus



@ElhuyarZientzia



t.me/ElhuyarZientzia

Zer eta nor

elhuyar[®]
ezagutuz aldatzea

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

Zuzendariak:

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

Publizitate-arduraduna:

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

Hizkuntza-arduraduna:

Saroi Jauregi Aiestaran.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Itziar Angulo Pita, Jorge Aramburu Montenegro, Amaia Arrinda Sanzberro, Igor Fernández Pérez, Alexander Gallarreta Canteli, Jon González Ramos, David de la Vega Moreno, Nagore Landa Gundin, Xabier Landabidea Urresti, Igor Leturia Azkarate, Amaia Ochandorena Saa, Manu Ortega Santos.

Azaleko argazkia:

ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA, J.-C. Irudia prozesatzea: Cuillandre (CEA Paris-Saclay), G. Anselmi / CC BY-SA 3.0

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 erazutzen da). Oinarri begetaleko tintak erabiliz inprimatu da.



Banatzailea:

Elkar.

Harpidetza paperean eta edizio digitala:

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

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2603-6614

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

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

Babesleak:



Gobierno de Navarra
Nafarroako Gobernua





zientzia
azoka
elhuyar

Elhuyar
Zientzia Azoka
2025

Izena emateko
epea zabalik
irailaren 16tik
aurrera

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

elhuyar
ezagutuz aldatzea

Babesleak:



MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y TURISMO



Gobierno de Navarra



Nafarroako Gobernua



erabi

Kolaboratzaileak:





BRTA

BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY
ALLIANCE

brta.eus

PUNTAKO ALIANTZA TEKNOLOGIKOA, EUSKADIKO INDUSTRIAREN ESKURA

AZTERLAN

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

AZTI

MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

ceit

MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

CIC bioGUNE

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

CIC biomGUNE

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

**CIC
energIGUNE**

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

**CIC
nanaGUNE**

MEMBER OF BASQUE RESEARCH & TECHNOLOGY ALLIANCE

cidetec

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

Gaiker

MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

ID EKO

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

ikerlan

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

Leartiker

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

LORTEK

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

NEIKER

MEMBER OF
BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

tecnal:a

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

**T
Tekniker**

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

vicomtech

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

araba álava
foru aldundia diputación foral

Bizkaia
foru aldundia
diputación foral

Gipuzkoa
Foru Aldundia
diputación foral



INGURUMENA

**GRUPO
spri**
TALDEA

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO