

elhuyar

336 zk. | 2019ko abendua

5'90 euro

Adimen artifiziala
jokoan

CAR terapia
itxaropentsua



Trantsizio energetikoan
trabatuta

STEAM ESPERIMENTUAK

haurrentzat

Etxeko zientzialari txikientzako liburua



STEAM

ESPERIMENTUAK

haurrentzat

52 esperimentu praktiko eta sortzaile
zientzia, teknologia, ingeniari, artea
eta matematika aplikatuz

000111011100001000111000

LIZ LEE

el



17,50 €
www.elhuyar.eus/denda

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute
Elhuyar aldizkariaren zuzendaria



Gure gizarte-eredua krisian?

Azkenaldian, inoiz baino argiago gelditzen ari da ingurumen-krisialdi orokor bategan gaudela: klimarekin, energiarekin eta ekologiarekin lotutako krisialdian bai, behinik behin. Nabari da aldaketa baten beharra, baina gure gizarte-eredua eta gure kontsumo-eredua hain errotuak ditugunez, zaila gertatzen ari da trantsizioa. Gaindegia datuek argi utzi dute trantsizio energetikoa, bederen, fikziozkoa dela Euskal Herrian, oraingoz. Irakurtzeko modukoak dira Gaindegia eta Goienerreko arduradunek egindako hausnarketak.

Eta, haien osagarri, ekonomialari baten ikuspegia ere ekarri dugu, Unai Pascual García de Azilu BC3ko ikertzailearena. Naturaren eta ekonomiaren arteko harremanaz hitz egin du luze eta zabala, eta naturatik urrundu izanak gugan eta ekonomian izan dituen ondorioak azpimarratu ditu. Argi dago krisialdi sozioekologiko honek ertz asko dituela eta ezin ditugula denak ebatzi, baina espero dugu zenbaki honek hausnarketarako ekarpen baliotsua egitea.

Bestetik, adimen artifizialak gizarte modura planteatzen dizkigun erronkei ere heldu diegu, analisisen atalean. Izan ere, gure gizartearen mundu-ikuskeraren adierazpen bat ere bada adimen artifiziala. Duen ahalmen ikaragarria ikusita, bada azkarregi garatzen ari dela dioenik; aurrez erantzun beharreko galdera asko ikusten dituzte. Horren adibide dira Gorka Azkune Galparsoro informatikariak eta Helena Matute Greño psikologo esperimentalak planteatu dituzten auziak, legezkoak zein teknikoak. Eta, haien iritzien osagarri, Gai libreen atalean, Olatz Arbelaitz Gallego eta Elena Lazkano Ortega EHUko ikertzaileek generoaren ikuspegitik egin duten ekarpena.

Azkenik, minbizia sendatzeko ahaleginean itxaropen handia sortzen ari den tratamendu berri bati buruz ere aritu gara. Immunoterapiaren aldaera bat dakargu: CAR-immunoterapia. Ez da edonorentzako tratamendua, baina oso itxaropentsua da. Ate bat ireki die ohiko tratamenduek huts egiten duten kasuei. ●

36

ELKARRIZKETA

Unai Pascual García de Azilu

EKONOMIALARIA



Gizakion ongizatea berreskuratzeko naturarekiko harremana es-tutu behar dugula dio Unai Pascual ekonomialariak. Beharrezkoa ikusten du, gure sistema ekonomikoa babesteko sortu ditugun ingurumen-arazo larriei buelta emateko.



CAR immunoterapia: ate bat itxaropenera

52

Azken urte hauetan, bide berriak sortu dira orain arte tratamendurik ez zuten minbiziei aurre egiteko. Horien artean, CAR immunoterapia nabarmentzen da.

44



Trantsizio energetikoan trabatuta

Euskal Herrian, erregai fosilen mendeko ereduari estu lotuta jarraitzen dugu; berriztagarrietan, Europako beste herrialde batzuen oso atzetik goaz. Hori erakusten du, argi eta garbi, Gaindegiak egin duen azterketak. Beraz, zer trantsizio energetiko ari gara egiten?

04 IKUSMIRAN
*Basabizitza,
eder eta gordin*

14 ALBISTEAK

24 2019KO NOBEL SARIAK

28 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Ruth Lazkoz Saez

30 ANALISIA
*Adimen artifiziala
jokoan*

36 ELKARRIZKETA
*Unai Pascual
García de Azilu*

44 ERREPORTAJEA
*Trantsizio
energetikoan
trabatuta*

52 ERREPORTAJEA
*CAR immunoterapia:
ate bat itxaropenera*

58 MUNDU DIGITALA
*DoH, webean
pribatutasuna
bermatzeko azken
pausoa*

62 ISTORIOAK
*Thomas Midgley:
berunezko
aurkikuntzak*

66 EKINEAN
*Izaro Zubiria
Ibarguren*

68 GAI LIBREAN
*Nanomedikamentuak
bularreko minbiziaren
tratamendu gisa*

72 GAI LIBREAN
*Pirinioetako
muturluzearen
ekologia eta
emari ekologikoen
berrikuspena*

78 GAI LIBREAN
*Noetherren teoremarik
politena*

82 GAI LIBREAN
*Generoak bereizteko
joera adimen
artifizialean*



Eduki gehiago, webgunean
aldizkaria.elhuyar.eus



ARG.: Yongping Bao/Wildlife Photographer of the Year 2019.

Basabizitza, eder eta gordin

Wildlife Photographer of the Year 2019



Unea (The Moment)

Yongping Bao (Txina)

Qinghai-Tibet lautadan, marmota honek hibernatzeari utzi berri zion azeri tibetarrarekin topo egin zuenean. Azkar ibili zen Yongping Bao, erasoaren unea harrapatzeko: harrapakaria hortzak erakusten, harrapakinaren ikara, bizitzaren eta heriotzaren indarra bien aurpegietan.

Altuera handienez bizi diren ugaztunen artean daude Himalaiako marmotak. Sei hilabete pasatzen dituzte izugarritzko sakoneretan egiten dituzten

habietan gordeta. Ateratzen direnean, predatzailerak ez daude aukera galtzeko.

Aurtengo basabizitzaren argazki onena izan da, [Wildlife Photographer of the Year](#) lehiaketa ospetsuan. Hurrengo orrietan, lehiaketak utzi dizkigun beste argazki eder batzuk.



ARG.: Stefan Christmann/Wildlife Photographer of the Year 2019

Bizitzaren lotura (Bond of Life)

Stefan Christmann (Alemania)

Pinguino enperadore txitek eta gurasoek sarri begiratzen diote elkarri. Lotura estua ezinbestekoa dute, txitek aurrera egingo badute.

Katu dotorea (Cool Cat)

Isak Pretorius, South Africa

Peruko Amazoniako basoan gurgurio bitxi hau aurkitu zuen Frank Deschandolek. Begi beirakarek erakusten zuten hilda zegoela, eta toraxetik antena-tankerako hiru luzakin ateratzen zitzaizkion. Onddo baten fruitu-gorputzak ziren. Onddo parasito horiek gurgurioen mugimenduen kontrola hartzen dute: landare-zurtoin batean gora igoarazten diete, eta nahikoa igo direnean, zurtoinari gogor helduta gelditzen dira. Orduan, onddoak, intsektu zonbiaz elikatuz, fruitu-gorputzak garatzen ditu, esporak zabaltzeko.





Erle-ilara (Bee line)

Frank Deschandol (Frantzia)

Atlas mendietan, erleak aintziraren ondoko belar
luzeetan pausatzen hasi ziren, atsedean hartzeko.
Barailekin belarrari gogor heldu, eta, pixkanaka,
erlaxatzen hasten dira; gorputza jaitsi, hegoak des-
kantsuan, antenak behera... lo hartzen duten arte.
Halaxe dago ilarako azkena.





ARG.: Diana Rebman/Wildlife Photographer of the Year 2019

Trago hotza (Cool drink)

Diana Rebman (Estatu Batuak)

Hokkaido uhartean (Japonia), goiz hotz batean, Diana Rebmanek amilotx-saldo bat ikusi zuen adar batetik zintzilik zegoen izotz-kandela baten bueltan. Koreografia bat zirudien: bata bestearen atzetik hurbiltzen ziren izotz-kandelara, eguzkiak urtutako tantak edatera.

Une izoxtua (Frozen Moment)

Jérémie Villet (Frantzia)

Borroka basati baten erdian, hotzaren hotzez, gelditu egin behar izan zuten Dall ahari hauek, elkarren adar espireletan gurutzatuta. Ekaitz bortitza eta berrogei gradu zero azpitik; ez zen giro borrokarako ere. Eta hantxe zegoen Jérémie Villet, unea guztiz izozteko.





Elur-lautadako nomadak (Snow-Plateau Nomads)
Shangzhen Fan (Txina)

Antilope tibetar arren talde bat, Kumukuli basamortuan. 5.000 metrotik gora eta -40°C -ko tenperaturan bizi ahal izateko, ile luzearen azpian beste ilaje arin eta bero bat dute, *shahtoosh* deitzen zaiona. Ilaje preziatu hori lortzeko antilopeak hiltzen dituztenez, haien populazioa izugarri murriztu zen 1980ko eta 90eko hamarkadetan. Geroztik zertxobait gora egin duen arren, oraindik ehizatzen dira shahtooshezko xalak egiteko.

ARG.: Shangzhen Fan/Wildlife Photographer of the Year 2019.



Zebren marrak, intsektuetatik babesteko

Ikertzaileek zenbait hipotesi proposatu izan dute zebren marren funtzioa azaltzeko. Besteak beste, kamuflatzeko, beroari aurre egiteko eta intsektuak uxatzeko balio dutela iradoki dute. Orain, behiekin egindako ikerketa batean, frogatu dute [zebra-itxura izatea eraginkorra dela intsektuen ziztadak saihesteko](#).

Japonian egin dute ikerketa, hiru behi-talderekin: behi zuriak marra beltzez margotuta, behi beltzak marra beltzekin, eta behi beltzak marrarik gabe. Horrela, margoak izan dezakeen eragina baztertu dute.



Zebra-itxurako larruazalak intsektuak uxatzen dituela frogatu dute. ARG.: Kojima T. *et al.*

Ikertzaileek baieztatu dute zebren itxuran margotutako behiek gainerako bi taldeetakoek baino askoz ere ziztada gutxiago jaso dituztela. Mandeuli gutxiago jarri zaizkie gainean (% 50 gutxiago), eta ez dute besteek adina mugimendu egin behar izan intsektuak uxatzeko. Horrek, gainera, lasaiago egoten lagundu die. Emaitzak aintzat hartuta, ikertzaileek iradoki dute behiak marraz margotzea metodo egokia izan daitekeela intsektizidak ordezkatzeko. ●

Diferentzia sozioekonomikoen isla hondakin-uretan

Australian egindako ikerketa batek agerian utzi du hondakin-uretako substantzia kimikoek eta dietaren adierazleek lotura zuzena dutela maila sozioekonomikoarekin. Astebetez sei estatutako urak analizatuta, ikertzaileek ikusi dute maila sozioekonomiko altuko jendea bizi den lekuetako uretan kafe-, alkohol- eta bitamina-kontzentrazio altuak daudela. Aldiz, maila sozioekonomiko baxukoak bizi diren eremuetan, antidepresiboak eta opioideak nabarmentzen dira, baita odoleko presio altua tratatzeko erabiltzen den botika bat, eta mina kentzekoak.

Horrez gain, eremu pobreetan zitrikoen eta zuntza-ren kontsumoa aberatsetan baino apalagoa dela ondorioztatu dute. Ez dute alderik ikusi, ordea, antibiotikoen eta gozagarri artifizialen kontsumoan. [PNAS aldizkarian argitaratu dituzte ikerketaren emaitzak](#). ●



ARG.: CSIRO.

Esne-hondarrak Historiaurreko biberioetan

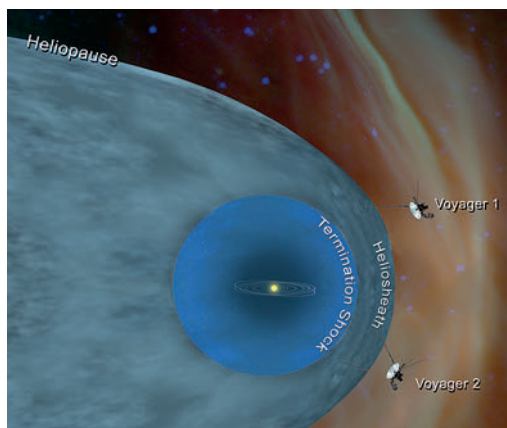
Inoiz, Neolito garaiko zeramikazko ontzi txikiak aurkitu izan dira, likidoak isurtzeko balio zezakeen tutu edo mutur bat dutenak. Zaharrenak duela 5.000 urte ingurukoak dira, eta pentsatzen da biberioiak izan zitezkeela. Orain, ikerketa batek hipotesi horren aldeko zantzu berriak aurkitu ditu, esne-hondarrak identifikatu baititu halako hiru ontzitan.



Brontze Aroko ontziak (K.a. 1200-800 urte). ARG.: Katharina Rebay-Salisbury.

Bavarian aurkitutako hiru ontzi aztertu dituzte, 0 eta 6 urte bitarteko haurren ondoan aurkituak, bi Burdin Aroaren hasierako hilerri batean (K.a. 800-450 urte), eta bestea Brontze Aroko nekropoli batean (K.a. 1200 - 800 urte). Ontzi horietako gantz-hondarren isotopoak aztertuta, animalia-jatorriko gantz-azidoak identifikatu dituzte. Zehazki, ondorioztatu dute bi ontzi hausnarkarien esnearekin erabili zirela, eta, hirugarrenean, hausnarkariena ez den esnea identifikatu dute, giza edo txerri-esnea, ziurrenik. [Nature aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak](#).

Voyager 2 izarrarteko espazioan sartu zeneko datuak



Irudiak erakusten du zein den *Voyager 1* eta *Voyager 2* ontzien egungo kokapena, jada heliosferatik kanpo. ARG.: NASA/JPL-Caltech.

1977an jaurti zutenetik, 18.000 milioi km-ko bidaia egin du jada *Voyager 2* espazio-ontziak. Datuek erakutsi dute duela urtebete atera zela heliosferatik, Eguzkiaren eremu magnetikoak eratzen duen babes-burbuila horretatik (eguzki-sistemaren planetak biltzen dituen), eta izarrarteko espazio misteriosuan barneratu zela. Heliosferaren muga zeharkatu zueneko datuak aztertu eta lehenengo emaitzak argitaratu dituzte *Nature Astronomy* aldizkarian. Hain zuzen, heliopausa, heliosferaren azken mugari buruzko informazioa eman du.

Heliopausa zeharkatzean, plasmaren dentsitatean aldaketa sumatu zuten: plasma, Eguzkiaren burbuilan beroa eta dentsitate txikikoa izatetik, askoz ere hotzagoa eta dentsitate altuagokoa izatera pasa zen izarrarteko espazioan sartu zenean. Orain, muga horren izaera ulertu nahian dabilta ikertzailerak. Adibidez, argitu nahi dute zer nolako isuria dagoen heliosferaren barrutik kanpora eta kanpotik barrura. Izan ere, *Voyager 2* heliopausa zeharkatu zuenean, burbuilatik kanpora zihoan [material-ihesaldi bat hauteman zuten](#), galaxian 170 milioi km-ko distantziaraino iritsi zena.

Antisorgailuak, klima-larrialdiari aurre egiteko

Azken aldian, munduko gainpopulazioak planetan eragiten duen arazo larria jartzen ari dira mahai-gainean zientzialariak. [MJ Sexual & Reproductive Health aldizkarian](#), klima-larrialdiari aurre egiteko estrategiak garatzen direnean, antisorgailuen erabilera aintzat har dadila eskatu dute.

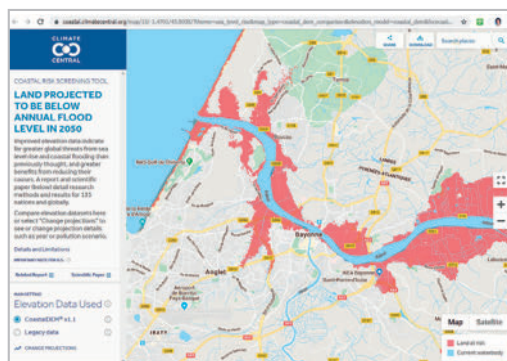
Datu esanguratsua eman dute: urtero, desio ez diren 99 milioi haurdunaldi izaten da munduan; haurdunaldi guztien % 44. Orain arte, energia-iturri berriztagarriak erabiltzea eta eraginkortasun energetikoa handitzea izan dira klima-larrialdiari aurre egiteko estrategiak nagusiak, baina antisorgailuak denon eskura jartzea ere gakoa izango dela adierazi dute.



ARG.: Pixabay.

The Lancet aldizkariak ere jarri du begirada antisorgailuetan. Aldizkariaren iritziz, munduan 200 milioi emakume inguruk erabili nahi dituzte antisorgailuak, baina ezin dituzte eskuratu, izan arazo ekonomikoengatik, ideologikoengatik zein erlijiosoengatik. Hortaz, sinesmenen gainetik, familia-plangintza estrategia gisa har dadin aldarrikatu zuen. Datuek diote familia-plangintzan gastatzen diren 7 dolarreko, tona bat baino gehiago murriztu dezakegula CO₂-aren igorpena. ●

Kostaldearen zaurgarritasuna iruditan



ARG.: Climate Central.

Munduko kostaldea uste zena baino hiru aldiz zaurgarriagoa da, klima-larrialdiaren ondorioz itsas mailak izan dezakeen igoerari eta kostako uholdeei erreparatzen badiegu. Ondorio horiek atera ditu [Nature Communications aldizkarian argitaratutako ikerketa batek](#). Sare neuronaletan oinarritutako eredu bat sortu dute kalkulatzeko munduko populazioaren zenbatekoari eragingo dion zuzenean itsas mailaren igoerak. [Erreminta horrek aukera eman du bisualizatzeko](#) luzaroan [zientzialariek iragarri duten itsas mailaren igoera hori](#).

Kalkulu berriaren arabera, 2100 urterako 190 milioi pertsona bizi diren lurra egongo dira itsas mailaren azpitik. Gas-igorpeneak handitzen jarraituko balute, aldiz, 630 milioi pertsonaren bizilekuak geratuko lirateke ur-azpian. Epe laburragoko aurreikuspenak ere eman dituzte: 2050rako 340 milioi pertsonaren bizilekuak gera daitezke ur-azpian. Kostaldean bizi den populazioaren % 10ak bizitokiz aldatu beharko du. Galerarik larriena Asian gertatuko da, baina ereduak argi erakutsi du arazoa mundu osoan pairatu-kongo dugula. ●



Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

SOZIOLINGUISTIKA KLUSTERRA. Martin Ugalde K.P. / 20140 - ANDOAIN
kluster@soziolinguistika.eus / bat@soziolinguistika.eus
<http://www.soziolinguistika.eus/bat>

BAT ALDIZKARIA 112. ZENBAKIA

EUSKALTZALEEN MUGIMENDU BERRITUA

MIKEL OZAITA AZPIROTZ > Hitzaurre gisa.

IÑAKI MARTINEZ DE LUNA > Euskaletzen nondik norakoak:
gogoeta bat

JASONE MENDIZABAL ALTUNA > Euskaltzaleen mugimendu
berritura bidean: Topagunearen irakurketa

MANEX AGIRRE > Euskara zerbitzuak: "Lankidetzak" hitza esanahiz
nola bete?

MARI LUZ ESTEBAN > Herri-mugimenduen arteko elkar hizketak
(euskaltzaleen mugimendu berriturako bidean)

ENeko GORRI > Erabileraren aroa. Begirada bat Ipar Euskal Herriari

MARIO ZUBIAGA > Nola autogobernatu hobeto (herriko hizkuntza)
komunitatea?

GORKA ESPIAU > Euskararen balioak

GUREAN ATALA

MALORES ETXEBERRIA ETA JOANMARI LARRARTE > Euskara ari
du. Baietz Hernanik! Ekimenaren nondik norakoa eta emaitzak

harpidetu edo oparitu

URTEAN 40 EURO

ABANTAILAK: • Hiru hilez behin, BAT aldizkaria
etxean bertan.

• Hiru hilez behin, BAT aldizkaria PDFn jaso.

<http://www.soziolinguistika.eus/bat/harpidetza>

943 592 556 — bat@soziolinguistika.eus

Lur azpiko urak, egoera larrian 2050rako

[Nature aldizkariak argitaratu duen ikerketa baten](#)

arabera, lur azpiko uren egoera kritikoa da jada, eta 2050erako oso larria izan daiteke. Gizakiok lur azpitik erauzten dugun ur-kantitatea hain handia izanik, murriztu edo eten egiten da akuiferoetatik hezegunetara eta beste ekosistema urtarretara egiten den ur-ekarpena; batzuetan, baita uraren fluxua alderantzizko noranzkoan gertatzeraino. Adituen ustez, kolokan jartzen ari da ekosistema urtar askoren osasuna.



Nekazaritza-lurak ureztatzea eta kontsumo urbanoa dira lur azpiko uren galera handiena eragiten duten aktibitateak. ARG.: Pixabay.

1960tik honako datuekin garatu duten eredu matematikoak argi utzi du jada lur azpiko uren ekarpena duten arro hidrografikoen % 20 dagoela egoera kritikoa, eta 2050erako % 42-79 egongo dela egoera horretan. Ikertzaileen ustez, gainera, akaso estimazio baikorregiak dira, ez baitute kontuan hartu populazioaren hazkundeak eta garabidean dauden ekonomiek eragin dezaketen ur-eskaeraren igotzerarik. ●

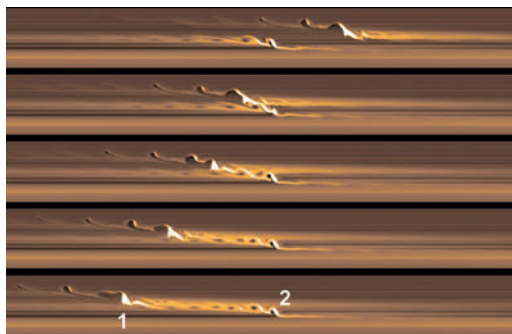
Animalia basatien salerosketa % 40-60 handitu da

Science aldizkariak argitaratutako azken kalkuluen arabera, animalia-espezie basatien merkatua orain arte uste zena baino % 40-60 handiagoa da. Jada, munduko ugaztunen bost espezieetik bat eros daiteke bizitza basatiaren merkatuan. Ikertzaileek adierazi dute uste salerosketa horrek uste zena baino inpaktu handiagoa duela munduko biodibertsitatean, batez ere hegaztietan, ugaztunetan eta mehatxatuta dauden espezieetan. Hortaz, basabizitzaren salerosketaren aurkako neurriak hartzeko deia egin dute. ●



ARG.: Mabel Amber/Pixabay.

Ekaitz-sistema konplexuak ikusi dituzte Saturnon



Sekuentzian, bi ekaitzen arteko eraginak, ordenagailuz eginiko simulazioaren arabera. Zenbakien bidez identifikatuta daude ekaitzak. ARG.: E. García-Melendo/M. Soria / Universitat Politècnica de Catalunya.

Saturnoko hainbat ekaitz polar aztertu ditu EHuko planetologiako lantaldeak, Agustín Sánchez Lavegak zuzenduta. Astronomo brasildar amateur batek ikusi zuen lehen aldiz, 2018ko martxoan, orban zuri distiratsu bat, ipar polotik gertu. Orbana hazi, eta 4.000 km-ko luzera hartu zuen. Bi hilabete geroago, beste orban bat agertu zen iparralderago, eta, ondoko hilabeteetan, beste bi.

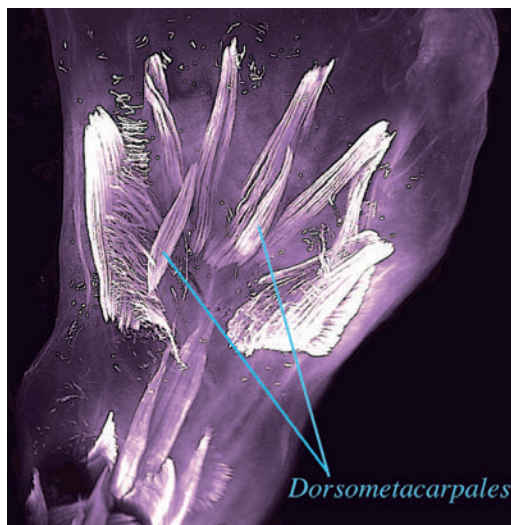
Orbanak abiadura desberdinetan desplazatu ziren. Lehen orbana, 220 km/h-ko abiaduran mugitzen zen ekialderantz; bigarrena, aldiz, 20 km/h-ko abiaduran mendebalderantz. Ekaitzek topo egin eta perturbazio atmosferikoak sortu zituzten, eta perturbazio horiek ipar polo osora zabaldu ziren.

«Lehen aldiz ikusi dugu horrelako fenomeno bat: hainbat ekaitz latitude desberdinetan. Orain arte ekaitz txiki isolatuak bakarrik ikusi ditugu, edo Orban Zuri Handi deritzen ezohiko ekaitz erraldoiak», dio Sánchez Lavegak. Ez dakite zergatik irauten duten horrenbeste: «Lurrean, gisa horretako ekaitzek egun batzuek iraun dezakete asko jota; Saturnon, ordea, lehen orbana zazpi hilabetean baino gehiagoan egon zen aktibo». ●

Gizakiak eboluzioan galdutako muskuluak ikusi dituzte enbrioietan

Beste ugaztun batzuek bai, baina pertsonok ez ditugun muskulu batzuk hasieran giza enbrioietan garatu eta gero desagertu egiten direla aurkitu dute. Aurkikuntza horrek gorputz-adarren eboluzioa hobeto ezagutzen lagunduko du, baita gorputz-adarretako anomalia edo malformazio arraro batzuk ulertzen ere.

Enbrioien garapenean, eboluzioaren arrasto ugari aurki daitezke. Esaterako, izurde eta baleen enbrioiek atzeko gorputz-adarrak garatzen hasi eta gero atzera egiten dute, eta giza enbrioietan isats bestigial bat garatzen da, azkenean kokzix gisa gelditzen zaiguna. Baina iradoki izan da bestelako bestigioak ere egon zitezkeela: besteak beste, muskuluetan.



Hamar asteko fetu baten eskua. ARG.: Rui Diogo, Natalia Siomava and Yorick Gitton.

Ez da erraza halako egiturak ikustea, ordea. Orain, inoizko erresoluzio handieneko 3D irudiak erabiliz aztertu dituzte giza enbrioio eta fetuen muskuluak, eta hainbat muskulu bestigial aurkitu dituzte. Enbrioietatik hasi eta hamaika asteko fetuetan ere aurkitu dituzte halako muskuluak. [Developmental dizkarian argitaratu dute lana.](#) ●

Prime edizioa, gene-ediziorako teknika berria

Gene-ediziorako sistema berri eta eraginkorra diseinatu du David Liu Harvard eta MITeko ikertzailearen taldeak, ustez gaixotasunei lotutako giza mutazio genetikoaren % 89 zuzentzeko balio lezakeena. *Prime* edizioa deitu diote teknika berriari, edizio *bikaina* egiteko gai dela adierazi nahian. CRISPR teknika ezagunean oinarrituta diseinatu dutela adierazi dute.

