

elhuyar

330 zk. | 2018ko ekaina

4'70 euro



45 garun eta
bihotz baten
arrastoa

CAF - Elhuyar
sariak

Intsektuak gertutik



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, aukera ondoen datorkizuna:

BERRIALaguna

Hilean 10€ edo urtean 100€

Abantailak:

- BERRIA PDFn.
- Irakurle gisa zerbitzu berezietarako sarbidea izatea
- Zozketa, gonbidapen eta deskontu esklusiboak eskuratzea.

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 izatea
- Zozketa, gonbidapen eta deskontu esklusiboak eskuratzea.



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

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



berria
BERRIAK 15

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute
Elhuyar aldizkariaren zuzendaria



Hilezkortasunaz

1936an gertatu zen, La Pedrajan (Burgos). Estatu-kolpeari aurre egiteagatik hildako 104 pertsonaren gorpuak ezkutatu zituzten hobi batean. Handik 74 urtera, lurpetik atera zituzten haien arrastoak Aranzadiko kideek, eta, hezur biluzien artean, 45 garun eta bihotz bat aurkitu zituzten, gertatutakoaren lekuko isil. Organoak nola saponifikatzen diren ikertzeko aukera bikaina eman du, eta, bide batez, baliabide berri bat eskaini du, aspaldiko aztarnategietan ere halakoak badirela konturatzeko balio izan baitu. Gaia zabaltzeko modukoa iruditu zaigu.

Organoak hilezkor bihurtzea zorizkoa izan bada ere, hilezkortasuna gizakion buruan dabil duela milaka urtetik hona. Nola lortu zahartzaroa eta heriotza atzeratzea? Gure dietako kaloriak gutxituta bizia luza dezakegula diote hainbat teoriak, baina zenbaterainoko sinesgarritasuna dute? NIHk babestutako ikerketa batek sinesgarritasuna aitortu die, frogatu baitu kaloriak % 15 murrizteak pertsonen zahartzea moteltzen duela.

Bizia luzatzeko gurean erabiltzen diren estrategia gehienak, ordea, ez datoz dieta osasuntsu eta ez hain oparoa egitetik. Gero eta botika gehiago hartzen dituzte adinekoek, eta zalantzazkoa da bizi-kalitatea bermatzen ote duen horrek. Medikuntzak badu garaia zahartzaroaren aurrean zer jarrera hartu behar duen birplanteatzeko. Hala, Osakidetza bi medikuren hausnarketak jaso ditugu: Iñaki Peña Bandres, doluan aditua, eta Felipe Aizpurua Barandiaran, ikertzailea.

Baina bestelako gaiak ere ekarri ditugu zenbaki honetan: besteak beste, auto-automoa eta *big data* sanitarioa. 2018ko maiatzean sartu da indarrean datuen babeserako lege berria, eta pazienteen datuak ikerketa zientifikoan erabil daitezkeen arautzeko garaia iritsi da. Zer dago jokoan? Arriskuan al dago gure intimitatea? Eztabaidarako abiapuntu izan nahi du Pilar Nicolás Jiménezi egindako elkarrizketak.

CAF-Elhuyar sarietako irabazleen lanak ere argitaratu ditugu. Goza itzazue, hemengo ikertzaileek eta kazetariak zientzia-dibulgazioan duten mailaren erakusle baitira. Aurtengo Merezimendu Saria *EKAIA* EHUren Zientzia eta Teknologia aldizkariak jaso du. Badu meritua Unibertsitatean euskaraz egindako ikerketaren aitortzarako egindako lanak. Zorionak egindako bideagatik! ●

04



Intsektuak gertutik

David Lópezek intsektuak gertutik ikusi nahi izan ditu betidanik, oso gertutik: begiak, barailak, baita ileak ere. Gida bat oparitu zioten txikitan, eta orduak pasatzen zituen xomorroak marrazten. Luparekin egin zituen gertutik ikusteko lehen saiakerak, baina muturreko makroa egiten bukatu du.

44



45 garun eta bihotz baten arrastoa

Gerra Zibileko hobitak ateratzen ari ziren garezurretako batzuen barruan, arrasto berezi batzuk topatzen ari ziren. Garunak izan zitezkeen.

58



2018ko CAF-Elhuyar sariak

2018ko CAF-Elhuyar sariak inoizko emaitzarik oparoena eman dute: 80 lanetik gora aurkeztu dira. Hemen dituzue irabazleak, ikertzaileak zientzia-dibulgazioan duten mailaren erakusle.