CRISPRen erabili ohi den Cas9 guraizeen aldaera bat erabiltzen du, DNAREN harizpi bakarra mozten duena, biak beharrean. Eta birus batzuk darabilten alderantzizko transkriptasa bat ere badarama Liuren *makina molekular* berriak: RNA kopia eta harizpi bikoitzeko DNA sortzeko gai den proteina bat. Hala, aldatu nahi dugun DNA-zatia identifikatzen duen RNA aprobetxatuta, RNA horrek pegatuta daraman sekuentzia kopia dezake alderantzizko transkriptasak, mutazioa zuzenduta, baina DNAREN bi helizeak mozteko arriskurik hartu gabe.

“CRISPRen guraizeak ez dira nahi bezain zehatzak, eta editatu nahi den eskualdetik kanpoko mozketak ere egiten ditu”, aitortu du Koldo Garcia Etxebarría Biodonostia Osasun Ikerketa Institutuko genetika-riak. “*Prime* edizioaren teknika berriak arazo horiek saihesten dituela dirudi, CRISPR teknikan ez bezala, DNA harizpi bakar bat mozten baita; hortaz, ez da beharrezkoa zelulak DNAn egiten diren mozketak horiek konpontzea”. Gaixotasun genetikoak sendatzeko esperantza sortu du teknika berriak, baina tentuz hartu du genetika bilbotarrak: “Ikusi behar-ko da zeintzuk diren bere mugak”. ●

Margarita Salas biokimikari aitzindaria hil da



ARG.: CSIC.

Margarita Salas Falgueras biokimikaria hil da, 80 urterekin. Espainia basamortu zientifikoa zenean, phi29 fagoa ikertzen hasi zen, eta, hortik abiatuta, arlo oso bati ireki zion atea. [Elhuyar aldizkariari duela urte batzuk emandako elkarrizketan](#) aitortu zuenez, phi29 fagoak “poztasun handiak” eman zizkion. Fagoak bakterioak infektatzen dituzten birusak dira, eta hura ikertzen hasi zenean ez zekien zer ondorio izango zituen. Birusaren morfogenesia, eta material genetikoaren erreplikazio-mekanismoak eta gene-espresioa ikertu nahi zituen, eta, horretarako, fagoa eredu aproposa zela susmatzen zuen.

Hala, fagoaren erreplikazioaren proteina abiarazlea eta DNA polimerasa topatu zituen. Polimerasak DNA anplifikatzeko gaitasuna duenez, aplikazio ugari izan ditu, hasi analisi genetikoetatik paleontologiara.

1963an lortu zuen doktoretza Biokimikan, Unibertsitate Konplutensean (Madril). Ondoren, New Yorken, hiru urtez aritu zen ikertzen Severo Ochoa de Albornoz Kimikan Nobel saridunarekin. Espainiara itzuli zenean, genetika molekularreko Espainiako lehen ikerketa-taldea sortu zuen. ●



etb 1 Larunbatero, 13:30ean

etb 2 Igandero, 13:30ean

teknopolis.elhuyar.eus



elhuyar
ezagutuz aldatzea



BABESLEAK



Hogei ilargi gehiago Saturnoren inguruan

Subaru teleskopioaren bitartez (Mauna Kea, Hawaiii), orain arte ezagutzen ez ziren beste hogei ilargi aurkitu dituzte Saturnoren inguruan. Horri esker, Saturno bilakatu da ilargi gehien dituen eguzki-sistemako planeta. Orain arte, Jupiter zen gehien zituena: 79. Saturnok, berriz, 20 berri horiek gehituta, 82 ditu.

Aurkitu dituzten horiek 5 km-ko diametroa dute, gutxi gorabehera; 17k planetaren errotazioaren aurkako noranzkoan orbitatzen dute, eta gainerako hirurek noranzko berean. Astronomoen esanean, ez ziren planetarekin batera sortu; grabitazio-eremuak gerora harrapatutako gorputzak dira, eta eguzki-sistemaren sorrerari buruzko informazio interesgarria ematen dute.



Saturnoren bi ilargi eta eratzuna, Cassini zundaren bidez.
ARG.: NASA/JPL-Caltech/Espazioko Zientzien Institutua.

Saturnoren kanpoaldeko ilargiak hiru multzotan banatzen dira, orbitaren planoarekiko inklinazioaren eta distantziaren arabera: Inuit, Galikoa eta Nordikoa. Orain aurkitu dituztenak hiru multzotakoak dira, nahiz eta Galikoan sartu duten bakarra nahiko desberdina den aurretik zeudenekiko. ●

Sare sozialetako mezuen sentimendua erauzteko sistema eleaniztuna

Euskarazko iritzi-erauzketan aitzindaria den lan bat garatu du Iñaki San Vicente Roncal Elhuyarreko ikertzaileak bere doktorego-tesian. Eta, tesian garatutako teknologia oinarri hartuta, euskarazko sare sozialetako mezuen polaritatea edo sentimendua hautemateko lehen sistema sortu du Elhuyarreko I+G unitateak, lau hizkuntzatan: euskara, gaztelania, ingelesa eta frantsesa. Eta, gainera, publiko jarri du.

Lehen pausoa polaritate-lexikoak sortzea izan zen; hau da, berez sentimendu positiboa edo negatiboa duten hitzen zerrendak osatzea. Hori egitean, kon-tuan izan behar da, testuinguruaren arabera, hitz berak polaritate desberdina izan dezakeela. Esate baterako, salmentak jaistea txarra da; aldez, langabezia jaistea, ona. Bestalde, Twitterren berezko idazkera informalak ere sortzen ditu arazoak. Eta, horrez gain, partikula indartzaileak eta murriztai-leak daude: oso, gutxi, agitz, erabat... Behin lexikoa osatuta, lexiko hori ikasketa automatikoko sistemetan integratzea izan da hurrengo pausoa.

Euskarazko sailkapenaren asmatze-tasa beste hizkuntzetan izaten denaren parekoa izatea lortu du: % 75 inguru. Gainera, hasiera batean sistemak testu idatzietako iritziak soilik erauzten bazituen ere, orain gai da bideoak eta audioak ere aztertzeak eta haietan dauden iritziak hautemateko.

Sistema aurreratu hori dagoeneko erabili da aplikazio errealetan. Ikerketa-lana Euskal Herriko Unibertsitateko IXA taldearekin elkarlanean egin da, eta emaitzak eskura daude Elhuyarren Hizkuntza Teknologien webgunean (hizkuntzateknologiak.elhuyar.eus). ●



Albiste gehiago,
webgunean

Eskuratu 2020 EGUTEGIA



4€ BIDALKETA GASTUAK

Historia gurea da,
jendearena.
Gogoratu, partekatu
eta zabal ezazu
egunero ahaztu
behar ez den mundu
zati bat. ARGIArekin
egunero efemeride bat.

AZOKA.ARGIA.EUS
943 37 15 45



Fisiologia edo Medikuntzako Nobel saria, zelulak oxigeno-erabilgarritasunera nola egokitzen diren argitu dutenei

William G. Kaelin, Sir Peter J. Ratcliffe eta Gregg L. Semenzak jasoko dute Fisiologia edo Medikuntzako Nobel saria, oxigeno-mailaren aldaketara egokitzeaz arduratzen den makinaria molekularren geneak identifikatzeagatik.

XX. mendearen hasieratik, zientzialariek bazekiten hipoxiari erantzuteko mekanismo nagusietako bat EPO hormonaren gorakada dela. Horren ondorioz, globulu gorrien ekoizpena areagotzen da. Ez zekiten, ordea, oxigeno-mailak nola kontrolatzen duen mekanismo hori.

Eta hori aztertu zuen Gregg Semenzak. Zehazki EPOaren genea ikertu zuen, baita genea nola erregulatzen duen oxigeno-mailaren aldaketak. Horretarako, genetikoki eraldatutako saguak erabili zituen, eta EPOaren genetik gertu dauden DNA-zati batzuk identifikatu zituen. Hain justu, haien jarduerak hipoxiaren araberakoa da.

Sir Peter Ratcliffek ere EPOaren genearen oxigeno-erregulazioa ikertu zuen, eta bien ikerketak elkarrekin ikusi zuten mekanismo hori ez dagoela soilik EPOa sortzen den zeluletan; hau da, giltzurrunetan. Aitzitik, gorputzeko ia ehun guztietan dagoela frogatu zuten.

Horrez gain, Semenzak HIF konplexua identifikatu zuen. HIF konplexua lehen identifikatutako DNA-zati haiei lotzen dela ikusi zuen, eta hura kodetzen duten geneak ere aurkitu zituen.

Garai berean, William Kaelin gaixotasun heredagarri bat ikertzen ari zen, von Hippel-Lindauren gaitza (VHL). Mutazio hori dutenek minbizi batzuk izateko arrisku handia dute. Kaelinek frogatu zuen VHL geneak kodetzen duen proteinak minbiziaren sortzea eragozten duela, eta hura mutatuta zutenek, era berean, areagotuta zutela hipoxia erregulatzen duten geneen espresioa. Beraz, ikusi zuen VHLak bazuela eraginen bat hipoxiaren erantzunean.

Azkenean, Ratcliffek frogatu zuen zertan datzan eragin hori. Hala, pausoz pauso, zelulek oxigeno-maila nola neurtzen duten eta haren erabilgarritasunera egokitzeko mekanismo molekularra argitu zuten.

Mekanismo hori gako da gorputzaren funtzionamendurako, adibidez, ariketa fisiko gogorra egitean, fetuaren odol-hodien eta plazentaren garapenean, eta immunitate-sisteman. Era berean, eragina du gaixotasun askotan, adibidez, anemian eta minbiziak. ●



William G. Kaelin
New York (AEB), 1957.



Sir Peter J. Ratcliffe
Lancashire (BH), 1954.



Gregg L. Semenza
New York (AEB), 1956.

Fisikako Nobela, unibertsoaren eboluzioa ulertzeko ekarpenei eta lehen exoplaneten aurkikuntzari

Aurtengo Fisikako Nobel sariaren erdia James Peeblesentzat izango da, fisika kosmologikoaren arloan unibertsoaren eboluzioa ulertzeko egindako aurkikuntzengatik; eta, beste erdia, Michel Mayor eta Didier Quelozentzat, Eguzkiaren antzeko izar baten inguruan orbitatzen duen lehen exoplaneta aurkitzeagatik.

James Peeblesek 1960ko hamarkadatik aurrera fisika kosmologikoan egindako aurkikuntza teorioak dira gaur egun unibertsoari buruz dauden ideia nagusien oinarria. Big Bangetik 400.000 urtera hasi ziren lehen argi-izpiak unibertsoan zehar bidaia-tzen. Garai hartako erradiazio hori gure inguruan dago oraindik (hondoko mikrouhin-erradiazioa). Hain zuzen ere, Peebles izan zen erradiazio hori hor zegoela iragarri zuenetako bat, eta tresna egokiak detektatu zitekeela defendatu zuen. Areago, ondorioztatu zuen erradiazio hori aztertuta kalkula zitezkeela unibertsoaren sorrerako hainbat datu, adibidez; zenbat materia sortu zen Big Bangean.

Peeblesek irekitako bidea jarraituz kalkulatu zen, esaterako, unibertsoaren % 5 bakarrik dela materia, eta gainerakoa materia iluna eta energia iluna direla.

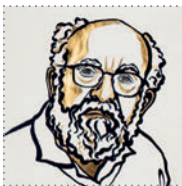
1995ean, Michel Mayor eta Didier Quelozek Eguzkiaren antzeko izar baten inguruan orbitatzen zuen lehen planeta aurkitu zuten, Esne Bidean. Haute-Provence Behatokitik (Frantziako hegoaldean) 51 Pegasi b planeta aurkitu zuten, Jupiterren antzeko gasezko planeta bat.

Mayorek eta Quelozek izarren mugimenduak zehaztasun handiagoz neurtzeko metodoak eta tresnak garatu zituzten, eta horri esker aurkitu zuten exoplaneta hura. Gutxi gorabehera Jupiterren tamaina zuen (Lurra baino 1.300 aldiz handiagoa), eta, garaiko jakintzaren arabera, halako gasezko erraldoiak sistemako izarretik urrun sortzen ziren; beraz, orbita oso luzeak izaten zituzten. Jupiterrek, esaterako, 12 urte inguru behar ditu Eguzkiaren inguruan buelta osoa emateko. 51 Pegasi b planeta, ordea, oso gertu zegoen 51 Pegasi izarretik, eta lau egun baino ez zituen behar haren inguruan buelta bat emateko. Horrek, guztiz harrituta utzi zituen exoplaneta-ehiztariak, eta garai hartan zeuden ideiak irauli zituen.

Berehala hasi ziren exoplaneta gehiago aurkitzen, eta dagoeneko 4.000 exoplaneta aurkitu dira. Hala ikusi da izugarrizko dibertsitatea dagoela tamainetan, formetan eta orbitetan. ●



James Peebles
Winnipeg (Kanada),
1935.



Michel Mayor
Lausana (Suitza),
1942.



Didier Queloz
Suitza, 1966.

Kimikako Nobel saria, litio-ioizko bateriak garatu zituztenentzat

Stanley Whittingham, John Goodenough eta Akira Yoshino ikertzaileek jasoko dute 2019ko Kimikako Nobel saria, litio-ioizko bateriak garatzeagatik. Nobel Fundazioak aditzera eman du gure bizitzak irauli dituztela litio-ioizko bateriek. Haiei esker, kablerik gabeko eta erregai fosilik gabeko gizarte baterako bidea ireki dutela adierazi du.

Telefono mugikorretatik hasi eta ibilgailu elektrikoetaraino erabiltzen dira gaur egun litio-ioizko bateriak, arinak, birkargagarriak eta indartsuak baitira. Elektronika eramangarri guztia haiekin elikatzen da munduan, irismen handiko kotxe elektrikoak garatzeko balio izan dute, eta bateria oso egokiak dira iturri berriztagarrietatik lortutako energia biltegiatzeko.

Litioa metal bat da berez. Oso elementu ezegonkorra da. Oliotan gorde behar da, ez dezan airearekin erreakzionatu: elektroi bakarra du nukleoaren inguruan, eta hark joera handia du litioa utzi eta beste atomo batera joateko. Positiboki kargatuta geratzen direnean sortzen dira litio-ioiak, litioa bera baino askoz ere egonkorragoak direnak.

Stanley Whittinghamek litioak elektroia askatzeko duen joera hori aprobetxatu zuen litiozko lehenen-

go bateria funtzionala sortu zuenean. Petrolioaren eskasia kezka sortzen hasia zen ordurako, eta petrolioaren industria indartsu sartu zen energia-aren alorreko ikerketan. Orduan, Exxon enpresak Whittingham hartu zuen, eta titanio disulfurozko katodoa eta litio metalikozko anodoa zuen lehen bateria sortu zuen. Potentzial handiko bateria lortu zuen —bi voltio sortzen zituen—, baina ez zen egonkorra.

1980an, John Goodenough-ek bateriaren potentziala bikoiztu zuen. Aurreikusi zuen bateriak potentzial handiagoa izango lukeela sulfuro metalikoaren ordean oxido metaliko bat jarrita. Eta frogatu zuen kobaltozko oxidoaz, litio-ioiak tartekatuta, baita lau voltio ere sortzen zituela.

Azkenik, 1985an, Akira Yoshinok bateriako litio purua litio-ioiez ordezkatu zuen. Litio-ioizko baterien abantaila da ez direla oinarritzen elektrodoak deskonposatzen dituzten erreakzio kimikoetan, baizik eta anodoaren eta katodoaren artean mugitzen diren litio-ioietan. Haren emaitza bateria guztiz arina eta erresistente bat izan zen, ehunka aldiz karga zitekeena, bere errendimendua okertu gabe. Horrela lortu zuen bateria benetan erabilgarria eta salgarria izatea. ●



Stanley Whittingham
Nottingham (BH),
1941.



John Goodenough
Jena (Alemania), 1922.



Akira Yoshino
Suita (Japonia), 1948.

Datuak, neurriak eta ondorioak

Ana Galarra Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Datuak nabarmenak dira. 1901etik, 219 pertsonak jaso dute Fisiologia edo Medikuntzako Nobel saria; 213k Fisikakoa, eta 184k Kimikakoa. Horietatik, kategoria bakoitzean emakumezkoak 11, 3 eta 5 izan dira. Baina, guztira, zientzietako kategorietan, 18 emakumezko baino ez dituzte saritu, Marie Curie Sklodowaskak bi Nobel sari eskuratu baitzituen: Fisikakoa 1903an, eta Kimikakoa 1911n.

Sarituak nongoak diren begiratuta, sei herrialde nabarmentzen dira; hangoak dira sarituen % 80 baino gehiago: AEB, Britainia Handia, Alemania, Frantzia, Errusia (edo iraganekeo Sobietar Batasuna) eta Suedia (Alfred Nobelen jaioterria). Inoiz ez diote Nobel saria eman Afrikar jatorriko inori.

Egoera horren aurrean, sarituen dibertsitatea areagotzeko neurriak hartu dituela adierazi du Suediako Zientzien Errege Akademiak. 2015etik Akademiako idazkari denak, Göran Hanssonek, horren inguruko elkarriketa bat eman zion *Nature* aldizkariari, justu Nobel saria nortzuk jasoko zuten iragarri baino astebete lehenago.

Elkarriketan azaldu duenez, neurri horiek artean bi hauek daude: emakume gehiagori eskatzea hautagaiak proposatzeko, eta eskaera-gutuna moldatzea. Hala, orain gutunean berriaz eskatzen zaie, hautagaiak proposatzean, aintzat hartzeko generoa, jatorria eta gaia, baita aurkikuntza bat baino gehiago proposatzeko ere.

Hanssonen esanean, neurri horiek izan dute nolabaiteko eragina, lehen baino emakume gehiago baitaude izendatuen artean. Igoera txikia izan dela aitortu du, baina joera "positibotzat" jo du. Dioenez, saria jaso dezaketen zientzialarien artean emakumeen ehunekoak gora egiteak lagundu du horretan.

Ez, ordea, emakume gehiagori eskatzea proposamenak; nonbait, emakumeek ez dute gizonen baino joera handiagoa emakumeak izendatzeko.

Horrez gain, Akademian ere gero eta emakume gehiago daudela azpimarratu du. Haiek arduratzen dira hautagaitzak aztertzeaz eta sarituak aukeratzaz, eta iaz, lehen aldiz, gizon baino emakume gehiago izendatu zituzten Akademiako kide. Denborarekin, aldaketa horien ondorioak nabaritutako direlakoan dago Hansson.

Hautagaien etniari erreparatuta, berriz, neurrien eraginkortasuna neurtzeko oraindik goiz dela esan du idazkariak. Bestalde, ezer egin aurretik ere, asiarren ehunekoak handitzen ari zela nabarmendu du, bereziki, japoniarrena. Horrek erakusten omen du Akademiak ez duela kaukasiarren aldeko joerarik. Eta Ekialdeko Asian ikerketan zenbat inbertitzen den aintzat hartuta, etorkizunean are asiar gehiago sarituko direla iragarri du.

Horrekin lotuta, gogorarazi du Alfred Nobelek berriaz adierazi zuela edozein nazionalitateko zientzialariak saritu behar zirela. Are gehiago, Akademia kuoten aurka dagoela azaldu du, ez generoagatik, ez etniagatik, ez nazionalitateagatik. Ikerketa onek egin dituztenak saritzea bilatzen omen dute, eta, kuotak ezarriaz gero, sariek balioa galduko luke dela iritzi dio.

Hanssonek arrazoia izan zein ez, aurtun, behintzat, ez dira askorik nabaritu neurrien ondorioak. Hain zuzen, zientzietako hiru kategorietan hiruna pertsona saritu dituzte; denak gizonak eta kaukasiarrak, bat izan ezik. Salbuespena japoniarra da. ●

Ruth Lazkoz Saez
Astrofisikaria



“Momentuz, misterioak jarraitzen du”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Ruth Lazkoz Saez (Bilbo, 1971) EHUKo Fisika Teorikoa eta Zientziaren Historia saileko irakaslea eta ikertzailea da, eta, uztailetik, baita Espainiako Erlatibitate eta Grabitazioaren Elkarteko lehendakaria ere (SEGRE). Besteak beste, unibertsoaren hedapena ulertu nahian dabil ikertzen, eta eman dituen erantzunetan ere ez da urrundu beretzat eguneroko lana den gaitik: unibertsoaren misterioak.

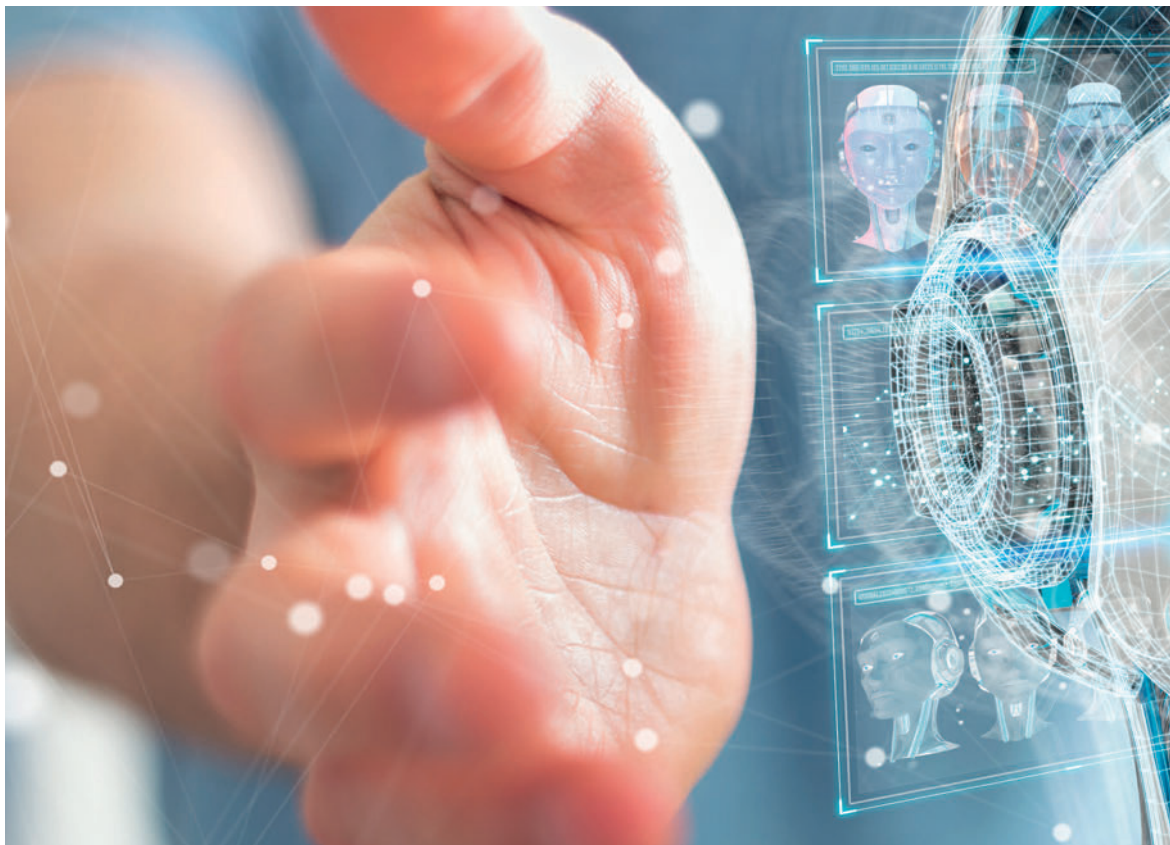
Zerk harritu, asaldatu edo txunditu zaitu gehien, lanean hasi zinenetik?

Grabitazio-uhinen aurkikuntzak. Sekulakoa izan zen: elkartu ziren Fisika eta Ingeniaritza; kalkulu zehatz pila bat egin behar izan ziren Erlatibitate Orokorren ildotik, Astrofisika ere barne hartuta; eta nazioarteko ahalegina izan zen, korrelazioa aurkitu behar baitzen seinaleen artean. Niri mirakulu bat iruditzen zait; proiektuan sartuta daudenentzat agian ez da izango hainbestearainokoa, baina kanpoan gaudenontzat, koordinazioaren ikuspegitik, lorpen izugarria da. Muga bat zeharkatu dugu, beste alde batera pasatu gara.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Beharbada, posible izango dela espero dugulako, materia iluna zer den argitzea nahiko nuke, edo materia ilunarekin lotutako partikula bat aurkitzea. Azeleragailuren batean izango litzateke, seguru asko, astrofisikoki zaila izango bailitzateke.

Oraindik ez dakigu. Aurkitu berri dira galaxia batzuk, antza, materia ilunik ez dutenak, eta, beraz, are garrantzitsuagoa izango litzateke argitzea eta jakitea zer dagoen haietan, edo Einsteinen teorien doiketa bat egin behar ote dugun... Partikula hori aurkituz gero, izango genuke bidea galaxia horiek ulertzeko. Bestela, berriz, ez bada partikularik aurkitzen, espekulaziorako bide zabala irekiko litzateke. Momentuz, misterioak jarraitzen du. ●



ARG.: Sdecoret/Shutterstock

Adimen artifiziala

Adimen artifiziala erronka teknologiko handia da gizakiontzat: gure gaitasunak dituzten makinak sortzea. Gurekin komunika daitezkeen eta, datu-kantitate izugarriak prozesatuta, beren kabuz ikasi eta erabakiak har ditzaketen makinak. Oraindik baten batek urruti senti badezake ere, gure bizitzan txertatuta dago jada adimen artifiziala, eta dena ziprztinduko du datozen hamarkadetan: garraioa, hezkuntza, kultura, finantzak, nekazaritza...

Urte gutxi barru, morroi informatiko pertsonalen bidez egingo ditugu erosketak, haiek iradokiko digute nola hobetu gure ikasketa-prozesua edota, gure sintomez galdetuta, diagnostiko medikoa egingo digute. Askoz ere eraginkorragoak izango gara adimen artifizialari esker, baina, bestalde, robotizazioak gizakioi lana eta tokiak kenduko digulako kezka ere badute hainbatek.

Bada teknologia hori azkarregi garatzen ari dela dionik ere; aurrez erantzun beharreko galdera asko ikusten dituztenak. Izan ere, adimen artifiziala gure gizartearen mundu-ikuskeraren adierazpen bat da. Garrantzitsua da, hortaz, gizarteak ondo mamitua izatea teknologia hori, iritzi landua eta argia izan



jokoan

dezan legeak finkatu aurretik; ez dadin bihurtu gu geu kontrolatuko gaituen teknologia.

Oinarrizko hiru galderari heldu diegu, egungo egoeraz eta datorkigunaz jabetzeko: Zein dira adimen artifizialaren benetako potentziala eta erronka nagusiak? Zer hutsune ditu une honetan? Zer arrisku?

Galdera horiei erantzuteko eskatu diegu adimen artifizialaren inguruan lanean ari diren bi adituri: Gorka Azkune Galparsoro, informatikaria eta adimen artifizialeko ikertzailea, eta Helena Matute Greño, adimen artifizialaren psikologia ikertzen duen psikologo esperimentalak.



Gorka Azkune Galparsoro

“Posible al du gizakiak bere hutsegiteak ekidingo dituen makina adimentsu bat sortzea?”



Helena Matute Greño

“Erantzukizunak esleitu behar ditugu adimen artifizialean”

Gorka Azkune Galparsoro

Adimen artifizialeko ikertzailea
Deustuko Unibertsitatea



Zein dira adimen artifizialaren benetako potentziala eta erronka nagusiak?

Adimen artifizialaren potentziala ikaragarria da. Zientziaren garapenean funtsezkoa da, baina jada milaka lan arruntetarako ere erabiltzen dugu: posta elektronikoko arriskutsuak modu automatikoan antzematek, gure argazkiekin automatikoki albumak egiteraino. Etorkizunera begira, adimen artifizialak giza adimena gaindi dezake esparru guztietan, eta horrek potentzial handiko aukerak zabal ditzake. Ez dakit inoiz horrelakorik lortuko dugun, baina teorikoki ez legoke arrazoirik hori ez gertatzeko.

Erronka zientifikoak handiak dira, ordea. Azken urteetan lortutako aurrerapenekin ere, esango nuke adimen artifiziala oraindik hastapenetan dagoela. Gaur egungo sistemek datu batzuetatik ikasten

dute, eta, ondoren, antzeko datuak emanez gero, ongi funtzionatzen dute. Baina orokortzeko gaitasun txikia daukate oraindik. Datu berriak emanez gero ez dute ongi funtzionatzen, gizakiok ez bezala. Ziur aski, gaitasun hori lortzeko, beste zenbait erronka garatu beharko dira: bestelako ikasketa-algoritmoak, memoriaren kudeaketa eta arrazoiketa sinbolikoa, besteak beste.

Zer hutsune ditu une honetan?

Gaur egungo gure sistemek hutsune-pilo bat dute. Orokortzeko gaitasun ezaz gain, badira beste hainbat arazo. Adibidez, xakean jokatzeko dakien sistema batek xake-jokalari onenei gailentzeko ahalmena dauka, baina hori bakarrik egiten daki, ezin du auto bat gidatu ala sudokua ebatzi. Gizakiok gauza asko egiteko gai gara, eta oso ongi gainera (onarritzen dut baieztatzen hori oso eztabaidagarria dela). Baina gure sistemak oraindik oso espezializatuak dira. Nola lortu ataza anitzeko sistemak?

Beste hutsune argi bat datuen erabileran dugu. Gaur egungo sistema onenek etiketatutako datu-multzo erraldoiak erabiltzen dituzte. Nahiz eta azken bi urteetan aurrerapenak lortu, oraindik ez dakigu nola erabili behar bezala etiketatu gabeko datuak (ikasketa ez-gainbegiratuak). Ez da gauza



“Posible al du gizakiak bere hutsegiteak ekidingo dituen makina adimentsu bat sortzea?”

bera argazki batzuk ikustea eta norbaitek esatea argazki bakoitzean zer dagoen, edo argazkia inongo azalpenik gabe ikustea. Bigarren kasuan, gizakiok gai gara informazio baliagarri pilo bat ikasteko. Makinak, oraindik ez.

Zer arrisku ikusten dituzu?

Teknologia oro bezala, adimen artifiziala ongi ala gaizki erabil daiteke. Hori ez da teknologiaren arazo bat, gizakion arazo bat baizik: zertarako erabili nahi ditugu adimen artifizialean oinarritutako teknologiak? Klima-aldaketaaren aurka borroka egiteko erabil ditzakegu, baina baita jendearen iritzi politikoak manipulatzeko ere. Nire ustez, legeak teknologiaren erabileraren helburua arautu beharko luke, eta ez teknologia bera. Niri ez zait axola pertsona batek zer teknologia darabilen nire iritzi politikoak manipulatzeko; axola zaidana da nire iritzi politikoak manipulatuta nahi dituela, eta, beraz, horregatik zigortu beharko genuke. Horrenbestez, ez zait iruditzen adimen artifiziala beste teknologiekiko desberdina denik.

Norbaitek esan dezake: baina sistema horrek bere kasa erabakitzen badu kaltegarriak diren ekintzak gauzatzea? Aukera hori teknologikoki oso urrun dago, baina gerta litekeela pentsatuz gero, makina hori bere ekintzen jabe bada, egiten dituen ekintzen ondorioen erantzule izan beharko luke, gizakiek bezalaxe.

Ikuspegi zientifiko batetik, gehiago kezkatzen nauteste beste gauza batzuek. Esaterako, sistemek datuetatik eta esperientziatik ikasten dutenez, eta bai datuak bai esperientziak gure eskuetatik lortzen dituztenez, ez al ditugu gure joerak errepikatu eta hedatuko? Jada, ikusi dugu gizakiok idatzitako testuen bidez entrenatu diren sistemek joera matxistak dituztela. Ez da sistemaren akats bat, datuena baizik. Modu filosofikoagoan esanda, posible al du gizakiak bere hutsegiteak ekidingo dituen makina adimentsu bat sortzea? ●

“Erantzukizunak esleitu behar ditugu adimen artifizialean”

Zein dira adimen artifizialaren benetako potentziala eta erronka nagusiak?

Duela gutxi arte gizakionak bakarrik jotzen ziren gaitasun asko dituzte gaur egun adimen artifizialek. Joko oso intuitibo eta sormen handikoetan gizakioi irabazteko gai dira (adibidez, Go jokoan); autoak gidatzen dituzte, eta hegazkinak pilotatzen; diagnostiko medikoak egiten dituzte (arlo batzuetan, gizakiek baino hobeto); sinfoniak konposatzen dituzte; koadroak marrazten dituzte, eta lehiaketak irabazteko gai ere badira batzuetan; langile ona nor izango den hautematen dute, baita delitugile nor izango den ere; zer erosi eta zer albiste irakurri gomendatzen digute, eta Interneten joan-etorrian dabiltzan argazki eta bideo faltsuetako asko ere sortzen dituzte. Oso teknologia botereatsua da, eta

teknologia indartsu guztiak bezala, kontu handiz erabili beharra dago. Gizateriaren aurrerabidea indartu dezake, baina arrisku handiak eragiteko gai ere izan daiteke.

Zer hutsune ditu une honetan?

Gaur egun, adimen artifizialek errore ugari egiten dituzte oraindik, eta kontuan izan beharreko arrisku garrantzitsu bat da hori. Haien gomendioez gehiegi fidatzeko ohitura dugu adibidez, esaten digutenean nor ez dugun kontratatu behar edo nori ez diogun espetxetik irteten utzi behar. Baina zenbaitetan huts egiten dute. Ez dugu itsu-itsuan haiengan fidatu behar.

Bada beste arazo bat: batzuetan, ez dituzte helburu gardenak, eta, askotan, ez datoz bat gure helburuekin. Hori arriskutsua izan daiteke. Egia da oraindik asko falta dela zientzia-fikzioan ageri diren makina kontzienteak lortzeko. Baina hori aitzakia gisa erabili ohi da esateko ez dagoela zertan kezkatu. Baina zenbateraino da garrantzitsua adimen artifiziala bera konturatzea edo ez konturatzea kalte egiten ari zaigula? Imajinatu makina batek nola edo hala kalte egiteko gaitasuna balu, adibidez, desberdintasunak handituz; ahulenei hipotekak ukatuz, horren





Helena Matute Greño

Psikologia Esperimentaleko Laborategiko zuzendaria
Deustuko Unibertsitatea

arrazoiak zein diren jakinarazi gabe; aseguru mediko bat ukatuz; helduen eta haurren joera kognitiboak neurrigabe erabiliz, publizitate jakin batean klik eginarazteko eta bistaratzen dizkiguten bideo gero eta muturrekoago guzti horiek ikusarazteko... Kalte egiteko gaitasuna balu, axola beharko liguke makina hori benetan kalte egiten ari denaren jakitun izateak edo ez izateak? Bistakoa denez, ez da horren jakitun.

Gaur egun, dagoeneko, makinek kalte handia egin diezagukete; izan ere, markatu zaien helburua maximizatu beharra daukate (adibidez, enpresa baten mozkinak ahalik eta handienak izatea), eta helburu hori ez dator bat gurearekin. Gaur-gaurkoz, kontzientzia da gutxien axola behar ligukena. Legeak sortzean axola behar diguna da zer kalte egin dezaketen.

Zer arrisku ikusten dituzu?

Kontu askori erantzun behar zaie premiaz. Bermatu behar dugu adimen artifizialek guk nahi duguna

egiten dutela, eta bai gizarte gisa bultzatu nahi ditugun balioak bai pertsonak errespetatzen dituztela (adibidez, demokrazia). Funtsezkoa da, halaber, haurrak babestea. Eta, arrisku handiagoa eragin dezaketen arlo batzuekin aurrera egin baino lehen, bermatu behar dugu sistema egokiak garatzen ditugula adimen artifiziala kontrolatzeko, zibersegurtasunerako, itzaltzeko mekanismo egokiak eta abar. Halaber, erantzukizunak esleitzen ere aurrera egin behar dugu. Nori egotzi behar dizkiogu adimen artifizialek eragiten dituzten kalteen erantzukizunak? Azkenik, adimen artifizialaren erabilera jakin batzuk, hala nola etengabe zelatatzen egotea, zein kaleko eta eskoletako aurpegi-ezagutza; arma autonomoen erabilera; gizakien joerak eta ahuleziak esplotatzea... Gizarte gisa, onartu al ditzakegu adimen artifizialaz egiten diren erabilera maltzurrak? Berehala pentsatu beharra dugu zer etorkizun erai-ki nahi dugun, eta horren arabera jokatzeko hasi. ●

Unai Pascual García de Azilu

BC3ko ekonomialaria

*“Naturarekiko harremana galtzeak
kalte egin dio giza ongizateari”*

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia

Argazkiak: Marisol Ramirez/©Argazkipress



Ekonomialaria da Unai Pascual, baina, hazkunde ekonomiko eta materialetik harago, gizartearen ongizatean du jarria arreta. Giza ongizaterako, ezinbestekotzat jotzen du berriz ere naturarekiko harremana estutzea, eta ikuspegi hori ekonomiaren bihotzean txertatzeko dihardu lanean. Hausnartzeko moduko gogoeta bota du: elkarri lotuta ikusten ditu gure gizarteak naturarekiko duen boterezko harremana eta gizabana-koen egungo desoreka kognitiboa. Naturarekiko oinarritzko harremana berreskuratze beharra aldarrikatzen du.

Nazio Batuen Erakundeak bideratutako IPBES txostenean naturaren balioak lantzeko nazioarteko lantaldeko burua zara. Zer egiten du ekonomialari batek naturaren balioak aztertzen?

Ekonomia egunerokoan erabiltzen dugun hitza bada ere, uste dut jendeak ez duela ondo ulertzen haren zentzua zein den. Ekonomia hitzak esan nahi du *etxearen kudeaketa*. Nola antolatu gizartea dauz-kagun baliabide mugatuak kudeatuz, gizartearen ongizatea lortzeko betiere.

Gaur egun, asko murriztu da gizartearen garape-naren ikuspegia, hazkuntza ekonomikora mugatu arte. Baina hazkuntza ekonomikoak ez du zertan zuzenean positiboki eragin jendearen ongizatean, badaude eragin negatibo pilo bat: kutsadura, kli-ma-aldaketa... Hortaz, ekonomia modu zabalean ulertu behar da, kontuan hartuta natura askoz ere sistema handiagoa dela. Alegia, ekonomia gizar-tearen mende dago, eta gizartea naturaren mende. Hori da ekonomia ulertzeko nire modua.

Zer oinarri izan beharko lituzke ekonomiak?

Oinarrian *ekonomia* hitzaren jatorriak egon behar du: etxearen kudeaketa ongizatea babesteko edo handitzeko. Ongizatea modu askotan uler daiteke, baina, azken finean, jendea bere bizitzarekin gustu-ra egotea da, bizitza bete bat izatea. Orduan, galde-ra da: hazkunde ekonomiko hutsak ematen al digu aukera nahiko genukeen bizitza betea, birtuosoa, izateko, non ondo sentitzen garen gure harrema-

netan? Jatekoa, edatekoa eta oinarritzko gauzak baditugu, baina, hortik harago, nor bere inguruan eta beste pertsonetik dituen harremanetan ondo sentitzeaz ari naiz. Gure gizartean, ongizatearen oso kontzepzio murrizta eratu dugu: enplegua iza-tea, bi autoa izatea...

Nola iritsi gara gure gizartean ekonomiaren hain ikuspegi murrizta izatera?

Nire ustez, Bigarren Mundu Gerratik aurrera ger-tatu zen, izugarritzko beharra izan baitzen hainbat herrialde berreraikitze, industria berriro martxan jartzeko... Pobreziak gora egin zuen Europan, eta ekonomikoki haztea beharrezkotzat jo zen ongizate handiagoko gizarte batera pasatzeko. Hor hasi zen benetako metatze-sistema berri bat.

Gero, 1980ko hamarkada oso berezia izan zen: Thatcher eta Reagan bikotearen eskutik, mundu anglosaxoitik, neoliberalismoaren ikuspegia sortu zuten: estatuaren esku-sartze txikiagoa eta ne-gozioak mugitzeko desregulazio ekonomikoa. Hori ez da ekonomia, inposatutako ideologia bat baizik. Baina beste herrialdeek bere egin zuten ideologia hura, eta planeta osora zabaldur zen. Ondorioz, 1970eko hamarkadatik hona, 10 aldiz handitu da nazioarteko merkataritza. Kontuan izan metatze-sistema honetan esponenzialki hazten dela barne-produktu gordina, ez linealki, eta hori mantentzeko esponenzialki hazi direla ustiatutako baliabide na-turalen kantitatea eta fluxua, energia barne.

Hazkunde ekonomikoarekiko eta materialarekiko mendekotasuna ekarri du horrek?

Bai, bai, erabatekoa. Guk sortutako menpekotasun bat da, eta hori da bizi dugun tragedia. Sortu dugun metatze-sistema honetan etengabe hazi behar da barne-produktu gordina; pilatu egin behar da, kapitala inbertitu. Askotan, kapital hori bankuetako maileguetatik dator, eta interes batekin ordaindu behar da. Hortaz, gurpil zoro batean sartuta gaude. Ezin gara hortik atera, eta aldatu ezean, kolapso ekologikora eramango gaitu. Hortik dator ez-jasagarritasunaren ideia.

“Metatze-sistema honen gurpil zorotik atera ezean, kolapso ekologikora eramango gaitu”

Kolapsoaren eragin negatibo zuzenak pairatzen hasi gara, gure sistema ekonomikoa babesteko mundu mailako arazo larriak sortu baititugu: kutsadura, biodibertsitatearen degradazioa, klima-aldaketa... Munduko toki askotan, jada, ez dute nahiko uztarik bizirauteko. Klima-aldaketak eta gure ekonomiak sortutako beste arazoek handitu egin dute herrialde horietan zituzten arazoen dimentsioa. Arazo asko neoliberalismotik eratorriak dira, guk sortuak, Afrikan, Asian eta Erdialdeko Amerikan, eta mendeetan zehar arrastatu dituzte. Baina, orain, klima-aldaketak arazo horien dimentsioa asko handitzea ekarri du, ura falta delako, uztak galtzen ari direlako eta abar.

Guk, oraingoz, defentsa handiagoak ditugu; kolapsoa hain azkar ez iristeko nolabaiteko partxeak jar ditzakegu, asko inbertitu dugulako azpiegiturretan eta teknologian, baina ez ahaztu besteei hartutako baliabideez sortu ditugula babes horiek. Nolanahi ere, bueltan etorriko zaigu sortu dugun arazoa, ihesean gurera datozen etorkinen bidez, borroka geopolitiko etengabeak baitaude gero eta urriagoak diren baliabideen kontrola edukitzeko...

Ikusten al duzu naturarekiko atxikimendu falta gizartean, gure jokaeran islatzen dena?

Bai, nik hori oso argi ikusten dut. Gizarte hiritarrago eta materialistago bat egiten ari garen heinean, kapitalismo berdearen perspektibarekin lerrotatzen ari da naturarekin erlazionatzeko modua bera; merkatuaren bidez erlazionatzen gara, kontsumitzeko. Kasurik onenean, oso gauza sinpleetara murrizten ari gara naturarekiko harremana: naturaz aisialdian goatzera, baina telebistan dokumental bat ikusten dugunean bezalaxe, ez gehiago. Hala, kontsumoa ongizaterako bidea izan beharrean, mendeko bihurtu gara. Kontsumoa gizartearen harreman berri bat bezala uler dezakegu gaur egun. Naturarekiko harremana galtzeak berak ekarri du gero eta gehiago murgiltzea hazkuntza ekonomikoaren beharraren gurpil zoroan. Uste dut bi fenomenoak erlazionatuta daudela.

Zoritzarrez, alde batera uzten ari gara naturarekiko harreman ukiezin aberats asko; hain zuzen ere, gure ongizaterako, bizitza bete hori izateko beharrezkoak direnak. “Erlaziozko balore” esaten diegu. Alegia, zuhaitz batek duen balioaz harago, nik zuhaitz horrekin zer harreman dudana baloratzen dut. Pertsonetan bezala: pertsona baloratu





beharrean, pertsona horrekin zer harreman dudan baloratzen dut, harremanak zer eskaintzen didan. Nire ustez, funtsezkoa da hori. Paradigma bat da, naturaren balioak ulertzeko beste modu bat.

Naturarekiko oinarrizko harreman hori galdu dugunez, gure ongizatean galerak hautematen hasi dira jada. Arazo psikologikoak azaltzen dira, batez ere hiriguneei lotuta: depresioak eta bestelako asaldura psikologikoak. Eta ziur naiz naturarekiko harremana galtzen goazen heinean, espezie gisa garatzen ditugun gaixotasunak areagotzen joango direla. Gero eta ebidentzia zientifikoa gehiago daude frogatzen dutenak funtsezkoa dela naturarekiko harreman estua izatea. Ongizate psikologiko zein fisikorako.

Zer beste ekarpen egiten dizkigu naturak, lehen-gaiez hornitzeaz gainera?

Baliabide naturalek ematen dizkiguten balore instrumental ohikoez gainera, erlazioekin zerikusia duten beste hiru balio-mota aipatuko nituzke. Bata da zaintza. Guk jendea zaintzen dugu, gure gauzak zaintzen ditugu, eta natura ere zaindu egin behar da. Ez da natura polita izan nahi dudanik, ez. Zaintza balio gisa oso garrantzitsua da bizitza betea izateko. Pertsonak zaintzean onura bat jasotzen dugun bezala, natura zaintzeko prozesuan ere onurak jasotzen ditugu. Ondo sentitzen gara hori egiterakoan. Gainera —eta herri indigenek oso barneratuta dute hau—, Ama Lurra zaintzen baduzu, Ama Lurrak zuri ongizatea emango dizu bueltan. Guk, euskaldunok ere, seguru aski barneratuta izan genuen hori, garai batean.



Bigarrena da erantzukizuna. Jendeak esatea “baina nik birziklatu egiten dut”, erantzukizuna ulertzeko oso modu hertsia eta motza da. Erantzukizuna da zer eta zenbat kontsumitzen dudan, nori erosten diodan... Kontziente izatea gure arbasoek utzitako munduarekiko erantzukizuna badugula, eta guk ere beste batzuei eman behar diegula.

Eta hirugarrena da lurraldearen kustodia: aurrekoek utzi diguten altxor horrekiko dagokiguna. Ezin ditugu traizionatu.

Nire ustez, funtsezkoa da oreka bat ezartzea naturak eskaintzen dizkigun balio instrumentalak eta harremanezkoen artean. Uste dut egungo desorekak, natura ustiatzeko moduak, agerian uzten duela gizakiok une honetan dugun desoreka kognitiboa. Arazo larriak sortzen ari gara errealtatea ikusteko dugun moduaren ondorioz.

“Funtsezkoa da naturarekiko harreman estua izatea ongizate psikologiko zein fisikorako”

Ikusten al duzu naturaren balioak gizartean lantzeko beharrik?

Esparru guztietatik landu beharko litzateke naturarekiko harreman hori, osasuntsu bizitzeko: komunikabideetatik, naturarekiko harremanak zer onura dituen gizarteratzen; hezkuntzatik, umetan sortzen baititugu gure egitura psikologiko eta mentalak, mundua ulertzeko modua. Eskolek harreman zuzenagoa izan beharko lukete naturarekin, eta umeei esperientzia horiek eskaini. Ez da nahikoa naturaz modu abstraktuan hitz egitea, esperientziaz ikasten baitugu, esperientzia pertsonaletik.



Egungo kontsumitzaile sutsuei ere natura esperimentatzeko aukera eskaini behar zaie, ikus dezaten hobeto sentitzen direla. Natura tarteko, giza harremanak berreskuratzen lagundu behar zaie. Kontsumitzearekiko mendekotasun ez-osasun horri irtenbidea emateko aukerak sortu behar dira.

“Eskolek harreman zuzenagoa izan beharko lukete naturarekin”

Administratziotik ere landu beharko litzateke, hark baititu baliabideak eta hark lerrokatzen baititu politikak, gizartea alde batera edo bestera mugiarazteko. Adibidez, oso positiboa iruditzen zait Gasteizen azken hamarkadetan egin dutena. Inbertsio handiak egin dira aspalditik espazio berdeak garatzen: eratzun berdea, esaterako. Ez dira espazio eder hutsak; erabiltzeko espazioak dira, sistema ekologiko errealak. Baita gizarte-etxeen eredua ere; ez dago halakorik inguruko hirietan. Hor elikatzen dira jendearen arteko harremanak. Adin guztietako jendea elkartzeko esparruak daude, eta bestela ez lirateke elkartuko. Gasteizek potentzial handia du bizipenak sorrarazteko.

Gasteizko adibidea hartuta, abiatu nahi dugu ikerketa bat, argitzeko zenbateraino sustatzen dituzten hiri berdeek naturarekiko harremanak eta jendearen arteko harremanak. Nahikoak ote diren benetan harreman horiek gure baitan egituratzeko.

Izan ere, helburua ez da izango denok baserrietara itzultzea, ezta?

Hori da. Errealitatea da gure gizarteak eboluzio bat egin duela. Baterako eboluzio bat gertatu da naturaren eta gizartearen artean. Nik ez dut esaten baserrietan bizitzea hirietan bizitzea baino hobea denik, derrigor. Gauza onak eta txarrak izango ditu. Baina harreman aberats horiek galtzen jarraitzen badugu, nekez lortuko dugu gizarte jasangarri bat. Ekonomia modu osasuntsuan ulertu behar dugu.

Zer ardura izan du zientziak ekonomiaren ikuspegi murriz horretan?

Zientziaren atomizazioak eragin du bakoitzak esparru bakar bati begiratzea, mikroskopioz eta zehatz-mehatz, baina esparru bakar bati. Eta hortik egin ditu ekarpenak. Hori izan da arazoa. Oso eraginkorra izan da gauza batzuetarako, baina benetako arazo sistemiko eta konplexuetarako ez du balio diseinatu dugun zientzia-ereduak.

Adibidez, jasangarritasuna arazo konplexu bat da, eta diziplina arteko kolaborazio handia behar da, semantika berri bat. Eta hain semantika desberdinak ditugu kimikariok, filosofook, biologoek, fisikariok... ezen nork bere zientziatik mundu desberdin bat ikusten baitu. Lehenetsun desberdinak ditugu. Diziplina arteko kolaborazioa oinarri duen zientzia sortzea da gure erronkarik handienetako bat, arazo konplexuei aurre egin ahal izateko.

Bestetik, hainbeste garatu denez teknologia eta hainbeste gauzetarako erabiltzen ari garenez, uste dugu arazo guztiak teknologiarekin konponduko ditugula. Teknologiarekiko fede guztiz faltsua sortu dugu, teknologiak eragiten dituen arazoei begiratu gabe. ●



Trantsizio energetikoan trabatuta

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Euskal Herrian, erregai fosilen menpeko ereduari estu lotuta jarraitzen dugu, eta berriztagarrietan, Europako beste herrialde batzuen oso atzetik goaz. Hori erakusten du, argi eta garbi, Gaindegiak egin duen azterketak. Areago, azterketa horrek agerian uzten duenez, erregai fosilen kontsumoa azken urteotako handiena da une honetan. Beraz, zer trantsizio energetiko ari gara egiten?



Aspaldiko ametsa, itxaropena eta promesa da trantsizio energetikoa; erregai fosilen erabilera murriztea, eta energia-iturri garbi eta berriztagarriekin ordezkatzeta. Aspaldi ulertu genuen funtsezkoa izango dela trantsizio hori, beste gauza askoren artean, orain bolo-bolo dabilen krisi edo larrialdi klimatikoari aurre egiteko. Baina, urteak aurrera doaz, eta Gaindegiak eskaini dizkigun azken datuen arabera, ez dirudi trantsizio handirik egin dugunik.

“Bilakaera teknologiko handia egin dugu —dio Gaindegiako koordinatzaile Imanol Esnaola Arbizak—; erregaietan ere, ikatza atzean utzi, eta iturri garbiagoak baliatzen hasi gara. Hainbat eragile ere sortu da energia-iturri garbiak baliatzeko (Goiener, Nafarkoop, I-ener), eta zenbait udalerrri deszentralizatutako mikroekoizpen-sistemak garatzen ari dira (Lizarraga, Gares, Izaba, Oñati). Baina jarraitzen dugu petrolioarekiko mendekotasun izugarria izaten industrian eta gure eguneroko ohituretan. Petroliotik eratorritako erregaien kontsumoa krisiaren aurreko mailara itzuli da. Eta energia-iturri zaharrak ustiatzen dituen sistemarekin jarraituz, nekez egingo dugu trantsizioa”.

Bat dator Santi Ochoa de Eribe Usabiaga, Goienerreko zuzendaria: “Aurrerapenak egon dira, baina Euskal Herri mailan oso-oso pattal gabiltza. Gure menpekotasuna ikaragarria da oraindik, eta Gaindegiako datuetan oso nabarmen gelditzen da hori. Datuak penagarriak dira”. Arrazoi askorengatik gaude egoera horretan, Ochoa de Eriberen ustez: “Batetik, gizartean ez daukagu sentsazioa hau premiazkoa denik. Bestetik, gure egitura sozioekonomikoa industrian oinarritu da. Eta ez daukagu estrategia oso sendorik ere. Eusko Jaurlaritzan

hainbat plan egin dira, 2014koa, orain 2020koa... baina beti gabiltza Europaren atzetik”.

Euskal Herriko energia datutan

Euskal Herrian kontsumitzen den energiaren % 90 baino gehiago kanpoko iturrietatik ekartzen dugu. Argindarraren zati handi bat Espainiatik eta Frantziatik dator. Eta iturriak oso desberdinak dira bi estatuetan. Espainian nabarmena da iturri kutsagarriekiko mendekotasuna, hala nola, nuklearra, ikatza, fuela eta gasa. Eta Frantzian, berriz, sistema elektrikoa energia nuklearrean oinarritua dago.

Erregai fosilak, berriz, mundu osotik ekartzen ditugu; batik bat, Afrikatik, Ekialde Ertainetik eta Amerikatik. Kontsumoari dagokionez, 2008ko krisiaren ondorioz zertxobait behera egin bazuen ere, 2018an Hego Euskal Herrian dieselaren inoizko kontsumo handiena izan zen, eta, Gaindegiaren aurreikuspenak betetzen badira, 2019an soilik apur bat murriztuko da. Gasolinak, aldiz, gora egingo du; eta, hala, 2019ko erregai fosilen kontsumoa maximo historikoetan egongo da, eta dieselaren nagusitasuna 2007ko maximoan baino handiagoa izango da.

Berriztagarrien Euskal Herriko indizeak, berriz, Alemaniaren eta Europako batezbestekoaren antzekoak dira, baina oso urrun daude herrialde eskan-dinaviarretatik. Energiaren erabilerei erreparatuta, ikus daiteke trantsizioa errazena argindarraren arloan ari dela izaten. Suediak lortu du argindarraren % 100 iturri berriztagarrietatik sortzea; ez, ordea, gainerakoek. Zailena, berriz, garraioak dirudi, baina hor ere, Suedia, Norvegia eta Finlandia indartsu ari dira, besteen aldean. Eta, azkenik, hozte- eta berotze-

Imanol Esnaola Arbiza
Gaindegiaiko koordinatzailea



Santi Ochoa de Eribe Usabiaga
Goienerreko zuzendaria



sistemetan Suedia, Finlandia eta Danimarka nabarmen aurretik daude. Orotara, Alemania eta Herbehereak urrun daude erreferentziazko herrialdeetatik, baita Euskal Herria ere.