- 04** IKUSMIRAN
Intsektuak gertutik
- 12** ALBISTEAK
- 18** ERREPORTAJEA
Bizkarrezur-muineko transplanteak GIBa desagertzeko gai
- 20** IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Kepa Sarasola Gabiola
- 22** ANALISIA
Osasuna zahartzaroan
- 24** ERREPORTAJEA
Kaloria gutxiago, gehiago bizitzeko
- 30** ELKARRIZKETA
Pilar Nicolás Jiménez
- 36** ERREPORTAJEA
Auto autonomoak bidean
- 44** ERREPORTAJEA
45 garun eta bihotz baten arrastoa
- 48** MUNDU DIGITALA
Tim Berners-Lee, webaren asmatzaile eta jagolea
- 52** ISTORIOAK
Barry Marshall: bakterioak edanda, Nobela irabazi
- 56** EKINEAN
Itziar Urizar Arenaza
- 58** 2018 CAF-ELHUYAR SARIAK
- 60** DIBULGAZIO-ARTIKULU OROKORRAREN SARIA
Irtenbide zirkularra, mundua irensten ari den nonahiko zaborraren kontra
- 66** EGILEAREN DOKTORE-TESIAN OINARRITUTAKO DIBULGAZIO-ARTIKULUAREN SARIA
Zulo beltzen sinfonia
- 72** NEIKER SARI BEREZIA
Euskal Herriko mendiak: herbiboro handiek zizelkatutako paisaia



Eduki gehiago webgunean
aldizkaria.elhuyar.eus

Intsektuak gertutik

Argazkiak: **David López Encinas**

Intsektuei aurpegia ikusi nahi zien David López Encinas hernaniarrak; begiak, matrailak, barailak. Txikitatik gustatzen zaizkio intsektuak. Gida bat oparitu zioten, eta, geroztik, orduak pasatzen zituen Caceresen, amona-aitonen etxean, xomorroak ikusten, sailkatzen, marrazten.

Luparekin egin zituen gertutik ikusteko lehen saioak; eta, urte batzuen buruan, argazki-kamerari mikroskopio baten objektiboa erantsi, eta muturreko makroa egiten bukatu zuen. Argazkigintza, berez, ez zaio gehiegi interesatzen, beti lortu nahi izan zuena lortzeko modua baino ez da izan: intsektuak gertutik ezagutzea, oso gertutik; aurpegia ikustea, begiak, baita ileak ere.

Bereziki maite du ondo atera zitzaion lehen argazkia. Ez da onenetakoa, baina lehena izan zen. "Euli bat izan zen; proba askoren ondoren, azkenean ikusi nizkion begiak euliori!". Ez da intsektu berezien atzetik ibiltzen. Igerilekuan itota aurkitzen dituenak

edo paseoa dabilela lurrean hilda ikusten dituenak eramaten ditu estudiora. Izan ere, erabiltzen duen teknikarako, hilda egon behar dute, eta hiltzea ez zaio etikoa iruditzen.

Irudi-pilatzea da teknika. Azken argazkia lortzeko, ehunka argazki ateratzen ditu, mikrometroz mikrometro. Argazki bakoitzean zati txiki bat bakarrik gelditzen da garbi, enfokatuta. Eta zati horiek software baten bidez elkartuz lortzen du azken argazkia, xehetasun ikusgarrikoa.

Pazientzia eta orduak behar dira halako argazki bat lortzeko. Hain zuzen ere, utzita dauka aspaldian, kostatu egiten zaiolako ordu horiek aurkitzea. Lanak libre uzten dizkionak etxean duen "zortzi hilabete-ko beste intsektu txiki bati" eskaintzen dizkio orain. Gustatuko litzaioke, hala ere, zaletasuna berreskuratzea. Agian, intsektu bereziren bat aurkitzen badu; agian, oporretan Caceresera bueltatzen denean.