Iparraldeko herrialdeek erakusten dutenez, trantsizioan gehiago egin daiteke, eta Euskal Herria atzean geratzen ari da. Herrialdeen arteko hainbat desberdintasun ere kontuan hartu behar dira, jakina. “Alde batetik, zorte handia dute baliabide aldetik”, dio Ochoa de Eribe. “Adibidez, Norvegiak, Finlandiak eta Suediak, ur aldetik baliabide ikaragarriak dituzte, biomasa aldetik, basoen aldetik, baita ere. Eta, bestetik, kontuan hartu behar da proportzioan zer populazio duten azalerarekiko”.

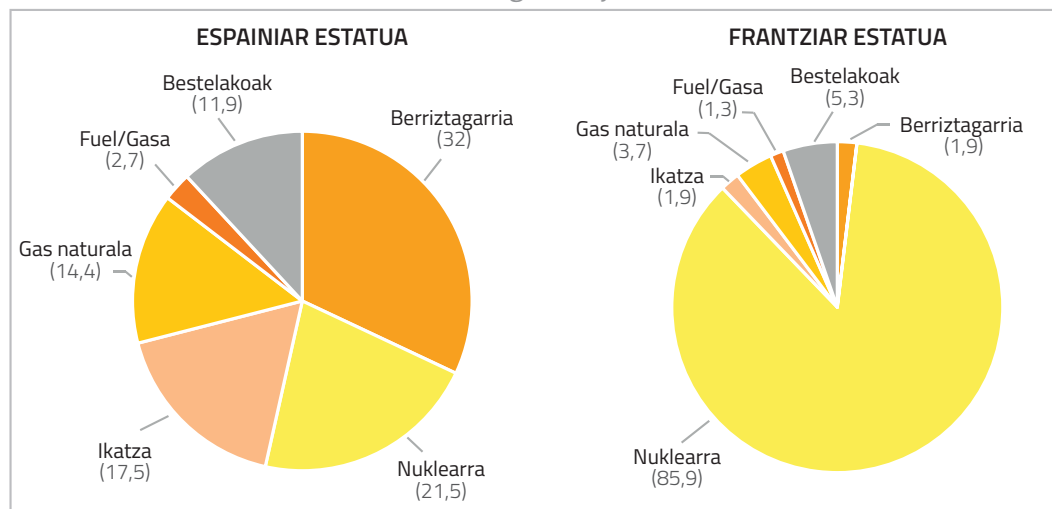
Baina bestelako desberdintasunik ere ikusten du Ochoa de Eribe: “Zer nolako eredu eta ohitura

dauden gizarte-mailan gauzak egiteko. Adibidez, iaz Danimarkan egon nintzen, eta hango batek esan zidan han oso barneratuta dutela tropelean joatearena. Haize handia egiten du han, eta lasterketan bakarrik bazoaz, haizeak bete-betean joko zaitu; aldiz, tropelean denok elkarrekin joanda, taldearen babesa duzu. Kultura hori oso barneratuta dute, eta horrek bultzatzen zaitu akordioak egitera, elkarlana eta abar. Eta han ikus daiteke, ezkerrekoak izan edo eskuinekoak, nahiko antzeko politika energetikoak bultzatzen dituztela”.

Gure baliabideak

Euskal Herrian ekoizten den energia nagusiki iturri berriztagarrietatik dator, baina ez da kontsumoaren % 10 asetzerara iristen. Baliabide aldetik baditugu mugak, baina oraindik bide asko dago egiteko, Ochoa de Eriberen arabera: “Alde batetik, ezagutu

Sistema elektrikorako energiaren jatorria (%). 2017. urtea



“Irtenbidea ez da bakarrik berriztagarriak jartzea. Pentsatu behar dugu, baita ere, zer-nolako bizimodua dugun”

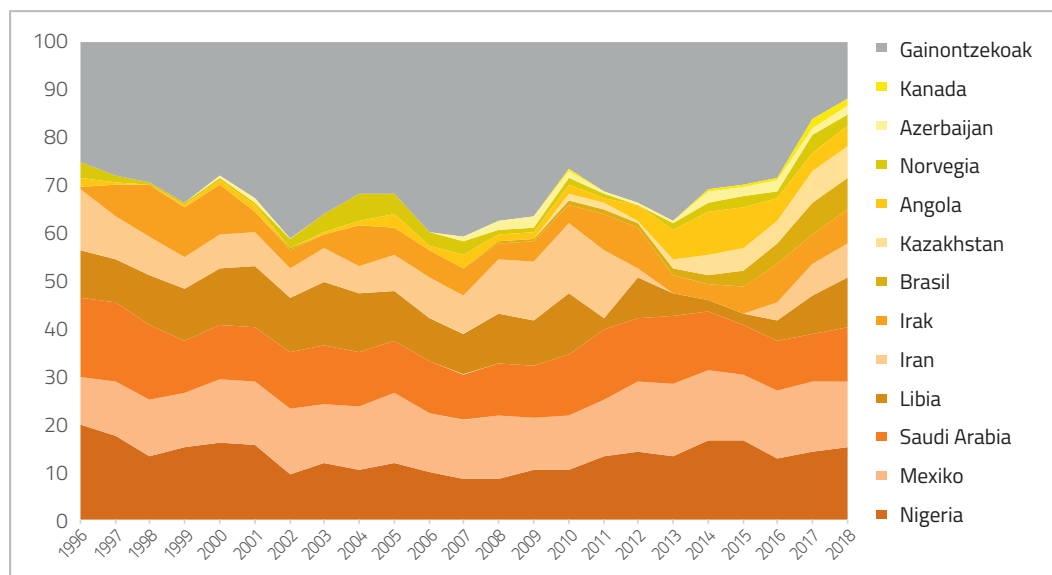
behar dugu zein diren gure baliabideak, eta baliabide horiek nola ustiatu modu jasangarrian”. Gure baliabideen artean, ur-jauziak eta basoak azpimarratzen ditu. “Basoetako egurraren energia erabili daiteke, azpimarratuta modu jasangarrian egin behar dela. Ikusi beharko da hori errentagarria den edo ez, baina hor badaukagu baliabide potolo bat, ustiatu daitekeena, eta ez zaiona behar adina kasu egiten”.

Eguzki-energia ere hor dago. “Nahiz eta erradiazioa hemen txikia izan, erabili daiteke argindarra lortzeko, eta ura berotzeko; beraz, erabil dezagun”. Haizeari, berriz, arazo gehiago ikusten dizkio: “Nafarroan aukera gehiago dago, baina, batez ere autonomia-erkidegoan, aerosorgailuak jartzeko apro-

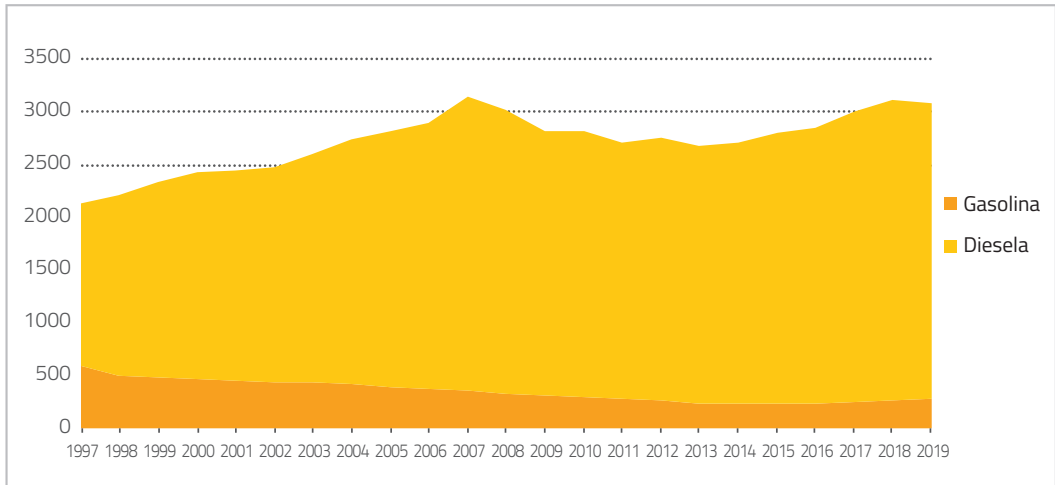
posenak diren lekuak babestutako eremuak dira. Esparru natural horiek zaindu nahi baditugu, zaila da aerosorgailuak jartzea. Eta askotan aipatzen da itsasoan jartzearena, baina hor ere arazoak ditugu, plataforma kontinental oso txikia dugulako. Iparraldeko Itsasoan aerosorgailu mordo bat daude, baina kostatik 40 bat kilometrora. Hemen ezin dugu hori egin. Askoz gertuago jarri beharko genituzke, eta ikusi egingo lirateke, ez dakigu baxurako arrantzan ze eragin izango luketen eta abar. Zerbait sakrifikatu beharko da. Zer nolako sakrifizio-maila nahi dugun, hori mahai ganean jarri beharra dago”.

“Ez dago batere erraza —aitortzen du Ochoa de Eribek—, eta ez da bakarrik irtenbide teknologikoa izango. Hala ere, gauza asko garatzeko ditugu.

Erregai fosilen jatorria (%) Hego Euskal Herrian



Erregai fosilen kontsumoa Hego Euskal Herrian



Adibidez, herri txikietan sortu daitezke auzoko bero-sistemak (*district heating* deritzenak). Argindar-mailan ere gauza asko egin daitezke, sorkuntza banatua deritzona bultzatu, adibidez, eta abar”.

Beste gako bat eraginkortasun energetikoa da. “Gure eraikinek ez balute hainbeste energia kontsumituko, agian berriztagarri txikiekin, eraikinak berak sortu ditzakeenekin, nahikoa izango litzateke, eta ez genuke beharko saretik ezer ekarri”, azaltzen du Ochoa de Eribek.

“Askok dago egiteko”, dio argi eta garbi. “Goiener bezalako alternatibekin txikitik hasi nahi dugu, erakusteko bideragarria izan daitekeela. Honela ez gara aberastuko, baina helburua ezin da izan aberastea. Nola egin aldaketa hori, ordea, gure sistema ekonomikoan? Hor asko falta zaigu”.

Egoera aldatzeko politika publikoak ezinbesteko ikusten ditu Esnaolak: “Energia berriztagarrien ezarpenak politika publiko indartsuak eskatzen ditu. Espainiako estatuak ordezkotako energia-iturrien sustapen politikak eten ditu hainbat urtez. Eta Hego Euskal Herrian gaitasun teknikoa garatzen badihardugu ere, Espainiako politika publiko horrek zeharo

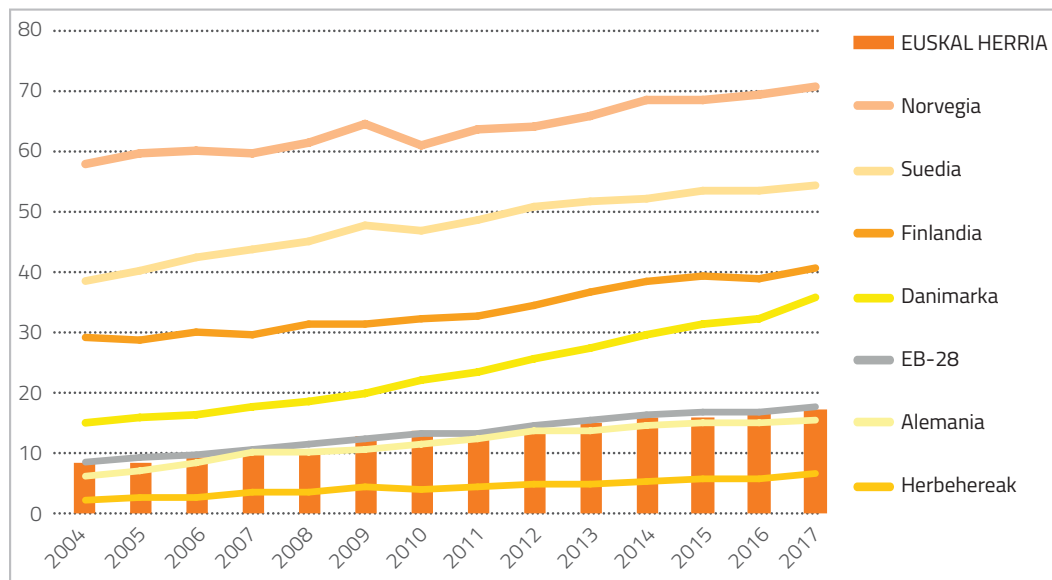
galgatu du berriztagarrien garapena eta ezarpena. Ipar Euskal Herrian egoera bestelakoa da. Frantzia energia nuklearraren zeharo mendeko den arren, trantsizioa aintzat hartzen duten politika publikoak ditu abian. Hala ere, gastu publikoa murriztu beharrean dago Frantziako estatua, eta oraingoz ez du nahikoa behar, baliabide publikoak norabide horretan jartzeko”.

“Euskal herritargoa ohituta dago atzerriko estamentuetan erabaki dadin zein izan behar den eredu energetikoa —dio Esnaolak—; baina gure ongizatea zein kohesio soziala geuk eraikitzen ditugu. Beraz, geroan oreka hori zaindu nahi badugu, energia-trantsizioa ere sartu beharko dugu euskal ekuazioan. Gure baitatik bultzadarik gabe, nekez iritsiko gara egoera berri batera”, dio. “Egoera berri hori pertsonen eta erakundeek eragin beharko dute. Politika eta aurrekontu publikoetan eragiteaz gain, eguneroko praktikak aldatzen lan handia dago egiteko. Bide luzea dugu, esnatu artekoa”.

Teknologia baino gehiago

Izan ere, egiteko daukagun trantsizioak teknologikoaz gain, sozioekonomikoa eta kulturala ere izan beharko du. “Saia gaitezen berriztagarriak ipintzen

Energia berriztagarriak orotara (%). EH eta Europa



lurraldean, ahalik eta gehien, eta begirunez, bai ingurumenarekiko, bai gizartearekiko, eta abar; baina, horrek ere bere mugak ditu”, ohartarazten du Ochoa de Eribek. “Irtenbidea ez da bakarrik berriztagarriak jartzea. Pentsatu behar dugu, baita ere, zer-nolako bizimodua dugun, eta ontzat ematen ditugun gauza asko, agian, ez direla horrela izan behar”.

“Krisi energetikoa eta larrialdi klimatikoa hor daude, bai, baina larrialdi-egoera askoz zabalagoa da”

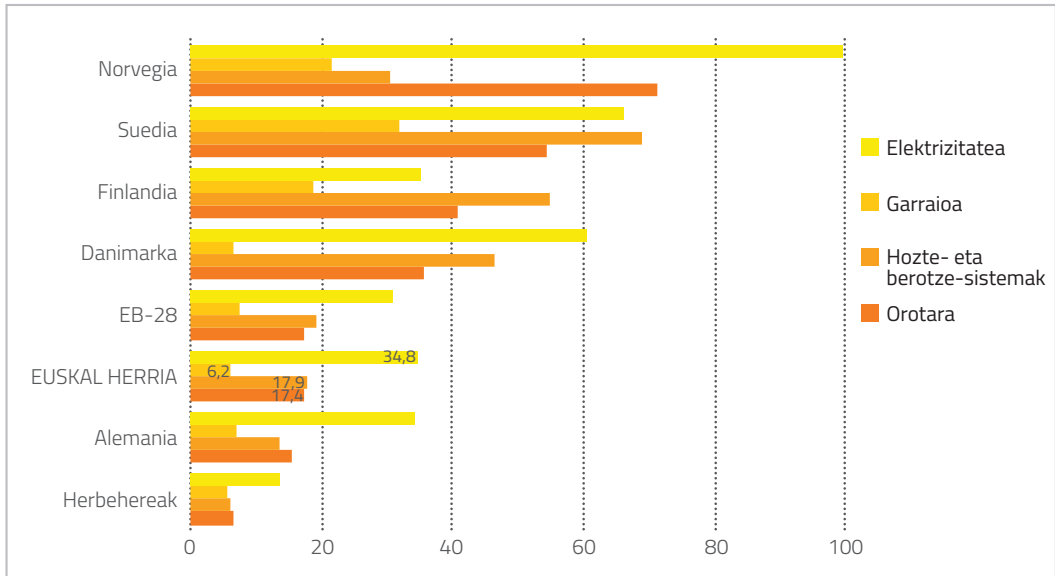
Garraioarena da daukagun arazo larrienetakoa. Energia fosilekiko mendekotasuna sekulakoa da, eta, etorkizun hurbilean ez da irtenbide handirik ikusten. “Ibilgailu elektrikoek asko hitz egiten da —dio Ochoa de Eribek—, baina zenbat ibilgailu elektriko jarri behar ditugu? Oraingo autoen kopuru bera?

Ba al dago horientzako bateriak sortzeko nahikoa mineral? Eta nolako azpiegiturak beharko ditugu?”.

“Jarraitu dezakegu pentsatzen normala dela Gas-teizen bizi eta Baztanera joatea lanera egunero? Eta zer arazo sortzen ditu horrek?”, jarraitzen du Ochoa de Eribek. Arazoa, azken finean, ez da energiarena bakarrik. “Energia da puntu bat zeharkakoa, gizartean, gizarte guztietan, historian zehar; eta askotan falta zaiguna izaten da ikuspegi orokorrago bat. Arazoa da baliabideak nola erabiltzen ditugun, eta, agian, gure gizartetan barneratuta ditugun gauza asko zalantzan jarri beharko genituzkeela”.

Erregai fosilak zein herrialdeetatik ekartzen ditugun ikusteak, adibidez, kezka handia sortzen dio Ochoa de Eiberi. “Oraintxe bertan Algerian eta Ekuadorren gertatzen ari denak lotura zuzena du horrekin. Eta lehen munduaren beharrak asetzeko beharrezkoa bada beste herrialde batzuk desegitea, desegin egiten dira. Hor daude Siria edo Libia, eta orain Venezuelarekin saiatzen ari dira. Desegin, eta gero sar-

Energia berriztagarriak (%). EH eta Europa.



tuko dira enpresen bidez, edo ondoko herrialdeen bidez, hango baliabideak eskuratzera”.

“Krisi energetikoa eta larrialdi klimatikoa hor dau-de, bai, baina larrialdi-egoera askoz zabalagoa da”, ohartarazi du Ochoa de Eribek.

Esnaolarentzat ere krisi energetikoa egiturazko krisia da: “Energia-kontsumo jakin baten gainean eraiki ditugu gure negozio-ereduak, zerbitzuak eta bizimodua”. Eta, etorkizuna gatazkatsua irudikatzen du: “Munduko geopolitika nola dagoen ikusi beste-rik ez dago. Petrolio-putzuak, olio- eta gas-bideak, mineral arraroak eta abar gatazka-iturri bihurtu dira. Ez dirudi petrolio urriko munduan oreka eta elkarta-suna nagusituko direnik. Euskal Herritik begiratuta, halaber, kanpoko eraginez gain, gure praktika publi-koak eta kontsumo joerak egokitu beharko ditugu”.

Illo horretan, itxaropen-printzaren bat ikusten du Ochoa de Eribek gure gizartean: “Konturatu gara badaudela hainbat ekimen txiki eta oso txiki, nahiz eta oso ikusgarriak ez izan, suertatzen ari direnak.

Jendea zerbait desberdina bilatzen ari da. Joera hori gizartearen gehiengoarena izan ez arren, zerbait mugitzen ari da. Eta hori da niretzat, trantsizioaren ikuspuntutik, ia berririk onena”.

“Gu energiaren sorkuntza eta kontsumoa erantzu-kizunez egitea bultzatzeko asmoz hasi ginen, bai-na konturatu gara hau askoz handiagoa dela: eredu ekonomikoa, eta gizarte-eredua nola aldatu landu beharra dagoela. Eta ikusten dugu gako handiena hortik datorrela”.

Etorkizunera begira, “irudikatzen dut gizarte bat ohitu beharko duena baliabide gutxirekin gauzak egiten, eta, ondorioz, lortuko duena beste harre-man bat bertako baliabideekin eta ingurunearekin. Eta nik uste joango garela ikusten geroz eta ber-riztagarri gehiago, baina, aldi berean, baita eredu sozioekonomiko desberdinak ere”.

Esnaolak ere badu itxaropenik: “Petrolioak ekarri-tako txinpartarik gabe ongi bizi gaitezke, baina ho-rretan ere denok ikasi beharko dugu”.

CAR immunoterapia: ate bat itxaropenera

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Azken urte hauetan, bide berriak sortu dira orain arte tratamendurik ez zuten minbiziei aurre egiteko. Horien artean, CAR immunoterapia nabarmentzen da, oso azkar egin duelako ikerketatik aplikaziorako bidea, eta emaitza ikusgarriak ematen ari delako. Izaskun Zeberio Etxetxiak Donostiako Unibertsitate Ospitalean erabiltzen du tratamendu hori, ondo egokitzen zaien pazienteekin, eta ez du zalantzarik: ate bat ireki die ohiko tratamenduek huts egiten dien kasuei.

Izaskun Zeberio Etxetxia onkohematologoak kartsu hitz egiten du bere lanari buruz. Nafarroako Ospitalean eta Memorial Sloan-Kettering Minbizi Zentroan (New York) ikertzen eta lanean aritu ondoren, 2014tik Donostiako Unibertsitate Ospitalean dabil. Linfoma Unitateko erreferentea da, eta, azaldu duenez, eguneko arreta ematen diete ingresatu beharrik ez duten pazientei: "Ahal dela, saiatzen gara ez ingresatzen; pazientearentzat askoz ere atseginagoa eta samurragoa baita".

Tratamenduetan izaten ari den bilakaeraren lekuko zuzena da, eta bertatik bertara bizi du immunoterapiak ireki duen atea. Azaldu duenez, tratamendu klasikoak kimioterapia da: "Erraz ulertzeko, minbizizelulak behar baino gehiago ugaltzen diren eta hiltzen ez diren zelulak dira, eta kimioterapiak zelularen zikloa mozten du".

Immunoterapian fokua beste bat da: indarra minbizizelula suntsitzean jarri beharrean, immunitate-sistema indartzean edo areagotzean jartzen da. "Hain zuzen, horri eman zioten [2018ko Medikuntzako Nobel saria](#)", gogoratu du Zeberio. "Ikerketa haiei esker, badakigu tumore-zelulak ezkutatu egiten direla, immunitate-sistemaren zaintza-siste-

mak ez ditzan detektatu eta suntsitu. Seinale bat bidaltzen dute, babes-eremu bat sortzeko, eta seinale horiek blokeatzen dituzten antigorputz monoklonalak garatu zituztenei eman zieten Nobel saria".

Gaur egun ere erabiltzen dira antigorputz monoklonalak, baina, horiez gain, indar handia hartu dute orain CAR zelulek: "Itxaropen handia piztu dute. Ebidentzietan oinarritutako itxaropena; ez gehiegizkoa", adierazi du.

Haren esanean, hogeitaz bakoitza bakoitzaren daramatzate CAR zelulekin ikertzen, eta entsegu kliniko ugari egin dira, batez ere AEBetan eta Txinan, eta dagoeneko iritsi dira klinikara: "Duela urtebetetik badago aukera terapia hori aplikatzeko osasun-sistema publikoan".

Kimera bat da muina

CAR akronimoak *chimeric antigen receptor* esan nahi du, hau da, antígeno-errezeptore kimerikoa. Hori egiteko, pazienteari immunitate-sistemaren zelula batzuk ateratzen zaizkio. "Normalean T zelulak izaten dira; horrenbestez, CAR-T terapia deitzen zaio. Baina egin daiteke beste zelula batzuekin, adibidez, NK zelulekin. Transfusioen eta Giza Ehunen Euskal



ARG.: Frantab/Shutterstock.

Autonomia Erkidegoko Zentroko Cristina Egizabal Argaiz oso ikerketa interesgarriak egiten ari da horiekin”, dio Zeberio.

“CAR akronimoak chimeric antigen receptor esan nahi du, hau da, antigeno-erzeptore kimerikoa”

Nolanahi ere, oraingoz aplikazio klinikora iritsi dena CAR-T zelulen terapia da. Hortaz, pazienteari T zelulak erazten zaizkio, eta, prozesu oso konplexu eta garesti baten bitartez, T zelula horri erzeptore berri bat sartzen zaio. Erzeptore horri esker, T zelulak askoz ere ahalmen handiagoa du minbizi-zelulen antigenoak detektatzeko eta suntsitzeko.

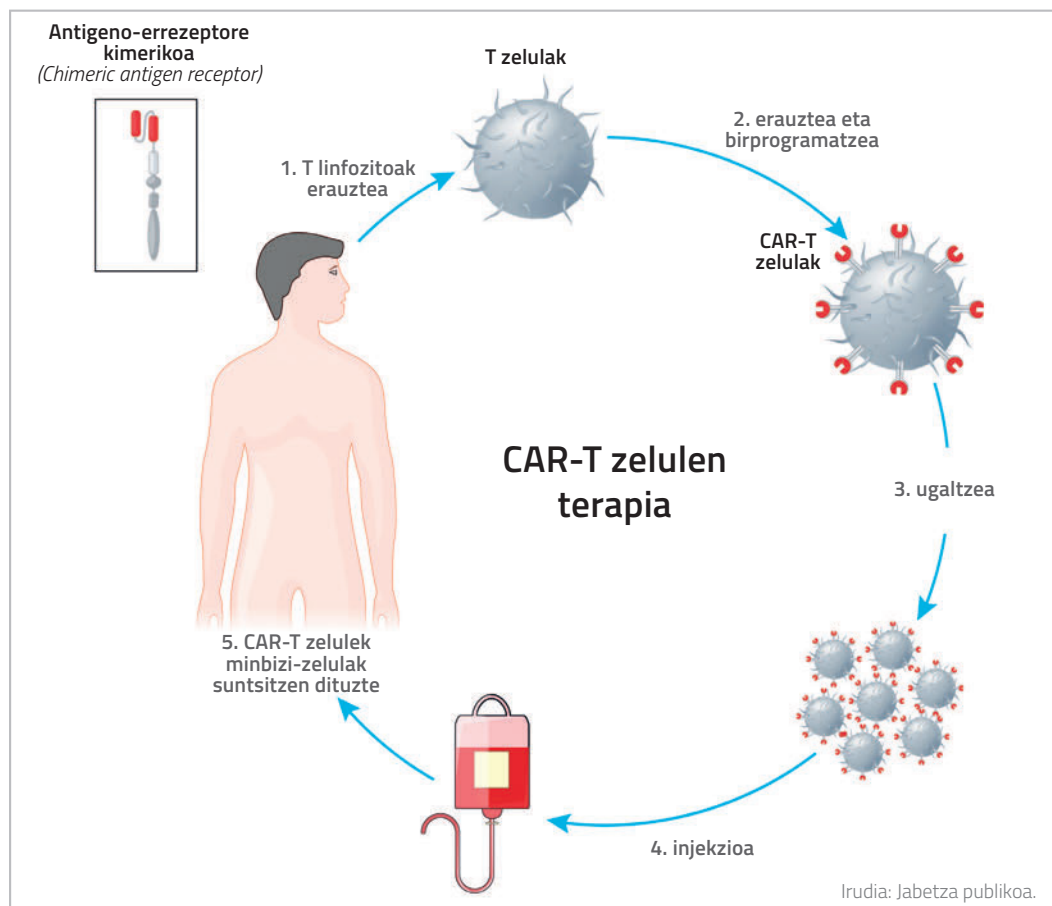
Eta hortik dator izena. Zeberio: “Kimera greziar mitologiako munstro bat da, ahuntz-, lehoi- eta

herensuge-zatiz osatua. Bada, erzeptore kimerikoan, B eta T linfozitoen nahasketa bat egiten da. B linfozitoaren zatiak antigenoa detektatzen du, eta T linfozitoarena zelulan barneratzen da, eta aktibatze eta ugaltze seinala ematen du”.

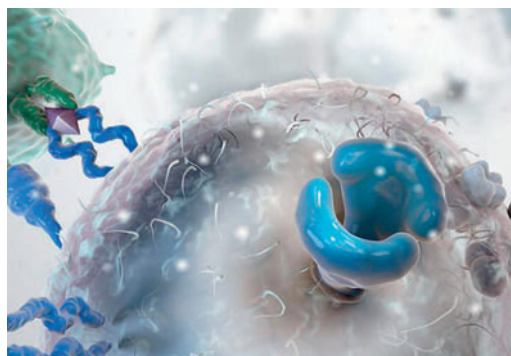
Teknologia hori hainbat antigenotarako diseina daiteke. Zeberio dioenez, hematologian antigeno bat nagusitzen da, CD19 antigenoa; horregatik, erabiltzen den CAR-T zelulak haren aurkakoak dira. “Horrenbestez, garapen handiena eta emaitza onenak CD19 antigenoa espresatzen den B lerroko minbizietan lortu dira. Bereziki, leuzemia akutu linfoblastikoan, alegia, umeek izaten duten leuzemian. Horrez gain, ez-Hodgkin B limfoma guztiek ere (guk tratatzen ditugun linfomen % 90) CD19 espresatzen dute”.

Ikerketatik klinikara

Entsegu klinikoan emaitzetan oinarrituta, 2017an AEBetako Elikagaien eta Sendagaien Agentziak, FDAk, CAR-T zelulen erabilera komertziala onartu



zuen, eta urtebete geroago onartu zuen Europako Sendagaien Agentziak, EMAk. Espainian, 2018ko azarotik dago aukera terapia erabiltzeko zentroetan.



Pazientearen T linfotzitoei errezeptore bat sartzen zaie, CAR-T zelulak sortzeko. ARG.: Val Altounian/Science Translational Medicine.

“Oso garrantzitsua da ondo aukeratzea benetan onura jasoko duten pazienteak”, ohartarazi du Zeberio. “Egia da aurreikuspen oso handiak sortu dituela, paziente horiek ez baitute bestelako aukerarik, baina kontuan izan behar da ardura handia dela: ondo hautatu behar dira tratamendua onuragarria izango zaien pazienteak, prozedura oso zaila delako, oso garestia, eta albo-ondorio larriak izan ditzakeelako. Ez da paziente guztientzat, eta ardura handiz erabaki behar dugu nori eman”.

“Gainera, ez da ahaztu behar terapiak albo-ondorio nabarmenak dituela”. Izan ere, lehenik pazienteari T linfotzitoak erazten zaizkio, eta AEBetara bidaltzen dira. Han, erretrovirus edo lentivirus batzuen bidez, errezeptorea sartzen diete linfotzitoei. Gero, laborategian ugaltu egiten dituzte, eta bueltan bidaltzen dituzte. Bitartean, 5 aste igaro daitez-



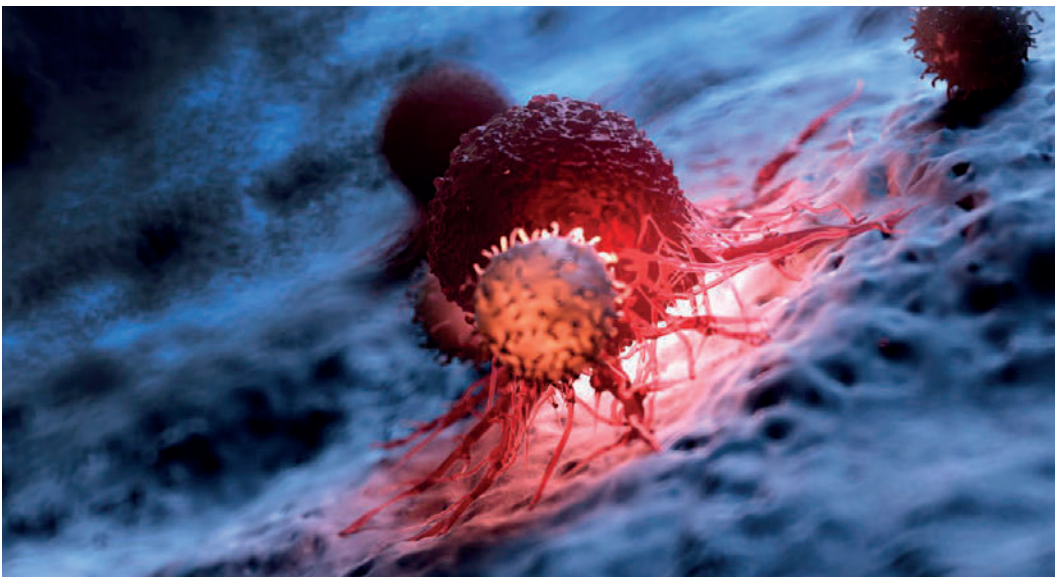
ke, eta, tarte horretan pazientea nola tratatu ere aztertu behar da. Zelulak iritsitakoan, pazienteari txertatzen zaizkio.

Pazienteak jasotzen dituenean, lehen bi asteetan toxikotasuna dagoela azaldu du Zeberio: “Hori dela eta, pazienteak egoera onean egon behar du. Kontuan izan behar da borroka bat pizten dela jaso dituen T linfozitoen eta pazientearen minbizi-zelulen eta beste zelula batzuen artean. Zitokinen ekaitza sortzen da, eta horrek shock-a eta arnas gutxiegitasuna eragin dezake. Orduan, zainketa berezietan artatu behar da pazienteak”.

Ez da harritzekoa, beraz, arduraz jokatu behar dutela azpimarratzea. “Ez da ahaztu behar oso kasu gutxiarekin onartu zela terapia hau. Hain emaitza

onak ematen dituen bezala beste aukerarik ez duten pazienteekin, oso azkar egin du jauzia ikertzaileren entseguetatik ospitaleetako praktikara, baina segurtasuna eta eraginkortasuna zorrotz neurtu behar ditugu. Nolabait, 3. fase klinikoan egongo balira bezala da”. Azken finean, lehentasuna pazienteak sendatzea da, baina, aldi berean, ikasten eta hobetzen ari dira.

Zitokinen ekaitzaz gain, batzuetan neurotoxikotasuna ere sortzen dela zehaztu du. Oraindik ez dute oso ondo ulertzen mekanismoa, baina paziente batzuek neurotoxikotasuna pairatzen dute: hasi nahasmendu eta idazteko edo hitz egiteko zailtasunetik, koman sartu arterainokoa. Arrisku horiei aurre egiteko, beraz, argi dago pazienteak indartsu egon behar duela eraldatutako linfozitoak jasotzeko unean.



Linfozito bat minbizi-zelula bati eraso egiten. ARG.: La Jolla Institutua.

“Medikuok onurak eta arriskuak neurtu behar ditugu, eta onura arriskua baino handiagoa bada bakarrik ezarriko dugu tratamendua. Ez da guztientzat”

Garbi dio Zeberio: “Medikuok onurak eta arriskuak neurtu behar ditugu, eta bakarrik ezarriko dugu tratamendua onura arriskua baino handiagoa bada. Ez da guztientzako”.

Irizpide zorrotzak, plan xehea

Espainian, Terapia Aurreratuen Planak zehazten du zein irizpideren arabera ezarri CAR-T tratamendua. Hitzez hitz, hau da aipatutako planaren helburua: CAR sendagaien, eta, gaur egun, CAR-T-en erabilera antolatzea, modu planifikatuan, bidezkoan, seguruan eta eraginkorrean, osasun-sistema publikoan; baita haien ikerketa eta ekoizpena, osasun-sistema publikoaren eremu akademikoan, kalitate-, segurtasun- eta eraginkortasun-estandarrak bermatzen diren kondizioetan.

Zeberioi begi onez ikusten du plana. Haren esanetan, oso garrantzitsua da kasuak zentralizatzea eta taldeak ondo prestatuta egotea. Esperientzia ere beharrezkoa da: “Ez da zure esperientzia. Medikuntzan ezinbestekoa da talde-lana, eta, terapia hauetan, beste inon baino gehiago. Pazienteek hematologia-zerbitzuan jasotzen dute tratamendua, baina zerbitzu ugaritako profesionalen lana sartzen da tartean, eta denek izan behar dute formazioa: erizainek, intentsibistek, neurologoek, infekziosetakoek; immunoloek... Hau da, diziplinarteko talde bat behar da, ondo formatua”.

Horregatik, beharrezkoak dira irizpide zorrotzak. Haien arabera, Espainian zortzi zentro daude izendatuta CAR-T zelulen terapiak jartzeko; Europarekin alderatuta, populazioa aintzat hartuta, ez dira gutxi. Euskal Herrian ez dago bakar bat ere, baina, Zeberioaren ustez, hori ez da txartzat jo behar: “Gauzak

ondo egin behar dira. Euskal Autonomia Erkidegoan badago plan bat, eta erabakita dago, etorkizunean, Donostiako Unibertsitate Ospitalea CAR terapien zentroa izatea. Horretarako prestatzen ari gara”.



CAR-T zelulak, pazienteari injecktatzeko prest.
ARG.: Pennsylvaniako Unibertsitatea.

Bitartean, pazienteei jarraipena Donostiako Unibertsitate Ospitalean bertan egiten diete, baina tratamendua jasotzera zortzi zentro horietako batera bidaltzen dituzte. Oraingoz, aukerako pazienteak CD19 antigenoa duten B lerroko tumoreak dituztenak dira, baina Zeberioi itxaropena du denborarekin lortuko dela teknologia hori erabiltzea beste tumore batzuetan, hala nola, tumore solidoetan. Gero eta gehiago ari da zabaltzen, beraz, itxaropenerako atea. ●

berria *lagun* egin nahi duzu?

BERRIALagunak BERRIA proiektuari ekarpen ekonomikoa egiten dioten lagunak dira, edozein dela ere aukeratzen duten modalitatea.

Zure ohitura eta baliabideen arabera, aukeratu ondoen datorkizuna:

BERRIALaguna

Hilean 10 € edo urtean 100 €

Abantailak:

- BERRIA PDFn
- Irakurle gisa zerbitzu berezietarako sarbidea
- Zozketa, gonbidapen eta deskontu eskusiboak

BERRIALagun harpideduna*

Aukeratu harpidetza mota:

Asteartetik igandera, **hilean 36 €**

Asteartetik ostiralera, **hilean 23 €**

Ostiraletik igandera, **hilean 21,3 €**

Asteburukoa, **hilean 15 €**

Abantailak:

- Egunkaria etxean edo kioskoan
- BERRIA PDFn
- Irakurle gisa zerbitzu berezietarako sarbidea
- Zozketa, gonbidapen eta deskontu eskusiboak



Euskarazko kazetaritza independente eta kalitatezkoa egiten segitzeko, zure konpromisoa ezinbestekoa dugu.

Idatzi gurekin etorkizuna. Izan **berria** *laguna*
Berria.eus/geroazugan • 943-30 43 45

DoH

webean pribatutasuna
bermatzeko azken pausoa

Webeko jardueretan erabiltzaileon pribatutasuna eta segurtasuna bermatzeko helburuarekin, hainbat aldaketa egin dituzte azken urteetan sareko agente garrantzitsuenek. Bide horretan ematen ari den azken pausoa da konfidentzialtasuna ezartzea DNS sistemak egiten dituen eskaeretan ere; eskaerak HTTPS protokolo seguruaren bidez egin daitezen bultzatzen da, DoH deitu duten teknologiaren bidez.

[Duela ia bost urte \(zehazki, 2015eko urtarrilean\) atal honetan idatzitako artikulua batean kontatzen genuen](#) nola neurriak hartzen ari ziren [webeko](#) eragile nagusiak erabiltzaileon jarduera inork ezin zelatatu ahal izateko. Han genionez, aurkeztu berri zen [HTTP protokoloaren](#) bertsio berri bat, [HTTP/2](#) izenekoa, non ahal den guztietan nabigazioa [HTTPSren](#) gainean egiten den (HTTPS protokoloan komunikazio guztia zifratua doa). Web-nabigatzaile guztiek 2015aren amaierarako jada inplementatua zuten HTTP/2 protokoloa.

Artikulu hartan, laster sortzekoa zen [Let's Encrypt ziurtagiri-jaulkitzailearen](#) berri ere ematen genuen, web-zerbitzarietan HTTPSren erabilera sustatuko zuena. Ekimen horrek aukera emango zien lehenbizikoz web-zerbitzariari [ziurtagiri digitalak](#) dohainik eta erraz eskuratu eta berriztatzeko. 2016ko apirilean jarri zen martxan zerbitzua, eta asko zabaldu dela esango nuke.

Alabaina, webgune batekiko komunikazioak osoki HTTPS bidez egiten ditugunean ere, bada web-nabigazioaren beste osagarri oso garrantzitsu eta beharrezko bat, oraingoz ez duena segurtasun-

sun- eta pribatutasun-neurririk, eta espioitzaren eta amarruen aurrean babesgabe uzten gaituena: DNS sistema.

Zer da DNS sistema?

[DNS](#) siglek *Domain Name System* esan nahi dute, hau da, domeinu-izenen sistema. [Domeinu-izenak](#) webeko zerbitzuak eta webguneak identifikatzeko gizakiok erabiltzen ditugun izenak dira: [www.google.com](#), [www.berria.eus...](#) Baina web-zerbitzariak [IP helbide](#) baten bidez identifikatu eta aurkitzen dira Interneten, 172.217.17.4 edo 145.239.192.54 modukoak direnak. Beraz, web-nabigatzaile batek web-orri bat atzitu ahal izateko, aurrez jakin behar du eskatutako domeinu-izena zer IP helbideri dagokion. Eta horretarako da DNS sistema.

Interneteko zerbitzuetako bat da DNS. Eta zerbitzu banatua da: zerbitzari batzuek domeinu batzuen informazioa dute, eta beste batzuek, beste batzue-na. Gure ordenagailuak lehen eskaera DNS-ebazle bati egiten dio, eta hark bideratzen ditu eskaerak beste zerbitzarietara, domeinu-izenari dagokion IP helbidea lortu arte.

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea



ARG.: Gerd Altmann / Pixabay

DNS protokoloaren arazoak

DNS protokoloa weba baino lehenagokoa da, 1983koa, eta geroztik apenas izan du aldaketa edo segurtasun-eguneraketa garrantzitsurik. DNS-eskaerak eta erantzunak ez doaz zifratuta, eta horrek segurtasun-arriskuak eta pribatutasun eza dakartza.

Alde batetik, Interneteko gure zerbitzu-hornitzaileak, konektatu garen WiFiaren jabeak zein DNS-eskaera eta erantzunen bidean zeharkatzen diren tarteko zerbitzari eta router guztiek ikusten dute zer DNS-eskaera egiten ari garen, eta, beraz, zer webgune bisitatu nahi dugun. Hori balia daiteke, adibidez, gure lehentasunen profil bat egiteko eta publizitate-enpresei saltzeko.

Bestetik, bidean dagoen edozeinek alda dezake erantzunaren IP helbidea, eta behar ez den orri batera bidali. Hala, gure bankuaren edo posta-hornitzailearen webgunera joatea eskatzen dugunean, itxura bereko webgune maltzur batera bidera gai-

tzakete, eta gure datuak lapurtu. Edo saltoki handi batean gaudela telefonoa baliatu nahi badugu ikusteko ea produktu bat konpetentziak merkeago duen, saltokiko WiFiaren bidez konektatu bagara, esan diezagukete konpetentziaren webgunea ez dabilela. Kasu horiek apur bat muturrekoak eta ez hain ohikoak badira ere, DNS-erantzunaren aldaketa hori bera baliatzen da zentsurarako; berriki, [Tsunami Democràtic](#)-en webguneak ixteko, adibidez. Internet-hornitzaileei agintzen zaie domeinu horietarako eskaerak beste IP helbide batera bideratzeko, non webgune hori itxi dela adierazten duen web-orri bat erakusten den.

Konponbidea, DoH

Horren irtenbidea [DoH \(DNS over HTTPS\)](#) izan daiteke, DNS-eskaerak eta -erantzunak HTTPS protokolo zifratuaren bidez egiten dituen teknologia, alegia. Hala, mezuak zifratuta daudenez, tartean daudenek ezin dute ikusi zer domeinu bisitatu nahi dugun eta ezin dute erantzuneko IP helbidea aldatu.

“DoH zabalkundea izaten ari bada ere, kritikak ere jasotzen ari da, eta polemika bat baino gehiago piztu ditu.”

Web-nabigatzaile nagusiek jada inplementatu dute. Firefoxek duela urtebete baino gehiago ematen du aukeran, baina ez lehenespen gisa; eskuz aktibatu behar dugu. Googleren Chrome nabigatzaileak ere aurtengo irailetik ematen du erabiltzeko aukera, eta Androidek, 9 bertsiotik aurrera.

DNS-ebazle batzuek ere inplementatu dute jada; Cloudflare enpresa ezagunak, adibidez (hau erabiltzen du Firefoxek lehenespen gisa). Chromek, bestalde, Googlek berak eskaintzen duen DoH-ebazle bat darabil.

Benetan da konponbidea?

DoH zabalkundea izaten ari bada ere, mundu guztiak ez du begi onez ikusten. Kritikak ere jasotzen ari da, eta polemika bat baino gehiago piztu ditu.

Batetik, esaten dute DoH-arekin ere ezerk ez duela bermatzen DNS-ebazleak ez duenik gure nabigazioaren profila egingo eta publizitate-enpresei salduko, eta arrazoia dute; kasu horretan, DNS ebasle deitu beharko genioke (barkatu, txiste txarra ;-). Baina inoiz ekidin ezin izango den kontu bat da hori, beti fidatu beharko dugu DNS-ebazleaz.

Bestetik, orain artean, ordenagailuko sistema eragile mailan guztientzat definituta dagoen DNS-ebazlea erabili izan dute Internet-zerbitzu guztiek. Etxeko sareetan, Interneteko gure zerbitzu-hornitzaileak routerrean definitutako ebazlea izan ohi da, eta enpresetakoetan, sistema-administrariak definitutakoa. Haiek iragazkiak jar ditzakete DNS-ebazleetan edo routerrean bertan, hainbat tokitara sar ez gaitzen. Gure seme-alabek zer webgunetan nabiga dezaketen mugatzeko erabil-

tzen den softwareak ere DNS sistema baliatzen du, eta baita webgune maltzurak saihesten dituzten antibirusek eta suhesiek ere. Web-nabigatzaileak sistemako DNSa erabili beharrean DoH-ebazle bat erabiltzen badu, ezin dute hori egin.

Azkenik, gorago aipatutako zentsura ekiditen du DoH sistemak. Erraz egiazta dezakezu hori: DoH aktibatu Firefoxen ezarpenetan eta [Tsunami Democràtic](#)en webgunea arazorik gabe ikusi ahal izango duzu. Eta, jakina, gobernuak ez dute hori atsegin...

Enpresen, Interneteko konexio-hornitzaileen, software-ekoizleen eta gobernuen kritikak ikusita, Mozillak esan du Firefoxek begiratuko duela ea sairean edo sisteman enpresa- edo guraso-iragazkirik instalatuta dagoen, eta hala bada, ez duela DoH erabiliko. Horrez gain, esan du herrialde batzuetan ez duela DoH lehenetsita jarriko, zilegi diren gobernu-blokeoak nola onartu adostu arte. Baina nola erabakiko du zer herrialdetako gobernu-blokeoak diren zilegi, eta zein diren zentsura? Txina, Turkia eta halakoetan soilik jarriko du DoH, zentsura ekiditeko? Eta Espainian zein Frantzian? Azkenean, besteak beste, zentsura ekiditeko sortutako sistemari kasu batzuetan zentsura onartzeko bidea irekitzen dio Mozillak horrela.

Horiek guztiak ikusita, argi dago izenburuan esan dugunean DNS over HTTPS dela webean pribatasuna bermatzeko azken pausoa, *azken* horrek berriena adierazi nahi duela eta ez besterik ez dela behar izango... Soka luzea ekarriko du oraindik webeko segurtasun eta pribatutasunaren gai honek. ●



Gazteberri
Nire aldizkaria!

gazteberri.eus

50.000
ale hilero
Euskal Herriko
herri guztietan
Zabalkunde handiena
duen gazteentzako
aldizkaria

Thomas Midgley

Berunezko aurkikuntzak

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

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

1924ko urriaren 23an, osteguna, Ernest Oelgertek lankideei esan zien norbait jarraika zebilkiola. Ostiralean, lantegian zehar korrika ikusi zuten, “hiru batera datozkit gainera!” oihuka. Ospitalera eraman zuten. Hurrengo egunean hil zen. Ordurako beste lau lankide ere ospitalean zeuden: William Kresgek hamar kilo galdu zituen lau astetan, modu ulertezinean; William McSween ondoezik iritsi zen etxera gauean, eta egunsentian mamuei joka harrapatu zuten; Herbert Fuson ere alkandora hertsagarria jantzita eraman zuten, burua galduta; eta, Walter Dymockek bere gelako leihotik jauzi egin zuen.

“Gas arraro batek bat hil eta lau zoratu ditu”, zioen, astelehenean, [The New York Times-eko lerroburuak](#). Ostegunerako denak zeuden hilda. Standard Oil enpresaren Baywayko fabrikako (New Jersey, Estatu Batuak) langileak ziren. Berun tetraetiloa ekoizten zuten, gasolinaren gehigarri gisa erabiltzeko. Aste-beteren buruan beste 35 langile gaixotu ziren.

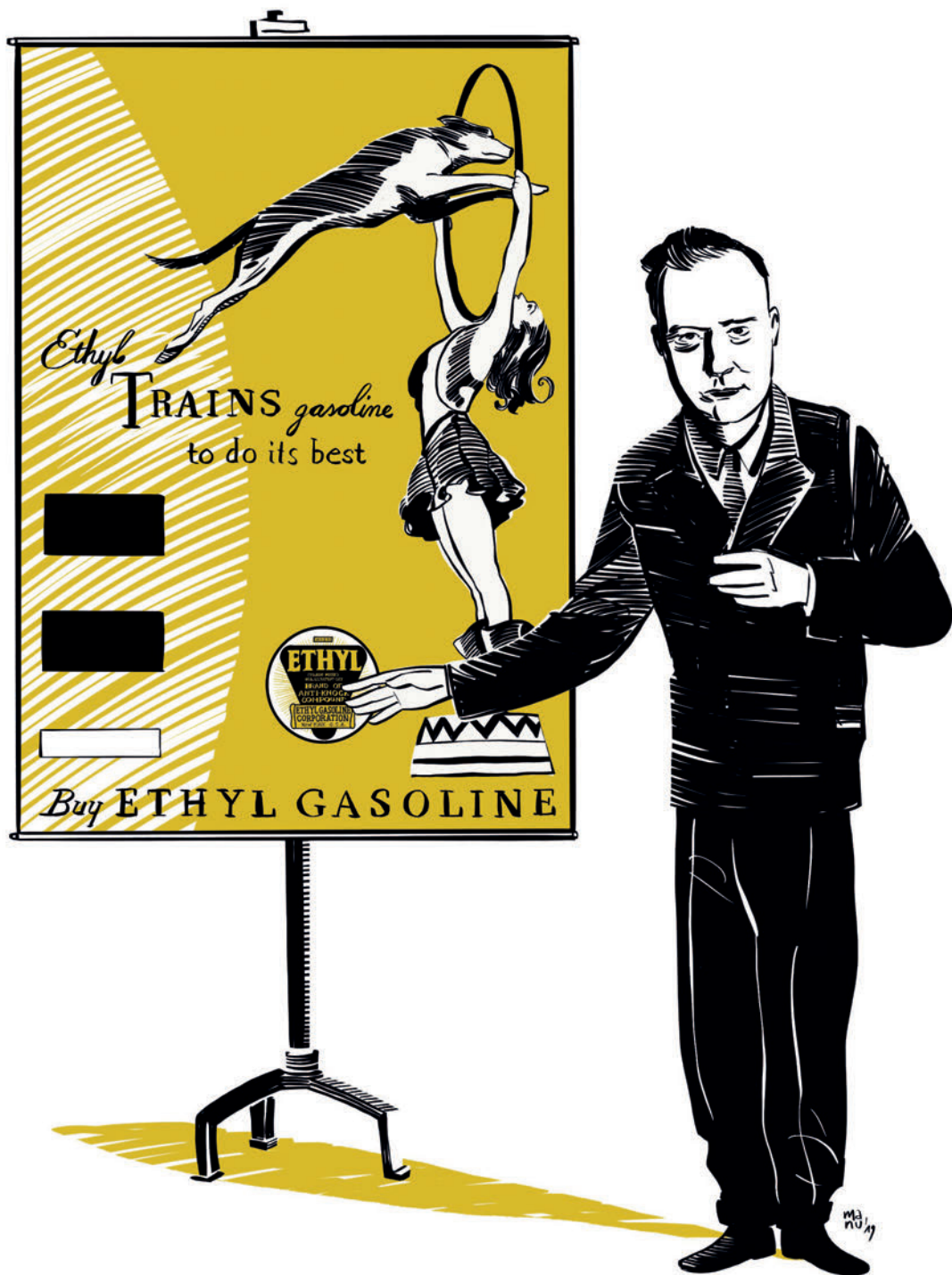
Ez ziren berun tetraetiloarekin lan egiteagatik gaixotzen edo hiltzen ziren lehenak (ezta azkenak ere), baina ordura artekoak nahiko isilpean gelditu ziren. Baywayko kasuak, ordea, prentsan agertu ziren. “Seguruenik, gogorregi lan egin dutelako gaixotu dira langile hauek”, bota zuen enpresaren ordezkari batek. Gero, sortutako aztoramenari erantzuteko prentsaurreko bat eman zuen Thomas Midgleyek, berun tetraetiloa ekoizten zuen konpainiaren lehenakariordeak. Langileei bota zien errua, esanez eskularruak eta gas-maskarak ez zituztela erabili nahi izaten, eta ez zirela jabetzen hura “gizonen

lan” bat zela. Kazetariei ziurtatu zien behar bezala lan eginez gero, ez zegoela inolako arriskurik. Jarraian, laguntzaile bati berun tetraetiloa ekartzeko eskatu, eta eskuak harekin garbitu zituen. “Ez naiz inolako arriskurik hartzen ari —esan zuen, eskuak musuzapiarekin lehortzen zituen bitartean—; eta hau egunero eginez gero ere ez nuke arriskurik”.

Hiru urte lehenago aurkitu zuen Midgleyek autoen motorrek zuten arazo gogaikarri baten irtenbidea. Autorik onenetan ere eztanda etengabeak gertatzen ziren, motorrean gasolina erretzean; askotan, erabiltzaileak asaldatzeraino. Midgley ingeniari gaztea General Motorsen lanean hasi zenean, arazo hori nola konpondu ikertzen hasi zen. Sei urtez aritu zen ehunka konposaturekin probak egiten, eta aurkitu zituen eztandak gutxitzea eragiten zuten batzuk.

Gehienek bazuten arazoren bat, ordea: korrosio-boegiak ziren, lortzeko zailak, garestiak... Telurioak, adibidez, eztandak gutxitzen zituen, bai, baina sekulako kiratsa uzten zuen; “hain sarkorra, ezen bainatu eta arropak aldatuta ere ez baitzen joaten”, kontatzen zuen Midgleyek. Zazpi hilabetez sotoan lo egin behar izan zuen, emaztearentzat jasanezina baitzen kirats hura. “Ez dut uste, honek erregaien ekonomia bikoiztuko balu ere, gizateriak usain hau jasango lukeenik”.

1921eko abenduan probatu zuten, lehenengoz, berun tetraetiloa. Konposatu itxaropentsua zen. Antzeko konposatu batzuekin egindako probengatik,



*“Gehigarri perfektua aurkitu zuten.
Ez zuten kontuan hartu izugarri toxikoa
eta are hilgarria zela”*

Midgleyek bazekien ongi funtziona zezakeela, eta egiteko erraza eta merkea zen. Probarako motorrean sartu zutenean, eztandak isildu egin ziren, ez zegon usain txarrik, eta motorra urruma gozoan zebilen... Midgley eta kideak dantzan hasi ziren.

Gehigarri perfektua aurkitu zuten. Ez zuten kontuan hartu, 1954an alemaniar batek aurkitu zuenetik, ia 70 urtean ez zitzaiola erabilera komertzialik eman konposatu horri, izugarri toxikoa eta are hilgarria zelako. Berunak ordurako zuen izen txarra bai, hartu zuten kontuan, eta Ethyl deitu zioten berundun gasolinari. Hura ekoizteko Ethyl Corporation sortu zuten General Motorsek eta Standard Oilek.

Beruna gorputzean pilatzeak eragiten zituen kalteak ezagunak ziren, eta gasolina hura erretzean isuriko zen berunarekin kezkatuta idatzi zien Osa-sun Publikoaren Zerbitzuko buruak, 1922ko abenduan. Midgleyek erantzun zion ez zegoela datu esperimentalik, baina lasai egoteko: “kaleetan seguruenik hain berun gutxi egongo da, ezen ezingo baita detektatu ere egin”.

1923ko otsailean hasi ziren saltzen berundun gasolina. Hilabete batzuetara, Indianapolis 500 autolasterketa ospetsuan Ethyl gasolina erabili zuten autoak izan ziren lehenengo, bigarren eta hirugarren postuan. Berehala zabaldu ziren erregai berri haren dohainak: autoak isilagoak egiteaz gain, gogorragoak eta azkarragoak ere egiten zituen.

1923ko abuztuan berun tetraetiloa ekoizteko fabrika bat ireki zuten Deepwater-en (New Jersey). Lehen hilabetea igaro baino lehen hasiko ziren langileen lehen heriotzak. Laster, “tximeleten

etxea” deituko zioten fabrika hari, intsektuekin haluzinazioak izatea ohikoa zelako. Fabrika gehiago irekitzen jarraitu zuten. Hildako eta gaixo gehiago etorriko ziren.

1924ko udaberrian, Midgleyen lantokian bertan (Dayton, Ohio), berun tetraetiloarekin lan egiten zuten bi langile hil ziren, eta beste asko gaixotu. Midgleyek ezagutzen zituen gizon haiek, eta erruduntasunaren zamak depresiora eraman zuen. Berun tetraetiloa alde batera uztea ere pentsatu zuen. Nagusiak, Charles Ketteringek, kendu zion burutik hori. Hark Richard Kehoe mediku gaztea kontratatu zuen, arazoari irtenbide bat emateko.

Daytongo heriotzak aztertzea izan zen Kehoeren lehen lana. Gaixotutako gizonak aztertuta, ondorioztatu zuen berunaren lurrunak fabrikari pilatu zirela eta langileak pozoitu zituela. Baina ez zegoen berun tetraetiloa erabiltzeari uzteko arrazoirik, nahikoa zen fabrikari haizagailuak jartzea.

Berun tetraetiloarekin zuzenean lan egiten zuten eta ez zuten langileen berun-maila aztertu zutenean, ikusi zuen beruna guztiek zutela, eta hortik ondorioztatu zuen pertsonak gorputzean beruna izatea naturala zela. Horixe izan zen, hain zuzen ere, Kehoek aurrerantzean defendatuko zuena: giza gorputzean beruna egotea guztiz naturala eta normala zela, eta horrek ez zuela arrazoirik eragiten, maila jakin bat gainditzen ez bazen.

Hainbatek kritikatu bazuten ere, beruna eta osasunaren gaian aditu ofiziala bihurtu zen Kehoe, autoritatea ia, nahiz eta soldata General Motorsek ordaintzen zion.

1924an, Baywaiko kasuen ondoren, New Jerseyen eta New Yorken berehala debekatu zuten berun tetraetiloa ekoiztea. Baina aldi baterako baino ez zen izan debeku hori. Baywaiko bosgarren heriotzatik bi egunera, azaroaren 1ean, beste lerroburu hau ateratu zuen *The New York Times*-ek, aurreko urtean animaliekin egindako proba batzuen berri emanez: “Ez da gizartearentzat arriskurik topatu Ethyl gasean, motorren isuriek egindako esperimentu luzeen ostean, Meategien Bulegoak adierazi duenez. Ez da heriotza gehiagorik espero”.

“1960ko hamarkadan Estatu Batuetako gasolinaren % 98k beruna zuen”

Baina izan ziren gehiago. “Egia da asko dugula egiteko langileak arduraz ari daitezen —esan zuen Ethyl Korporazioko ordezkari batek—; babestu egin behar ditugu euren buruarengandik”. Ethylaren ekoizpenak aurrera egin zuen. 1960ko hamarkadan Estatu Batuetako gasolinaren % 98k beruna zuen. Zorionez, garaitu hartan hasi zuen [Clair Patterson](#)ek [berunaren aurkako borroka](#), dena berunez poluituta zegoela aurkitu ondoren.

Midgleyek beste aurkikuntza “garrantzitsu” batzuk ere egin zituen. Aipagarriena, klorofluorokarbonatuak (CFC) primerako hozgarriak zirela autoetako eta eraikinetako aire egokituetaarako, eta baita hozkailuetaarako ere. Ordura arte ezagutzen ziren hozgarriak toxikoak ziren, eta su hartzeko eta ez-tanda egiteko joera handiegia zuten. CFCek halako arriskurik ez zutela frogatzeko, beste erakustaldi



bat egin zuen Midgleyek: Freon 12 gasaren ahokada bat hartu eta kandela bati putz egin zion.

Gero ikusi zuten hozgarri gisa aparteko abantailak izateaz gain, intsektizidak barreiatzeko ere ezin ho-beak zirela, eta intsektizidetan ez ezik, edonolako espraietan erabili ziren, erruz. 1970eko hamarkadan hasi ziren hainbat ikertzaile konturatzen CFCak ozono-geruza eragiten ari ziren kalteaz, eta hamarkadaren bukaeran gas horien erabilera arautzen hasi ziren. Garai bertsuan hasi ziren gasolinako beruna murrizteko arauak jartzen ere.

Hiru hamarkada lehenago hil zen Midgley. 1940an poliomiELITISA harrapatu, eta gerritik behera elbarri gelditu zen. Bere kabuz ohetik gurgildun aulkira pasa ahal izateko, sokaz eta poleaz osatutako sistema motorizatu bat asmatu zuen. 1944an, 55 urte zituela, soka haietan trabatuta aurkitu zuten, itota. ●

“Lehen sektorean eta ikerketan, emakume izateak desabantailak ditu”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Izaro Zubiria Ibarguren

Albaitaria eta ikertzailea



Izaro Zubiria Ibarguren

Gaztelu, 1989.

- **Albaitaritza** ikasi zuen, eta, jarraian, Elikagaien kalitatea eta segurtasun Masterra.
- Doktore-tesia egiten ibili da.
- Beste **proiektu asko** ere egin ditu; gehienak, ganaduarekin eta elikadurarekin lotutakoak.

Izaro Zubiria Ibarguren Gaztelun jaio zen, eta beti bizi izan da naturaz eta animaliez inguratua. Beraz, ez da harritzekoa Albaitaritza ikasi izana.

Ez du damurik, baina gogoan du jaso zuen lehen kolpea: "Hirugarren mailan, aitarene lagun baten bawerrira joan nintzen, laguntzeko eta ikasteko asmoz. Baina berehala esan zidan bere albaitaria gizona zela, handia, eta ehun kilokoa; ea zer egin behar nuen nik, emakumea eta hain txikia izanik".

Bigarren kolpea izan zen jabetzea zer aitoriza eskasa duten albaitaritza-ikasketek gizartean: "Oso ikasketa gogorrek dira, eskakizun handikoak, eta lanean hartzen duzun ardura ere oso da handia. Jendeak, ordea, ez du hori ikusten".

Hala ere, aurrera egin zuen. Azken urtea egiten ari zela, NEIKERekin harremanetan jarri, eta sei hilabetez aritu zen animalien elikadurari buruzko zenbait proiektutan eta intseminazio-laborategian.

"Aldez aurretik, ez nuen pentsatuko ikerketa-mundua gustatuko zitzaidanik, ez nuen uste laborategi batean sartuta gustura egongo nintzenik. Baina oso lan aktiboa da, eta asko gustatu zitzaidan", onartu du Zubiriak.

Praktikak amaitu zituenean, elikagaien kalitatearen eta segurtasunari buruzko master bat zegoela ikusi zuen. Masterra hasi eta berehala, baina, doktoretza egiteko aukera sortu zitzaion. "Ilusio handiarekin heldu nion aukerari, nahiz eta beldurra ere ematen zidan".

Tesiaren zati handi bat Fraisoro nekazaritza-eskolako ukuiluan egin zuen, eta, praktiken eta tesiaren artean, Gasteizko ukuilu batean aritu ere zen lanean, peoi gisa, azpiak ateratzen, behiak jezten... Lan

gogorra zen, eta gaizki ordaindua, baina asko ikasi zuen, eta oso baliagarria izan zitzaion entseguak diseinatzeko, ukuiluan moldatzeko eta baserritarrekin parez pare tratatzeko.

Ama izatea, zigor bikoitza

Ukuiluko entseguak hasi bezain laster, haurdun zegoela jakin zuen. Ilusioz, ama izango zela erabaki zuten bikotekideak eta biek. Orduan, beste kolpe handi bat jaso zuen: bekarekin zegoenez ez zegoen amatasun-baimenik.

Bidegabekeria horren aurrean, ez zuen etsi, eta haurdunaldiaren azken egunera arte lana egin zuen. Haurra jaioetakoan, berriz, zuzendariaren, inguruko eta, batez ere, bikotekidearen laguntzarekin, berehala itzuli zen lanera, beka ez eteteagatik.

Horrek amatasuna zapo gazi-gozo batez bizi zera eraman zuen. Gainera, jendearen esanak ere entzun behar izan zituen. Zubiriak garbi dio: "Hori mutil bati gertatuko balitzaio, ez litzateke ezer gertatuko. Aita izango zen, lanean jarraituko zuen aurretik ari zen moduan, eta kitto".

Ondoren, nekazaritza-kooperatiba batean lanean aritu zen, eta bigarren haurra izan zuen. I+Gko eta kooperazioko proiektu batzuk garatzea ere lortu zuen. Une horretan CAF-Elhuyar sariketaren berri izan zuen, eta lan bat aurkeztea erabaki zuen. Ahalgin handia egin behar izan zuen arren, merezi izan zuelakoan dago, [NEIKER sari berezia irabazi baitzuen](#).

"Sekulako poza eman zidan. Sentitu nuen, azkenean, jaso nuela egindako lan guztiagatik merezi nuen aitoriza", adierazi du Zubiriak. Orain, irakasle dabil Fraisoron. ●



**Elkarriketa osoa
webgunean**



UPV/EHU Kultura
Zientifikoko Katedrarekin
lankidetzan egindako atala.

Nanomedikamentuak bularreko minbiziaren tratamendu gisa

Bularreko minbiziaren etorkizuneko tratamenduaz ari garenean, medikamentu pertsonalizatueta pentsatu behar dugu. Gaur egungo terapien toxikotasuna murriztu eta eraginkortasuna areagotzeko, behar den farmakoa behar den tokian eta kontzentrazioan administratzeko gai diren aliatu oso preziatu batzuk azaldu dira agertokian. Ez itzazue tamainagatik epaitu, txiki bezain etorkizun handiko alternatiba terapeutiko bilakatu baitaitezke. Hona hemen nanomedikamentuak!

Emakumeetan heriotza gehien eragiten duen gaixotasuna da bularreko minbizia. Minbiziari aurre egiteko egun erabiltzen diren terapiak, gehienbat, kimioterapia eta erradioterapia dira [1, 2], eta teknika oso inbaditzaileak izanik, eragin desiragaitz ugari sorrazten dituzte [3]. Kimioterapia konbentzionalak organismo osoan eragiten du, minbizi-zelulak nahiz zelula osasuntsuak kaltetuz. Horregatik, kimioterapiaren dosia mugatu egiten da, oso tratamendu toxikoa baita. Nanopartikulak baliabide terapeutiko egokiak izan daitezke kimioterapia konbentzionalaren espezifikotasun-falta hori gaingidzeko [4].

Hala, nanopartikulen bidez, posible da minbiziaren aurkako farmakoa eragite-lekuan bertan askatzea edo itu-ehunean kontzentratzea, toxikotasun sistemikoa murriztuz. Gainera, zenbait farmakoren arazoak ere konpontzen dituzte, hala nola disolbagarritasun eskasa eta ezegonkortasun kimikoa. Horrez gain, farmakoen farmakozinetika hobetzen

da, eta kimioterapiaren erabiltzen diren farmakoen erresistentziak murrizten [5]. Horren guztiaren ondorioz, bularreko minbizia tratatzeko garatu diren nanoteknologiak eraginkortasun handiagoa eta biziraupen hobe izatea lortu dute bularreko minbizia duten gaixoetan, eta kimioterapiaren eragin desiragaitzak murriztea.

Nanopartikulen ezaugarriak eta eragite-mekanismoak

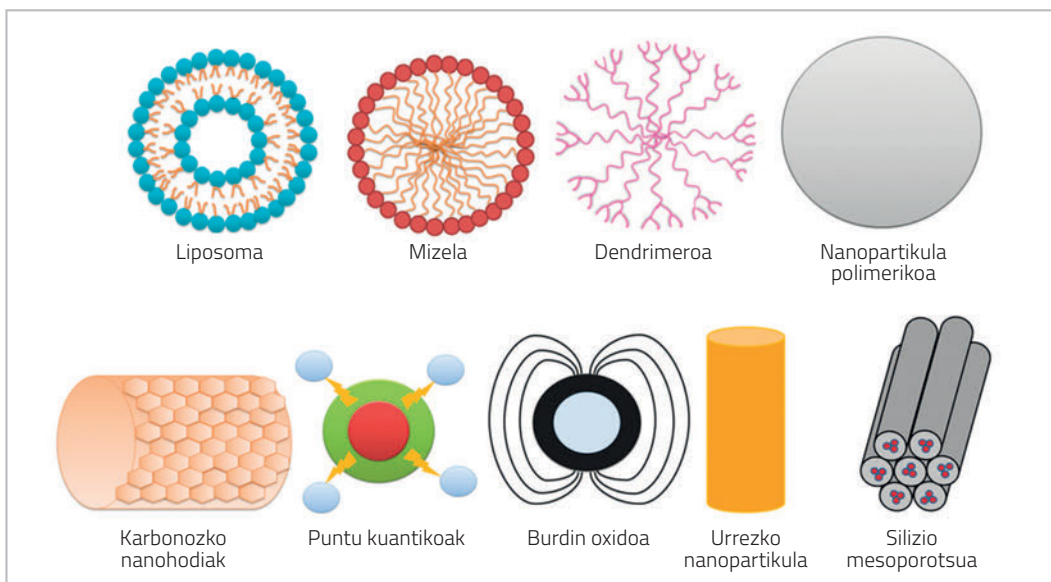
Nanopartikulak oso tamaina txikiko (< 100 nm) partikulak dira, eta hainbat materialez osatuta egon daitezke, hala nola polimeroak, lipidoak, birusak nahiz konposatu organometalikoak (1. irudia) [6].

Bularreko minbizia tratatzeko erabiltzen diren medikamentuak guztiz eraginkorrak izateko, bi faktore hartu behar dira kontuan. Batetik, tumorea dagoen ehunera ahalik eta medikamentu-dosi handiena iristea, eta, bestetik, ehunera iristen den medika-



Idatzi zuk zeuk
Gai librean atalean

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



1. irudia: Nanopartikula-mota ezberdinen irudikapenak: goiko lerroan, nanopartikula konbentzionalak, eta beheko lerroan, berriz, nanopartikula ez-organikoak.

mentuak zuzenean minbizi-zelulei eragitea. Bi ekin-tza horiek nanopartikula bidezko bideratze pasibo edo aktiboaren bidez gerta daitezke (2. irudia) [4].

Bideratze pasiboa

Farmakoa modu ez-aktibo batean administratzen da, eta tumore-ehunera ailegatzean, metabolizatu, aktibatu eta farmako oso toxikoa bihurtzen da [7, 8, 9]. Bideratze pasiboa hiru modutara egin daiteke:

a) Odol hodien iragazkortasuna handitzea eta erretentzio-efektua (EPR)

Tumore-zelulak eta tumore-ehunak handitzen diren heinean, beren oxigeno eta mantenugaien beharra ere handitu egiten da. Oxigeno- eta mantenugai-behar horiek asetzeko, odol-kapilarren sistema berri bat sortzen da, baina sistema hori ez da guztiz garatzen eta, ondorioz, iragazkorragoa bihurtzen da tamaina jakineko zenbait partikularentzat. Horregatik pilatu ohi dira nanopartikulak tumore-zeluletan, eta, horrela, minbizi-zelulen barnean eragingo duen medikamentu-dosia handitu daiteke, zelula osasuntsuetan toxikotasunik eragin gabe [4, 8].

b) Tumorearen mikroingurunea

Estrategia honek tumorearen ingurunea hartzen du kontuan. Farmakoa tumorearen molekula espezifikoko batekin konjugatuta ematen zaio pazienteari (era ez-aktiboan), eta, tumorerara ailegatzean, tumorearen inguruak substantzia aktibo bilakatzen du [10].

c) Farmakoa tokian bertan ematea

Farmako kimioterapeutikoa tumorean zuzenean ezartzeak toxikotasun sistemikoa saihesten du, eta, gainera, horri esker, farmakoaren dosiaren murriztu egin daiteke. Adibidez, C mitomizina-dextrano konjugatua tumore barnean emanez, ikusi zen tumorearen gunean minbiziaren aurkako farmakoaren kontzentrazioa handiagoa zela eta toxikotasun sistemikoa murriztu zela [8].

Bideratze aktiboa

Bideratze aktiboaren helburua da nanopartikula konjugatuak eta tratamenduaren helburu den eremuaren ituak elkarri eragitea; hala, medikamentuaren dosi handiagoa iritsiko da minbizi-ehunera (2. irudia).

Minbizi-zelulek ehun osasuntsuen antzeko ezau-garriak dituzte. Horregatik, zelula horiek bereizteko, minbizi-zeluletan gainespresatzen diren errezepto-reekiko espezifikoak diren estekatzaileak erabiltzen dira, eta elkarrekintza espezifikoak sortzen. Lektina-karbohidrato, estekatzaile-errezeptore eta antígeno-antigorputzen loturak dira adibide horietako batzuk [8, 9, 11].

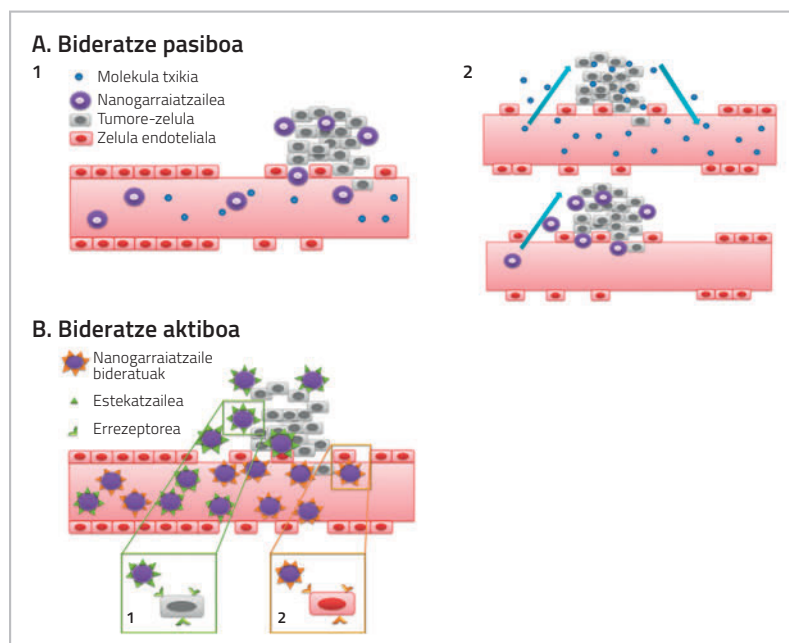
a) Karbohidratoei zuzenduriko bideratzea

Adibide garrantzitsuenetarikoa bat lektina-karbohidratoarena da. Tumore-zelulen gainazalean aurkitzen diren karbohidratoak ez dira zelula normalenak bezalakoak. Lektina gai da zelulen gainazalean dauden glikoproteinak ezagutzeko eta glikoproteina horiekin elkartzeko. Ondorioz, zenbait karbohidrato lektinekin elkarrekintzan aritzen dira, zelula lotura espezifikoak sortuz. Lektinak, beraz, farmakoa helburu den zelula edo ehunetara bideratzeko molekulak izan daitezke. Lektina-karbohidrato lotura horren bidez, bi nanopartikula ezberdin garatu daitezke. Ba-

tetik, lektinak nanopartikuletan txertaturik joan daitezke, eta helburu diren zelulen gainazalean dauden karbohidratoekin elkarrekintzan aritzen dira. Horri lektinen zuzeneko bideratze deritzo. Bestetik, karbohidratoak nanopartikuletan txertaturik daude, helburu diren zeluletan dauden lektinekin elkarrekintzan aritzeko. Horri lektinen alderantzizko bideratze deritzo [4].

b) Errezeptoreen bideratzea

Farmakoa garraiatzaile polimeriko batekin konjugatzen da, eta garraiatzaile hori zeluletara lotzen da egitura daraman estekatzaile bati esker [12]. Folato-errezeptorea da horren adibideetako bat. Zelulen gainazalean folatoei zuzendutako konjugatu bat folato-errezeptoreei elkartzen zaienean, mintz plasmatikokoak errezeptorearen konjugatu hori eta estekatzailea biltzen ditu endosoma bat sortuz. Endosoma barneko pH-a azidifikatzen da, eta lizozimak aktibatzen doazen heinean, farmakoa konjugatutik askatzen doa eta zitoplasman sartzen da.



2. irudia. A. Bideratze pasiboa. 1) Tumorea inguratzen duen odol-sistemaren iragazkortasuna baliatuz heltzen dira tumorera nanogarriatzaileak. 2) Tumore-ehunean tamainak erretentzio-efektuan duen eragina. B. Bideratze aktiboa. Nanogarriatzaile konjugatuak minbizi-zeluletan gainespresatzen dira.

Bitartean, askatutako folato-erzeptorea mintz plasmatikora bueltatzen da prozesua berriro hasteko [4].

d) Antigorputzen bideratzea

Estrategia hau antigorputz monoklonalen ekin-tzaz baliatzen da nanopartikulak tumore-ehu-nera bideratzeko [12]. Horren adibideetako bat dira immunoliposomak. Antigorputzez konju-gatutako liposomek lotura espezifikoa eratzen dute itu-zelulen gainazaleko antigenoarekin, eta lotura horren bidez, tumore-ehunera iristen da minbiziaren aurkako farmakoa (2. irudia) [13].

Amaierako gogoetak

Aukera horiek ikusirik, auresan daiteke nanomedi-kamentu horiek oso eraginkorrak izango direla. Hala ere, nanomedikamentu gutxi daude merkatu-ratuta, eta, oraindik ere, merkaturatzeko dauden asko entsegu klinikoetan edo fase aurreklinikoetan daude. Horrek denbora asko eta finantzaketa han-dia eskatzen duen arren, nanopartikulek ekarri di-tzaketen onurak ikusita, kontuan hartu beharrekoa da haien garrantzia. Horregatik, ezinbestekoa izan-go da ikerketa gehiago egitea eta nanopartikula berriak garatzea, teknologia farmazeutikoan eta osasun-arloan aurrerapauso handiak emateaz gain, gizarteari ikaragarritzko onura ekarri diezai-o-ketelako. ●

Bibliografia

1. Weigelt, B., Geyer, F. C., & Reis-Filho, J. S. (2010). His-tological types of breast cancer: how special are they?. *Molecular oncology*, 4(3), 192-208.
2. Akram, M., Iqbal, M., Daniyal, M., & Khan, A. U. (2017). Awareness and current knowledge of breast cancer. *Biological research*, 50(1), 33.
3. Miller, K. D., Siegel, R. L., Lin, C. C., Mariotto, A. B., Kra-mer, J. L., Rowland, J. H., Stein, K. D., Alteri, R., & Jemal, A. (2016). Cancer treatment and survivorship statistics, 2016. *CA: a cancer journal for clinicians*, 66(4), 271-289.
4. Cho, K., Wang, X. U., Nie, S., & Shin, D. M. (2008). Thera-peutic nanoparticles for drug delivery in cancer. *Clinical cancer research*, 14(1), 1310-1316.
5. Tang, X., Loc, W. S., Dong, C., Matters, G. L., Butler, P. J., Kester, M., Meyers, C., Jiang, Y., & Adair, J. H. (2017). The use of nanoparticulates to treat breast cancer. *Nanome-dicine*, 12(19), 2367-2388.
6. Sanna, V., Pala, N., & Sechi, M. (2014). Targeted therapy using nanotechnology: focus on cancer. *International journal of nanomedicine*, 9, 467.
7. Wang, L. (2017). Early diagnosis of breast cancer. *Sen-sors*, 17(7), 1572.
8. Sharma, A., Jain, N., & Sareen, R. (2013). Nanocarriers for diagnosis and targeting of breast cancer. *BioMed research international*, Volume 2013.
9. Sinha, R., Kim, G. J., Nie, S., & Shin, D. M. (2006). Na-notechnology in cancer therapeutics: bioconjugated nanoparticles for drug delivery. *Molecular cancer thera-peutics*, 5(8), 1909-1917.
10. Mansour, A. M., Dreves, J., Esser, N., Hamada, F. M., Badary, O. A., Unger, C., Fichtner, I., & Kratz, F. (2003). A new approach for the treatment of malignant me-lanoma: enhanced antitumor efficacy of an albu-min-binding doxorubicin prodrug that is cleaved by matrix metalloproteinase. *Cancer research*, 63(14), 4062-4066.
11. Revia, R. A., & Zhang, M. (2016). Magnetite nanopar-ticles for cancer diagnosis, treatment, and treatment monitoring: recent advances. *Materials Today*, 19(3), 157-168.
12. Kirpotin, D. B., Drummond, D. C., Shao, Y., Shalaby, M. R., Hong, K., Nielsen, U. B., Marks, J. D., Benz, C. C., & Park, J. W. (2006). Antibody targeting of long-circu-lating lipidic nanoparticles does not increase tumor localization but does increase internalization in animal models. *Cancer research*, 66(13), 6732-6740.
13. Maruyama, K., Ishida, O., Takizawa, T., & Moribe, K. (1999). Possibility of active targeting to tumor tis-sues with liposomes. *Advanced drug delivery reviews*, 40(1-2), 89-102.

CAF-Elhuyar sarietara aurkeztutako lana.

Pirinioetako muturluzearen ekologia eta emari ekologikoen berrikuspena

Askorentzat ezezaguna izan arren, Euskal Herriko erreka garbietako harribitxietako bat dugu Pirinioetako muturluzea edo ur-satorra. Atzerakada nabarmena ari da izaten bere banaketa-eremu osoan, eta kudeaketa eraginkor baten beharra du. Bagenekien ur-lasterrek zituela gustuko, eta aztertu nahi genuen hautespen hori bazka-kantitatearekin azaldu ote zitekeen. Horretarako, muturluzearen dieta eta harrapakin-hautespena zehaztu genituen, gorotzak genetikoki aztertuz. Orokorrean, gure lanak erakusten du muturluzearen beharrizan ekologikoak bermatzeko ur-lasterren alde egin eta emari ekologikoak berrikusi behar direla. Ikerketa honen emaitzak funtsezkoak izango dira espeziearen kontserbazioaren alde pausoak emateko.

Pirinioetako muturluzea edo ur-satorra, *Galemys pyrenaicus*, ugaztun intsektiboro erdiurtarra da, satorraren familiakoa. Bizimodu gautarra duen animalia hau ondo oxigenaturiko ur garbiko mendiko erreketan bizi da, Iberiar Penintsulako iparraldean eta Pirinioen bi aldeetan. Bizitzeko funtsezko zaion faktore nagusia da urte guztian ur-fluxu erregularra izatea, eta, horregatik, klima mediterraneoak baino, ozeanikoak ditu nahiago. Azken hamarkadetan, % 50 baino gehiago murriztu da muturluzearen banaketa-eremua, eta horrek ekarri du IUCNren espezie mehatxatuen katalogo eta zerrenda gorrian Zaurgarri gisa barneratzea. Kezkatzekoa dena zera da: egoera ekologikoa hobetzen doan ibaietan ere muturluzearen populazioa murriztu egin dela. Babilizko kausen artean, metapopulazioen zatiketa, habitataren andeaketa eta bazka-eskasia aipatu izan dira. Dena den, ez dago gainbeheraren diagnostiko argi bat, eta horrek kudeaketa-plan eraginkorrak diseinatzea eragozten du.

Muturluzearen habitatean, substratu lodiak (berezi, uharri eta harritzarrak) izaten dira nagusi, eta nekez behatzerik izango da muturluzerik gune buztintsuetan. Berriki egindako ikerketa batean ikusi dugu ur-lasterrekiko hautua egiten duela muturluzeak ur bare eta putzuen aldean. Ekologia espazialari dagokionez, beraz, espezie erreofilo espezialista dela esan dezakegu. Habitat mailako hautespen hori, gainera, handiagoa da ibaiaren egoera ekologikoa okertu ahala, itxuraz, muturluzearen gustuko ez diren ur geldoak are desegokiagoak egiten dituztelako zentral hidroelektrikoek eragindako emari-aldaketek eta basogintzaren ondorioz ibaira iristen diren sedimentu finek. Ez dakiguna zera da, zergatik pasatzen duten denbora gehiago ur-lasterretan: habitata bera ala bertan duen bazka da muturluzeak hautatzen duena? Dieta-azterketa sakon baten laguntzaz jakin dezakegu hori.

Ur-satorraren dieta

Ikerketa honen helburu orokorra da kudeaketa-plan eraginkor bat martxan jarri ahal izateko ur-satorraren beharrizan ekologikoak aztertzea.

Horretarako, espezie honen dieta zehaztea izan da lehen helburua. Muturluzeak dieta jeneralista izango duela pentsatzen da, ornogabe-talde ugari bazkatzuz.

Muturluzearen dieta aztertzeko, lehendik findutako teknika molekularrak erabili genituen. Teknika molekular horien bidez, gorotzetako DNA aztertzen da, eta horren abantaila nagusia da gorotzetan begiz bereizi ezin diren harrapakinak hondakinak (zizare gisako ornogabe bigunenak, adibidez) identifikatu ahal izatea. Desabantailak ere baditu metodologia berritzaile horrek, ordea: lanerako tresnak eta protokoloak findu beharra, oraindaino estandarizaziorik ez izatea, harrapakinak harrapakinak (digestio-aparatuko hondarrak) harrapariaren dietaren parte gisa hartzearen akatsa, eta laginak kutsatzeko arriskua, besteak beste.

Gorotzen azterketa egiteko, ur-satorrarentzako gorotz-leku bereziak diseinatu, eta gorotzak bildu genituen, 2016ko iraila eta urrian, Leitzaran (Oria ibaiaren arroa, Gipuzkoa) eta Elama (Urumea ibaiaren arroa, Nafarroa) ibaietan. Leitzaran ibaia egoera

ekologiko onean dago, baina zentral hidroelektriko ugariren eragin nabarmena jasaten du, haren agorraldiak naturalak baino askoz luzeagoak izanik. Elama erreka, bestalde, Euskal Herrian hobekien kontserbatutakoen artean dago, azken ia ehun urteetan apenas izan baita giza ekintzarik haren arroan. 94 gorotz fresko bildu genituen ibai bakoitzean (188 denera). Muturluzearen harrapakinak identifikatzeaz gain, muturluzea bera ere gorotz orotan identifikatu genuen, gorotzen egilea bera zela baieztatuz.

Emaitzek erakutsi zuten efemeropteroak, dipteroak, anfibidoak eta trikopteroak zirela muturluzeen gorotz gehienetan agertzen ziren harrapakinak eta, hortaz, haiek zirela maizen kontsumitutakoak. Familia ohikoenak heptagenidoak, gamaridoak, baetidoak eta simulidoak izan ziren. Emaitzak ibaien arabera aztertuz, ordea, ezberdintasun nabarmenak ageri ziren. Odontozeridoak, perlidoak, leptoflebidoak eta ibai-karramarroak ziren ezberdintasun nagusiak (lehenengo hirurak eskuarki jan zituzten Elaman, eta azkena, berriz, Leitzaranen).



Pirinioetako muturluzea edo ur-satorra. ARG.: Jorge González-Esteban.

Bazkak azaltzen du habitat-hautespena?

Gure ikerketaren bigarren helburua izan da harra-pakin-hautespena aztertzea dieta ornogabeen eskuragarritasunarekin alderatuz; alegia, hobetsitako ornogabeen eskuragarritasunak ur-lasterrekiko zaletasuna azaltzen ote duen ikusiz. Pentsatzen da ur-lasterretan agertzen diren ornogabeek azaltzen dutela Pirinioetako muturluzeak ur-lasterrekiko duen zaletasuna. Horretarako, aurreikusten da habitataren artean aldeak egongo direla bazka-eskuragarritasunean.

Dieta-hautespena aztertzeko, lehenik eta behin, bazka-eskuragarritasuna ezaugarritu genuen ibai bakoitzean. Horretarako, hamar ornogabe-lagin bildu genituen habitat bakoitzeko (10 ur-lasterretan, 10 ur bareetan eta 10 putzuetan) Elaman, eta beste hainbat Leitzaranen. 2 mm baino handiagoak ziren ornogabeak identifikatzeaz gain, zenbatu eta neurtu ere egin genituen, dibertsitatea, dentsitatea eta biomasa kalkulatzeko. Espero genezakeenaren kontra, bazka eskuragarria ez zen modu esangarrian aldatzen habitat batetik bestera. Eraitza horretatik ondorioztatu dezakegu, beraz, muturluzeak ur-lasterrek hobesten baditu, ez dela bazkarengatik

Muturluzeek eskuragarri zutenarekiko proportzioan gehiago (positiboki hautatuak) eta gutxiago (negatiboki hautatuak) jandako taxoiak, ibai bakoitzean eta denera.
Parentesi artean, hautespen-indizearen balioa.

Hautespena	Elama Ibaia	Leitzaran Ibaia	Denera
Positiboa	Anfipodoak Gamaridoak (0,45) Dipteroak Simulidoak (0,87) Sikodidoak (0,50) Kironomidoak (0,20) Efemeropteroak Baetidoak (0,81) Heptagenidoak (0,30) Leptoflebidoak (0,22) Plekopteroak Leuktridoak (0,20) Trikopteroak Hidropsikidoak (0,27) Limnefilidoak (0,20) Odontozeridoak (0,45)	Dipteroak Simulidoak (0,75) Sikodidoak (0,70) Efemeropteroak Heptagenidoak (0,23) Trikopteroak Erriakofilidoak (0,22)	Anfipodoak Gamaridoak (0,22) Dipteroak Simulidoak (0,81) Sikodidoak (0,60) Efemeropteroak Baetidoak (0,48) Heptagenidoak (0,22) Trikopteroak Odontozeridoak (0,22)
Negatiboa	Dipteroak Aterizidoak (-0,25) Limonidoak (-0,30) Plekopteroak Perlidoak (-0,20) Trikopteroak Goeridoak (-0,36) Erriakofilidoak (-0,22)	Dipteroak Aterizidoak (-0,55) Gastropodoak Planorbidoak (-0,35) Oligoketoak Lunbrizidoak (-0,30) Naididoak (-0,20) Plekopteroak Perlidoak (-0,40) Trikopteroak Goeridoak (-0,20) Polizentropodidoak (-0,39)	Dipteroak Aterizidoak (-0,40) Gastropodoak Planorbidoak (-0,22) Plekopteroak Perlidoak (-0,30) Trikopteroak Goeridoak (-0,28)



Leitzarar ibaia egoera ekologiko onean dago, baina hainbat zentral hidroelektrikoren eragina nabarmena da. Hain zuzen ere, zentral horiek ibaiaren emarian duten eragina da muturluzearen mehatxu-faktore nagusietako bat. ARG.: Amaiur Esnaola.

izango. Agian, hautespena flotagarritasunean aurkitu genezake, ur sakon eta geldoetan animaliak lan gehiago egin behar izaten baitu, hondora iritsi eta han bazka bila mantentzeko.

Zein ornogabe ditu nahiago muturluzeak?

Muturluzearen bazka-hautespena ezagutzeko bigarren pausoa dieta bera eta eskuragarri zuten bazka alderatzea izan zen. Eskuragarri zutena baino proportzio handiagoan kontsumitu zituzten harrapakin batzuk (hautespen positiboa), eta proportzio txikiagoan (hautespen negatiboa) beste batzuk. Positiboki hautaturikoen artean, honako ezaugarri hauek dituzten ornogabe urtarrak sailkatu genitzake: harrien gainean bizi direnak (simulidoak, baetidoak eta heptagenidoak) eta materia organiko lodiarri loturikoak (gamaridoak, odontozeridoak, leptoflebidoak, limnefilidoak eta leuktridoak). Negatiboki hautaturikoen artean, berriz, ondorengoak leudeke: substratu finen barnean bizi direnak (ate-rizidoak, limonidoak, naididoak eta lunbrizidoak),

oskol gogordunak (goeridoak eta planorbidoak) eta harrapari diren beste zenbait (perlidoak, polizen-tropodidoak eta erriakofilidoak). Uste dugu azken talde honekiko hautespen negatiboa loturik egon litekeela ornogabeen defentsa-mekanismoren batekin (adibidez, ihes egitearekin). Dena den, hautespena hobeto ulertzeko ezinbestekoa izango da harrapakinaren ezaugarrien araberrako ikerketa sakonago bat egitea.

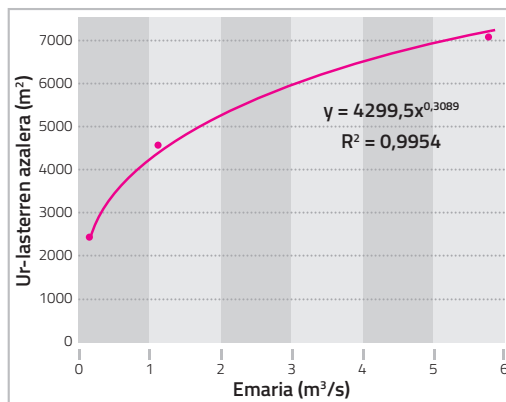
Orokorrean, dietari dagokionez, espezie jeneralista da muturluzea, harrapakin-taxoi ugariz bazkatzen baita. Hala ere, harrapakinak hautatu egiten ditu, batzuk eskuragarritasunaren gainetik (hautespen positiboa) ustiatzen baititu, eta beste batzuk azpitik (hautespen negatiboa). Dieta-hautespena, ordea, ezberdina izan zen ibai bakoitzean. Elaman, Leitzararen ez bezala, materia organiko lodiarri loturiko ornogabeen (nagusiki zatitzailen) aldeko hautu nabarmena egin zuten ur-satorrek. Hori ulertzeko azalpen posible bat bilatu genezake

ibaiak materia organikoa atxikitzeko duen gaitasunean. Elama osasun-egoera hobean dagoen erreka da, eta bertan materia organikoaren erretentzioak ugariak dira. Hosto, adaxka zein enborren pilaketetan ornogabe zatitzaile gehiago agertzen dira, eta badirudi muturluzearen gustukoak direla horiek. Leitzaranean, ordea, zailagoa da materia organikoaren pilaketak topatzea. Bertan, jarduera hidroelektrikoaren eraginez etenik gabe gertatzen diren emari-aldaketek ez dute ibaiaren dinamika naturala errespetatzen, eta horrek zaildu egiten du ibaiaren heterogeneotasuna mantentzea. Elaman muturluzeek jarrera selektiboagoa azaltzen zutela esan genezake, dietan pisu handia baitzuten materia organikoari loturiko ornogabe horiek. Leitzaranean, berriz, familia horien presentziarik ez zegoenez, beste harrapakin batzuk hautatzera jotzen zuten muturluzeek. Muturluzeen jarrera oportunistagoa zen han. Emaitez iradokitzen dutenez, materia organiko lodiaren atxikipena handiagoa den kasuetan mokofinagoak dira muturluzeak.

Emari ekologiko egokiak?

Urtegi eta zentral hidroelektrikoan eraginez ibaie-tatik ura erauztea da animalia honen mehatxufaktore nagusietako bat. Ezezagun zaigu, ordea, emari-aldaketek nola eragiten duten muturluzearen ekologian. Aurrean genezake ur-lasterren kopurua handitu egingo dela emaria haztearekin batera, baina ez dago argi ur-erauzketek nola eragiten dioten ur-lasterren ugaritasunari. Animalia hau dagoen erreketan zein emari minimo ezarri beharko genukeen ere ez dakigu. Ezinbestekoa da horren guztiaren inguruko ezagumenduan sakontzea espeziearen kudeaketa egoki bat aurrera eraman ahal izateko. Hortaz, ikerketa honen hirugarren helburua izan da aztertzea emari-aldaketek ur-lasterren eskuragarritasunean nola eragiten duten. Horrek bidea irekiko dio espeziearen kontserbaziorako kudeaketa-egitasmoak egikaritzeko ezinbestekoa den emari ekologikoen gogoetari.

Leitzarango ibai-tarte berean emari ezberdineko hiru egunetan ur-lasterren azalera nola aldatzen den erakusten duen grafikoa.



Ur-lasterren eskuragarritasunak emariarekin duen erlazioa aztertzean, haustura-punturen bat azaltzea espero da. Puntu horrek emari ekologikoa markatuko du; alegia, emari batetik behera ur-lasterren ugaritasuna neurrigabe murriztea dakarren puntua aurkitu ahal izango da. Ikerlan honetan, emari-aldaketekin muturluzeek gehien erabiltzen duten habitataren azalera nola aldatzen den ikusteko, Ameraungo zentral hidroelektrikoaren eraginpean dagoen ibai-tarte bat karakterizatu zen Leitzaranean, emari ezberdineko hiru egunetan. Emaitzetan, emaria haztearekin batera ur-lasterren azalerak nabarmen handitzen zirela ikusi zen. Goiko grafikoa ikus daitekeen bezala, 1.123 m³/s-ko puntutik behera nabarmen jaisten da ur-lasterren azalera, eta, horregatik, puntu horretan zehaztu dugu gure emari ekologiko hipotetikoa.

Andoaingo ur-emariaren neurketa-estazioko azken 15 urteetako eguneroko emari naturalen datuak aztertuta ikusi dugu egunen % 41ean dela emari naturala hori baino baxuagoa. Gure puntua baino gorago, Ameraungo zentral hidroelektrikoaren deribazio-kanala irteten da, eta egunean 3.000 L ur erauzteko baimena du. Horregatik, aztertu genuen

zentrala egunero martxan egongo balitz (mailarik gorenean) nola eragingo luketen emari-aldaketek gure puntuko ur-lasterren eskuragarritasunean. Ikusi genuen egunen % 84ean $1.123 \text{ m}^3/\text{s}$ baino baxuagoa izango litzatekeela gure puntuko emaria, hau da, naturalki lortutakoaren bikoitza. Horrek erakusten digu zentrala martxan egoteak erdira jaits dezakeela guk ezarritako emari ekologiko hipotetiko hori gainditzeko duten egun-kopurua. Eraitza horiek hiru eguneko datuekin soilik egin badira ere, agerian geratzen da ur-erazketek zer eragin izan dezaketean.

Ikerketaren ondorio nagusiak

Ur-lasterretan bazkatzera moldaturiko ugaztun erdiurtarra da muturluzea, habitat-espezialista izan arren dieta jeneralista duena. Dieta-hautespena, aldiz, aldakorra da ibaien egoera ekologikoaren arabera: jarrera selektiboagoa du materia organiko lodia pilatzeko gaitasun handiago duen ibaian, bertan agertzen diren ornogabeak hautesten baititu, eta oportunistagoa, ordea, egoera latzagoetan. Leitza-ranen, zentral hidroelektrikoetako giza jardueraren eraginez emaria artifizialki aldatzeak ibaiaren erregimen naturala aldatu eta habitat-baldintzak oso aldakorak izatea dakar, eta bertako bizitza zailtzen du.

Ur-satorrek ur-lasterak hautatzen dituztela ikusirik, ezinbestekoa da ibaien ur-lasterren ugaritasunaren alde egitea eta haien dinamika naturala bermatzea. Horretarako, funtsezkoa da kudeaketa-lan egokiak martxan jartzea eta emari ekologikoa ur-satorren beharrianen arabera erregulatzea. ●

Erreferentziak

- Charbonnel, A. (2015). *Influence multi-échelle des facteurs environnementaux dans la répartition du Desman des Pyrénées (Galemys pyrenaicus) en France*. Institut National Polytechnique de Toulouse (INP-T), Université de Toulouse, Doktorego Tesia, 260 or.
- Esnaola, A., Arrizabalaga-Escudero, A., González-Esteban, J., Elosegi, A. eta Aihartza, J. (2018a). Determining diet from faeces: selection of metabarcoding primers for the insectivore Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*). *PLoS ONE*, 13(12), e0208986.
- Esnaola, A., González Esteban, J., Elosegi, A., Arrizabalaga Escudero, A. eta Aihartza, J. (2018b). Need for speed: Preference for fast flowing water by the endangered semi aquatic Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) in two contrasting streams. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 28(3), 600-609.
- Fernandes, G., Herrero, J., Aulagnier, S. eta Amori, G. (2008). *Galemys pyrenaicus*, in *The IUCN Red List of Threatened Species* [<http://www.iucnredlist.org>]. 2015-3 bertsioa.
- González-Esteban, J., Esnaola, A. eta Aihartza, J. (2018). A new sampling method to detect the Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*). *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 29(2), 190-194.
- MAGRAMA (2013). *Estrategia para la conservación del desmán ibérico (Galemys pyrenaicus) en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 36 or.
- Nores, C. (2007). *Galemys pyrenaicus* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1811), in: Palomo, L. J., Gisbert, J. eta Blanco, J. C. (arg.). *Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad –SECEM – SECEMU, Madrid. 96-98.
- Nores, C. (2012). Desmán ibérico – *Galemys pyrenaicus*, in: Salvador, A. eta Cassinello, J. (arg.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org>. 20 or.
- Richard, B. (1986). *Le desman des Pyrénées: un mammifère inconnu à découvrir*. Science et Découvertes, Ed. Le Rocher, Monaco. 119 or.

Noetherren teoremarik politena

Matematikariek Noetherren teorema bat baino gehiago ezagutzen dute. Izan ere, matematikarien familia ospetsu batek darama Noether abizena. Baina, denen artean, badago Noetherren teorema bereziki polit bat. Emmy Noetherrena da.



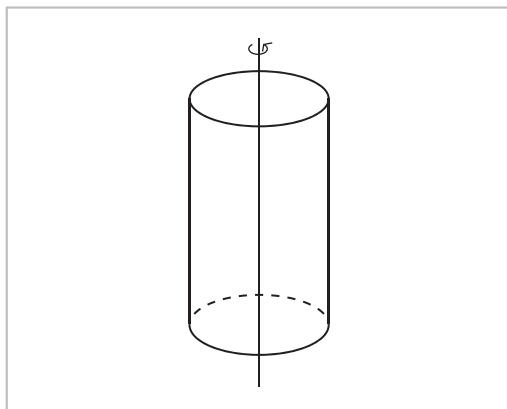
Amalie Emmy Noether (1882-1935), askoren ustez, historiako emakume matematikaririk handiena.

Amalie Emmy Noether 1882an jaio zen Alemanian. Askoren ustez, historiako emakume matematika-rik handiena izan da. Zailtasunak zailtasun, matematika ikastea lortu zuen (garai hartako emaku-

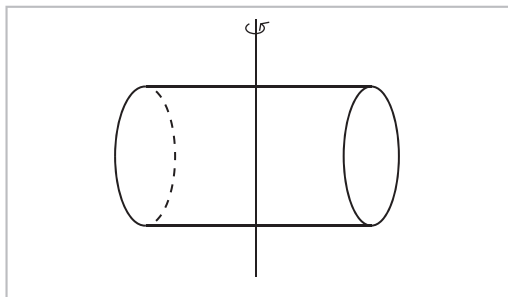
meentzako debekatuta baitzegoen); irakasle izatea ere debekatuta izanik, David Hilbert bere lagunaren ordezkari eman izan zituen eskolak. Einsteinen hitzetan, Noether matematikaren juniorik handiena da, emakumeen goi-irakaskuntza hasi zenetik. 1918an, bere teoremarik ospetsuena argitaratu zuen Noetherrek. Aditu askoren ustez, fisika matematikoak daukan teoremarik eder eta sakonena.

Ederra da, aspaldidanik ezagutzen ziren kontserbazio-printzipioen oinarria erakusten digulako, printzipio ezberdin askok oinarri bera daukatela ikusarazten. Eta sakona, hasiera batean oso ezberdinak ematen duten bi ideia bateratzen dituelako: simetria- eta kontserbazio-printzipioak.

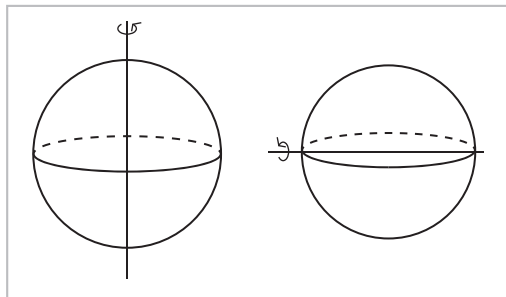
Simetriaren ideia oso oinarritzkoa da: simetria daukan gauza bat berdin ikusten dugu simetria-ariketa egin aurretik eta ondoren. Zilindro bat, esate baterako, berdin ikusiko dugu bere ardatzaren inguruan errotazio bat, edozein, eraginez gero. Ezin ditugu



1. irudia. Bere ardatzaren inguruan errotazio bat eginez gero, edozein, berdin ikusiko dugu.



2. irudia. Beste ardatz baten inguruan biraraziz gero, zilindroa ez dugu berdin ikusiko.



3. irudia. Edozein ardatzen inguruan biraraziz gero, esfera berdin ikusiko dugu.

bereizi errotazioa eragin aurreko zilindroa eta ondorengoa.

Beste ardatz baten inguruan birarazten badugu, al-diz, zilindroa ez dugu berdin ikusiko. Jakin dezakegu norbaitek birarazi duen ala ez.

Esfera bat objektu are simetrikoagoa da. Haren zentrotik pasatzen den edozein ardatzen inguruan biraraziz gero, berdin ikusiko dugu.

Bi simetria-mota aipatu behar ditugu: simetria jarraituak eta simetria diskretoak. Matematikan, *jarraitu* hitzak zera esan nahi du: jarraitu den horren bi objektu bata bestearengandik nahi bezain gertu egon daitezke. Beraz, simetria jarraitu batean, bi simetria-eragiketa elkarrekiko oso-oso gertu daude. Esferaren eta zilindroaren ardatzen kasuetan, errotazio guztiak dira simetria, oso-oso txikiak badira ere. Eta simetria-eragiketa batetik oso-oso gertu bada beste simetria-eragiketa bat. Bigarren irudian, errotazio bat simetria izateko 180 graduko behar du izan; beraz, simetriako errotazio batetik oso gertu ez dago beste simetriako errotazio bat. Simetria hori diskretoa da.

Kontserbazio-printzipio batek, bestalde, esaten digu magnitude fisiko baten balioa ez dela aldatzen. Denok entzun dugu inoiz energiaren kontserbazioaren printzipioa: energia ezin da sortu ezta de-

seztatu ere. Sistema fisiko batean, energia (baldin eta isolatuta badago) ez da denborarekin aldatzen. Beste kontserbazio-printzipio asko ere ezagutzen ziren XX. mendearen hasieran: momentu linealaren kontserbazio-printzipioa eta momentu angeluarren kontserbazio-printzipioa, garrantzitsuenak aipatzearren.

Fisikariek holako printzipioak bilatzen dituzte euren sistemak hobeto ulertzen laguntzen dietelako. Adibidez, energiaren kontserbazio-printzipioari esker, gai gara azaltzeko zergatik doazen azkarrago planetak, eguzkiaren inguruan egiten duten elipsean, eguzkitik gertuago daudenean, urrunago daudenean baino (azalpena ematen dio, beraz, printzipio horrek Keplerren lege famatuari). Eta, hori gutxi baltz, gai gara asmatzeko zenbateko abiadura izango duten planetek puntu batean eta bestean. Antzerako gauza bat gertatzen zaigu atomoeikin: gai gara jakiteko zer koloretako argia igorriko duen espezie kimiko jakin bateko atomo batek, energiaren kontserbazio-printzipioari so eginez, besterik gabe.

Momentu linealaren kontserbazio-printzipioari esker, gai gara jakiteko talka baten ondoren zer abiadurarekin irtengo diren talka egin duten objektuak. Hori erabil dezakegu, adibidez, zirkulazio-istripu batean ibilgailuek zer abiadura zeukaten jakiteko, edo Higgsen bosoiak sortu zuen talkaren zehaztasunak kontrolatzeko.

Momentu angeluarraren kontserbazioak, azkenik, ondorio polit hau dauka (beste askoren artean): planeta batek eguzkiaren inguruan egiten duen orbita plano batean dago. Hau da, planeta bat ezin da sekula plano horretatik atera. Lurraren orbitaren planoari ekliptika deitzen zaio. Astronomiazaleei ezagun izango zaie hitz hori, eguzkiak zeruan egiten duen ibilbidearen izena ere badelako, eta zodiako-ko konstelazioak bertan kokatuta daudelako. Bada, momentu angeluarraren kontserbazio-printzipioa-gatik ez balitz, Lurraren orbita ez litzateke ekliptikan egongo, eta plano horretatik gora eta behera ibiliko litzateke, planotik irteten.

XX. mendearen hasieran holako kontserbazio-printzipio batzuk ezagutzen ziren. Garai hartan, Noetherrek esanahi harrigarri bat eman zien printzipio haiei. Haren teoremaren bertsio informal bat enuntziatuko dugu:

“Sistema bateko edozein simetria jarraituri kontserbazio-printzipio bat dagokio.”

Teoremaren frogapena eman zuen Noetherrek (artikulu honetan ez dugu emango, oso teknikoa baita). Esaldi horren esanahia eta sakonera hobeto ulertzeko, jar ditzagun adibide moduan fisikako simetriarik garrantzitsuenak: espazio-denboraren simetriak.

Hasi baino lehen, zer da espazio-denboraren simetria bat? Bada, imajina dezagun espazio hutsa. Izarren arteko espazioa, nahi badugu, non ez dagoen grabitaterik. Zer aldaketa geometriko egin diezaiokegu espazio horri? Bada, adibidez, espazioan translazio bat egin dezakegu. Hau da, edozein norabidetan mugi gaitezke distantzia jakin batez. Fisikan badago printzipio bat, erlatibitatearen printzipio deritzona, esaten diguna fisikaren lege denek berdin-berdinak izan behar dutela gure posizio berri honetan. Berdinak ez balira, esperimendu baten emaitza ezberdina izango litzateke posizio batean

edo bestean. Adibidez, atomo baten elektroiak era ezberdin batean kokatuko lirateke gure gelan, gure auzokidearen etxean edo Andromeda galaxian. Ez dugu holakorik ikusi sekula; beraz, pentsatzen dugu fisikaren legeak berdinak direla espazioko puntu denetan, eta beraz esperimendu guztien emaitzak berdinak direla edozein tokitan eginda ere. Horregatik esaten dugu hori espazioaren simetria bat dela, espazioko puntu bat ezin delako beste guztietatik bereizi.

Erlatibitatearen printzipioak ematen digu beste simetria batzuen berri: sekula inork ez du ikusi denborarekin aldatzen den fisikaren legerik. Elektrizitatearen legeak, esate baterako, XIX. mendean ezarri ziren, eta gaur egun berdin-berdinak izaten jarraitzen dute (Maxwellen lege esaten zaie). Ez dira aldatu. Are gehiago, arrazoi boteretsuak dauzkagu pentsatzeko iraganean ere hainbat miloi urtez izan direla egia lege horiek. Fenomeno horri denbora-translazioekiko simetria deitzen zaio. Iraganerako edo etorkizunerako denbora-translazio batek ezin du fisikaren legerik aldatu. Esperimendu baten emaitza bera izango da gaur, atzo edo bihar.

Badauzkagu, beraz, erlatibitatearen printzipioak eman dizkigun bi simetria: espazio-translazioak eta denbora-translazioak. Badago hirugarren simetria bat erlatibitatearen printzipioak ematen diguna: errotazioekiko simetria. Fisikaren lege guztiak berdinak dira sistema osoa hartu eta birarazi egingo bagenu. Hau da, espazioak ez dauka norabide pribilegiaturik, zeinari begira egonez gero fisika ezberdin bat ikusten den beste norabide guztiekin alderatuta.

Beraz, erlatibitatearen printzipioaren arabera, espazioak ez dauka toki pribilegiaturik, ez dauka une pribilegiaturik eta ez dauka norabide pribilegiaturik. Esperimendu ororen emaitza (adibidez, bi elektroien arteko talka edo protoi bat osatzen duten hiru quarken egoera) berdin-berdina da espazioko

puntu guztietan, denborako une guztietan eta espazioko norabide guztietan. Begiak itxiko bagenu eta errotazio bat, denbora-translazio bat edo espazio-translazio bat egingo bagenu, berriro irekitzean ezingo genuke inolaz ere jakin eragiketa hori gertatu den ala ez. Horiexek dira erlatibitatearen printzipioak ezartzen dituen espazio-denboraren simetriak (izan ere, erlatibitatearen printzipioak simetria gehiagoren berri ematen digu, baina ez ditugu artikulu honetan aipatuko, gauzak gehiegi ez nahastearren).

Hiru simetria horiek jarraituak dira. Espazio-translazioen kasuan, oso translazio txikia egin dezakegu eta oso puntu hurbil batean gera gaitezke. Denbora-translazioen kasuan ere, oso une hurbil batera "mugi" gaitezke (espazioan eta denboran jauzi ez-jarraiturik ez dago). Eta ardatz bat aukeratuta, oso errotazio txiki bat egin dezakegu haren inguruan. Beraz, simetria jarraituak izanik, Noetherren teorema aplika dakieke.

Eta zeintzuk izango lirateke simetria horiei dagozkien magnitude kontserbatuak? Bada, teoremak berak hau ere esaten digu: espazio-translazioen kasuan, kontserbatzen den magnitudea momentu lineala da. Denbora-translazioen kasuan, energia. Eta errotazioen kasuan, momentu angeluarra. Hau emaitza polita!

Noetherrek oso lotura sakona eta harrigarria aurkitu zuen simetriaren eta kontserbazio-printzipioen artean: bata bestearen ondorioa dira! Biak batera doaz, ezin dira elkarrengandik bereizi. Energia kontserbatuko ez litzatekeen mundu batean, denborarekin garatuko lirateke fisikaren legeak, hau da, denboran aldatzen joango lirateke. Denborako bi une ezberdin ez lirateke bereizezinak izango.

Artikulu honetan aipatu ez baditugu ere (espazio-denboraren simetriei buruz baino ez baitugu hitz egin), beste simetria guztiei aplika dakieke teorema hau. Irakurle ikusnahien jakin-mina pizteko, esango dugu karga elektrikoaren kontserbazioa ere Noetherren teoremaren ondorioa dela. Kasu horretan, simetria ez dauka espazio-denborak, baizik eta ekuazioen sistemak berak, eta simetria abstraktuago horri gauge simetria deitzen zaio. Horrek interpretazio geometriko bat ere izan dezake, lau dimentsio baino gehiago dauzkan espazio batean. Baina hori... beste egun baterako uzteko kontua da.

Robert Waldek esan zuen bezala, horretaz konturatu eta gero, batek ezin du saihestu sentitzea gauza oso sakon bat ikasi duela naturak jarduteko duen moduari buruz. Horixe da, beraz, emakume handi honek utzi zigun opari polita. ●

Bibliografia

Dwight E. Neuenschwander, Emmy Noether's wonderful theorem, Johns Hop-kins University Press (2017).

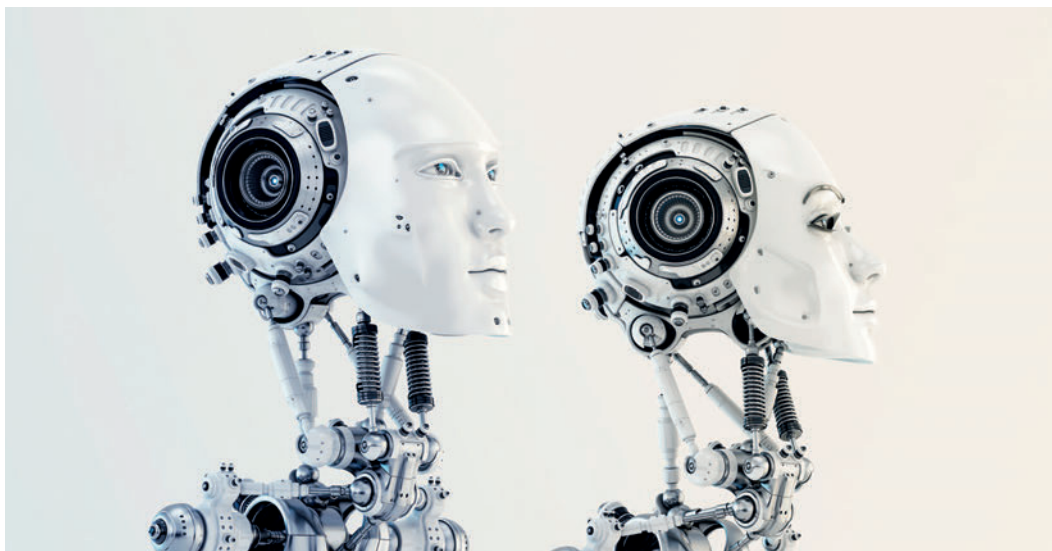
Michael E. Peskin and Daniel V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory, Westview Press (1995).

Robert M. Wald, General Relativity, The University of Chicago Press (1984).

J. Towe, arXiv: hep-ph/0508191 (2005).

Generoak bereizteko joera adimen artifizialean

- 1. irudian bi robot adimendun daude: mutil ala neska? Zein da zein?
- Baina, zertaz ari gara? Nola da posible adimen artifizialak generoak bereizteko joera izatea? Makinek ez dute generorik, ez da hala?"



1. irudia: Neska-mutil robotikoak. ARG.: Ociacia/Shutterstock.

Halaxe da. Makinek duten adimena da adimen artifiziala (AA) edo makina-adimena. Ez da berria; izan ere, urte asko joan dira 1956. urtetik hona, Samuelek, Simmonsek, Newellek, MacArthyk eta Minskyk adimen artifiziala ikerkuntza-lerro izendatu zutenetik. Orduz geroztik, teknologia ikaragarri aurreratu da. Lengoia naturala ulertzea, estrategia konplexuak behar diren jokoetan arrakastaz aritzea (xakea, Go jokoa), gidatzeko sistema autonomoak garatzea eta puntu anitzeko banaketa-sareetan bideak modu optimoan planifikatzea dira, besteak beste, AARI esker posible izan diren aurrerapenak. Horretarako, metodo estatistikoak eta formalis-

mo sinbolikoak erabiltzen dira, besteak beste. Izan ere, ikasketa automatikoak sostengatzen du gaur egungo AAren iraultza. Datu-base marduletatik ezagutza eratortzen duten metodoak dira ikasketa horiek, eta konpainia zein gobernuetako agentziek, ospitaleek eta bestelako enpresek [2] erabiltzen dituzte askotariko aplikazioetarako. Esaterako, bideo-sekuentzietan objektuak identifikatzeko, mailegu-eskaeren sinesgarritasuna balioztatzeko, legeko kontratuetan akatsak bilatzeko edo minbizia duen pertsona batentzat tratamendu egokiena topatzeko [1] [2].

AA gure egunerokotasunean dago jada, mugikorretan daramatzagun aplikazio anitzek adimen artifizialeko teknikak (soluzioak) dituzte oinarrian, eta normaltasunez erabiltzen ditugu. Adibidez, gero eta arruntagoa da ahozko komunikazioa erabiltzea telefono eta ordenagailuekin komunikatzeko: Amazonek Alexa eskaintzen du; Googlek, Home; Applek, berriz, Siri, eta Microsoftek, Cortana. Ahots-zerbitzariak dira horiek, gure ahotsa ezagutu, prozesatu eta egindako galderaren edo eskaeraren erantzuna, Interneten bilaketa egin ondoren, ahots sintetizatu bidez helarazten diguten tresnak.

Jakin badakigu, urteetako joerak direla medio, jendartea bera ez dela neutroa, eta generoak (eta bestelakoak) bereizteko joerak nabarmenak direla, askotan. Adibidez, zaintzaren rola emakumei atxikitzen zaie, eta indarrarekin zerikusia duten rolak, aldiz, gizonezkoiei. Baina zer gertatzen da artifizialki sortutako adimenarekin? Adimen artifizialak eta ikasketa automatikoak joerarik badute, joera horiek etorkizuneko tresnetan integratzeko arriskua egongo da. Izan ere, dagoeneko gertatzen ari da.

Datuak arazo-iturri

Ikasketa automatikoko algoritmoek iragarpenak egiten dituzte, ikasi dutenaren arabera. Algoritmoek berek ez dute joerarik, ez genero aldetik, ez arraza aldetik, ez bestelakorik. Baina aipatu moduan, datuetan, matematiketan eta estatistikan oinarritzen dira. Datuetan dago joera, jendartearen isla diren eta guk hartutako erabakien ondorio diren datuetan. Pertsonok hautagaiak kontratatzeke erabiltzen ditugun irizpideetan, ikasleen txostenak ebaluatzean, mediku-diagnosiak egitean, objektuak deskribatzean, horietan guztietan ditugu kultura, arraza, hezkuntza zein bestelakoak bereizteko joerak [5], eta haien artean, noski, generoak bereizteko joerak. Laburbilduz, sortzen diren ereduak entrenamendurako erabilitako datuak bezain onak edo neutroak izango dira kasurik onenean. Guk jasotzen eta etiketatzen ditugu datuak; gure

subjektibotasuna islatzen dugu datuetan, eta horrek joerak eragiten ditu ikasketa automatiko bidez garatutako sistemetan. Are gehiago, adimen artifizialak estereotipoak anplifikatzen ditu! [2]. Izan ere, ikasketa automatikoko algoritmoak erabiliz sortutako eredurik egokiena hautatzen dugunean, datuei ongien egokitzen zaiena edo asmatzetararik handiena duena hautatu ohi dugu, bestelako irizpideak alde batera utziz.

Arazoa larria da, batez ere makinek proposatutakoa erabakiak hartzeko erabiltzen den kasuetan; gainera, maiz gertatzen da hori eguneroko bizitzan, adimen artifizialean oinarritutako tresnak oso zabaldua baitaude [4].

Generoak bereizteko joera erakusten duten zenbait adibide

Hamabost bat urte atzera egiten badugu, hizketa ezagutzeko lehenengo garapenak autoetan ezarri zirenean, sistemek ez zituzten ulertzen emakumezkoen ahotsak, gizonezkoen ahotsekin entrenatu baitziren. Azken urteetan horrelako sistemak ikaragarri aurreratu diren arren, eta emakume zein gizonen ahotsak ezagutzen dituzten arren, generoaren joera nabarmena da oraindik. Aipatu berri ditugun ahots-zerbitzarien harira, lautik hiruk emakume-izena dute, eta, areago, guztiek emakume-ahotsa dute lehenetsia. Nahiz eta gaur egun aldatzeko aukera izan, zerbitzari-lanak egiten dituzten obeditzaileak femeninoak izatea dago lehenetsita.

Zergatik bada? Arrazoia sinplea da, eginkizun administratiboetan eta zaintza edo zerbitzuetan emakumezkoak espero ditugulako. Inkesta bat eginez gero, ez litzateke harritzekoa gehiengoak emakume ahotsa lehenestea.

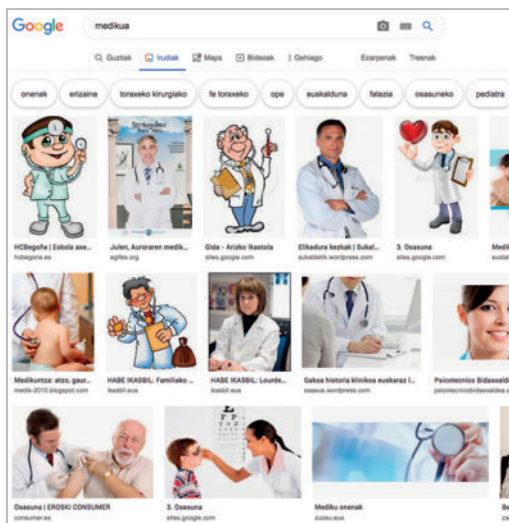
Generoak bereizteko joera ez da ahotsarekin lotutako testuinguruetan soilik agertzen. Lengoaia naturalaren prozesamenduan, adibidez, testuen

analisi semantikoak egiteko, testu-multzo handietatik erauzten diren eta hitzak elkarren artean erlazionatzen dituzten hiztegi mardulak erabiltzen dira, *word-embedding* izenekoak. Bostongo unibertsitateko ikertzaileek egindako azterketa batek [2] azaleratu duenez, hiztegi horiek erabiliz “John izenekoek Mary izenekoek baino programa hobeak idazten dituzte” erako inferentziak gerta daitezke. Haiek sortzeko erabilitako testuen ondorioa da hori, noski.

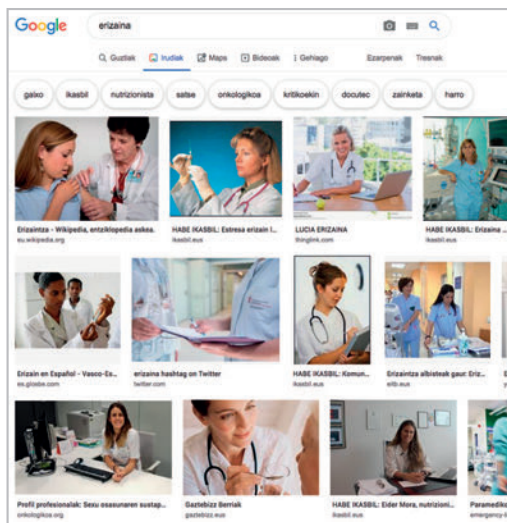
Rudria nagusitzen ari den gizarte honetan, artifizialki ikasten duten sistemak irudiz elikatzen dira, gero eta gehiago. ImSitu (<http://imsitu.org/>) eta COCO (<http://cocodataset.org/>) datu-multzo ezagunetan, adibi-

kiroletarako ekipamendua (elur-oholak eta teniseko erraketak), aldiz, gizonezkoekin lotzen dira. Gauza bera gertatzen da ImageNet datu-basean, zeina 2002-2004 bitartean sortu zen Yahoo News-eko irudiekin, eta oraindik arras erabilia den. Irudien % 78an gizonezkoak azaltzen dira, eta horietako % 84an azal zurikoak; izan ere, George W. Bush da gehien agertzen den pertsona. Datu-multzo horiek erabiltzen direnez irudiak ezagutzeko softwareak entrenatzeko, softwareek joera heredatzen dute. Egin proba, bilatu “medikua” Googleko irudietan eta mantal zuriz jantzitako gizonezkoz beteko zaizu pantaila. Aldiz, “erizaina” bilatuz gero, emakumezkoak nabarmenduko zaizkizu (ikus 2. irudia).

A



B



2. irudia: Googlen *medikua* (a) eta *erizaina* (b) hitzak bilatuta lortutako irudiak.

dez, saretik jasotako 100.000 irudi baino gehiago daude, zeinetan eszena konplexuak dauden azalpenekin etiketatuta [3]. Batean zein bestean, gehiago dira gizonezkoen irudiak dituztenak, eta egiaztatu da joera nabarmena dutela objektu zein ekintzen etiketek generoak bereizteko. COCO datu-multzoan, sukaldeko tresnak (koilarak eta sardexkak) emakumeekin lotuta deskribatzen dira, eta aire libreko

Joera desagerrarazteko bideak

Adimen artifizialeko sistemen proposamenak fidagarri izateko, proposamenak objektiboak direla ziurtatu beharko genuke lehenengo. Algoritmoek ez dute kontzientziarik, eta, hortaz, ezin dituzte haien proposamenak aldatu.

Horri aurre egiteko modua ez da bakarra; fronte askotatik hel dakioko eta heldu behar zaio.

Alde batetik, ezinbestekoa izango da emakumezkoek parte-hartze aktiboa izatea teknologiaren garapenaren urrats guztietan. Estatistikek diotenaren arabera, aldiz, informatika-teknologiako lanpostuetan % 50a izatetik gero eta urrunago daude emakumeak. Aldaketak lagunduko duen arren, horrek soilik ez du ziurtatzen sortuko diren sistemetan generoak bereizteko joera desagertuko denik. Horren adibide da AVA (Autodesk Virtual Agent), mundu zabalean Autodesk produktuen bezeroen arreta-zerbitzua eskaintzen duen software agentea. Adimen artifiziala eta adimen emozionala konbinatzen ditu, bezeroarekin "aurrez aurre" hitz egiteko. Gehiengoa emakumezkoa duen lantalde batek sortu du AVA, baina, hala ere, emakume-ahotsa eta -itxura du. Aitzakia, berriro ere, berbera da: pertsonen lagungarriago eta kolaboratzaileago sentitzen ditugula emakumezkoen ahotsak. Adibide horrek argi uzten du, beraz, ez dela nahikoa emakumeak lantaldeetan sartzea.

Ikasketa automatikoko sistemen joerak desagerarazteko bide bat da entrenamendurako erabiltzen diren datu-baseak sakon araztea eta zuzentzea. Badira horretan diharduten ikertzaileak eta testuetatik legitimoak ez diren erlazioak ezabatu dituztenak, adibidez, gizon/ordenagailu eta emakume/etxetresna [6]. Beste ikertzaile batzuek, aldiz, proposatzen dute sailkatzaile berezituak sortzea datu-multzo batean adierazitako talde bakoitza sailkatzeko [7].

Argi dago, beraz, denok hartu behar dugula kontuan datuek joera jakin bat baldin badute joera bera izango dutela haietatik ahalegin berezirik egin gabe ikasten duten sistemek ere, eta horrek, gainera, ondorio larriak izan ditzakeela gudan. Joerak detektatu eta identifikatzeko tresnak beharko ditugu, baita datu-multzo berriak sortzeko printzipioak ere. Baliteke adituak behar izatea zeregin horretarako. Eta zergatik ez garatu adimen artifizialeko tresnak zeregin horretarako! ●

Erreferentziak

- [1] The Risk of Machine-Learning Bias (and How to Prevent It) FrontiersBlog March, 2018 Chris DeBrusk <https://sloanreview.mit.edu/article/the-risk-of-machine-learning-bias-and-how-to-prevent-it/>
- [2] Researchers Combat Gender and Racial Bias in Artificial Intelligence, Bloomberg, December 2017. Dina Bass and Ellen Huet <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-12-04/researchers-combat-gender-and-racial-bias-in-artificial-intelligence>
- [3] Machines Learn a Biased View of Women . Wired. <https://www.wired.com/story/machines-taught-by-photos-learn-a-sexist-view-of-women/>
- [4] Artificial intelligence could hardwire sexism into our future. Unless we stop it.. World Economic forum. December 2017. Alison Kay .<https://www.weforum.org/agenda/2017/12/sexist-bias-hardwired-by-artificial-intelligence/>
- [5] Bias in machine learning, and how to stop it. Tech Republic. November 2016. Hope Reese. <https://www.techrepublic.com/article/bias-in-machine-learning-and-how-to-stop-it/>
- [6] T. Bolukbasi, K-W Chang, J. Zou, V. Saligrama, A. Kalai, Man is to Computer Programmer as Woman is to Homemaker? Debiasing Word Embeddings. Proceedings of the 30th Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2016), Barcelona, Spain
- [7] C. Dwork, N. Immorlica, A. T. Kalai, M. DM Leiserson. Decoupled classifiers for fair and efficient machine learning. Proceedings of the 1st Conference on Fairness, Accountability and Transparency, PMLR 81:119-133, 2018.

Jaso urtean lau zenbaki,
20 €-ren truke

Hazi Hezi

haziera eta heziketa
aldizkaria



Hazi Hezi eta **hik hasi**
familia eta eskola
heziketari garrantzia ematen diogunon komunitatea

Harpidetzak:

hikhasi@hikhasi.eus • 943 37 14 08 • www.hikhasi.eus

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



ALBISTEAK

Milaka kumulu globular berri sortu dira galaxia erraldoi batean

Kumulu globularrak milioika izarrez osatuta egoten dira. Aldi berean sortutako izarrek dira denak, gure galaxiaren diametroa baino ehunka aldiz diametro txikiagoko bolumen esferiko dentsuetan biltzen direnak. Galaxien eratze-garaiko erlikia zaharrak direla uste da; hortaz, unibertsoan ikusgai diren objekturik antzinakoena izan daitezke. Esne Bidea 150 bat kumulu globularrez inguratuta dago —haie-tako batzuk begi hutsez ikus daitezke gaueko iluntasunean—, baina galaxia-kumuluen erdigunean kokatzen diren (...).



ALBISTEAK

Bilgarrietarako material erabat birziklagarria

EHUko eta Coloradoko Estatu Unibertsitateko (AEB) ikertzaileek plastiko-mota erabat birziklagarri eta berri bat garatu dute, plastiko bilgarrien egungo ordezkoak baino hobe dena eta plastikoaren ekonomia zirkularra bultzatzen duena.

Egileek aipatu dutenez, ez da erraza elikagaiak biltzeko polimero biodegradagarri onak lortzea. Poli(azido laktikoa) da etorkizun oparoa izan dezaketenetako bat, baina, oso zurruna denez eta iragazkortasun handiegia duenez, (...).



EKINEAN

“Talde bat izateak asko laguntzen dizu teknikoki eta emozionalki”

Lide Arana Urbietak biokimikariari, neurri batean, etxetik zetorkion zientzian aritzea: “Familian zientzialari pila bat dut: fisikariak, biologoak, kimikariak... Gaztetan, nire lagun askok ez bezala, ez neukan garbi zer ikasi nahi nuen, baina, nahita edo nahi gabe, zientziara jo nuen, eta pentsatzen dut horretan izango zuela eraginen bat ingurukoak ere horretan ibiltzeak. Hala, Kimika ikastea erabaki nuen, baina ez kimikari izateko, Biokimikara iristeko bide bat zelako baizik” (...).

Martxora arte



aldizkaria.elhuyar.eus



www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria



@elhuyaraldizk

Zer eta nor



Zelai Haundi, 3.
Osinalde industrialdea
20170 USURBIL (Gipuzkoa)
tel. 943 36 30 40 - Faxe: 943 36 31 44
aldizkaria.elhuyar.eus

Zuzendaria:

Aitziber Agirre (a.agirre@elhuyar.eus).

Publizitate-arduraduna:

Lurdes Ansa (l.ansa@elhuyar.eus).

Hizkuntza-arduradunak:

Alaitz Imaz, Saroi Jauregi.

Erredakzio-taldea:

Aitziber Agirre, Egoitz Etxebeste,
Ana Galarraga.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Olatz Arbelaitz; Gorka Azkune; Amañur Esnaola; Rosa
María Hernández; Manoli Igartua; Elena Lazkano; Igor
Leturia; Helena Matute; Manu Ortega; Aiala Salvador;
Edorta Santos; Aintzane Sarasola; Iñigo Urizar.

Azaleko argazkia:

Michael Kleinsasser/Pixabay.

Jatorrizko diseinua:

Eragin.com

Diseinua eta maketa:

Virginia Larrarte.

Harpidetzak:

Virginia Larrarte (harpidetza@elhuyar.eus).

Inprimatzaileak:

Leitzaran Grafikak. Papera klororik gabekoa da, eta
FSC agiria du (ingurumen-kudeaketa jasangarriko
basoetatik erazten da). Oinarri begetaleko tintak
erabiliz inprimatzen da.

Banatzaileak:

Distripress (Araba); Badiolan (Gipuzkoa); Simó (Bizkaia);
Elkar.

Harpidetza paperean eta edizio digitala:

- Urtean 4 zenbaki (martxo, ekaina, iraila eta abendua).
- Euskal Herria eta Espainia: 20 €.
- Beste herrialdeak: 33,60 €.

Ale digitala: 4,20 € (www.elhuyar.eus).

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2603-6614

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

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

KULTURA ETA HIZKUNTZA
POLITIKA SAILA
DEPARTAMENTO DE CULTURA
Y POLÍTICA LINGÜÍSTICA

LAGUN ARO Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.;
EIKA Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.; MAIER Koop. Elk.;
FAGOR ELECTRÓNICA Koop. Elk.

"Kultura eta Hizkuntza Politika Sailak (Hizkuntza
Politikarako Sailburuordetzak) diruz lagundua"

Harpidetu
edo
oparitu

elhuyar

aldizkaria

Jakintza zientifikoa, denon eskura



Hiru hilez behin, etxean bertan. Egunero, webgunean.

Zientzia eta teknologian gertatzen den guztia:
gaurkotasuna, iritzia, istorioak, hemengo ikerketa...

elhuyar
ezagutuz aldatzea

Harpidetzak: aldizkaria.elhuyar.eus

943 36 30 40

ZUBIRI-ZUBIRI

CAF
ELHUYAR
SARIAK
2020

Oinarriak: cafelhuyarsariak.elhuyar.eus

Lanak aurkezteko azken eguna: **2020ko otsailaren 7a**

ANTOLATZAILEAK

CAF **elhuyar**
ezagutuz aldatzea

BABESLEAK

neiker
tecnalia