Lorategiko armiarma

Alfonbrako kakalardoaren larba





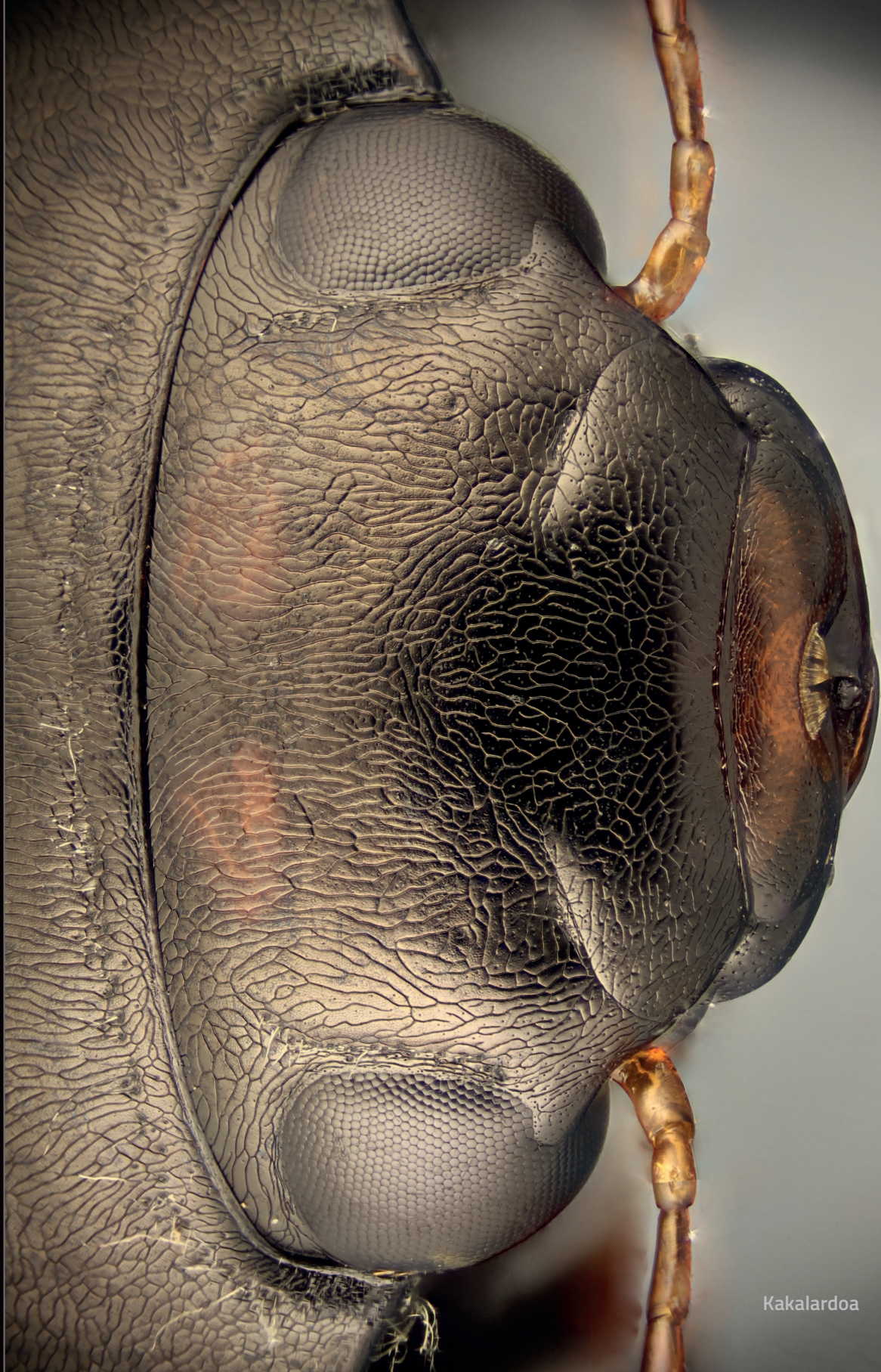
Eltxo



Arkanbele emea



Diptera



Duela 42 milioi urteko sirenio-espezie bat aurkitu dute Pirinioetan

Pirinioetan sirenioak bizi ziren duela 42 milioi urte, itsasertzeko eremua zen garaian. Hala eman du aditzera Ainara Badiola EHUko ikertzaileak, Zaragozako Unibertsitateko eta Nova Lisboa Unibertsitateko kideekin batera. Ia 300 sirenio-hezur fosil aurkitu dituzte Huescako Sobrarbe geoparkean, eta frogatu dute orain arte ezagutu gabeko sirenio-espezie bati dagozkiola. Europako mendebaldeko sireniorik zaharrena omen da, eta *Sobrarbesiren carideli* deitu diote.



ARG.: Rosa Alonso/Zaragozako Unibertsitatea.

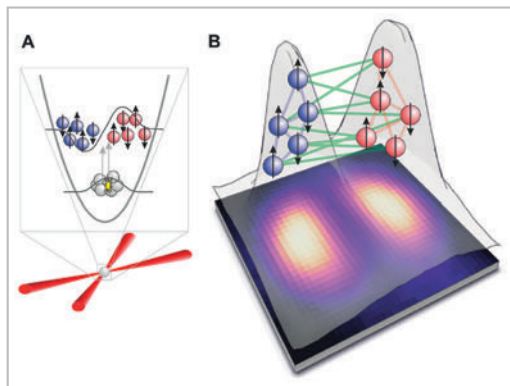
Egungo sirenioak manatiak eta dugongoak dira. "Itsas behiak" deitzen zaie, sakonera txikiko itsas belardietan jaten aritzen direlako. Ugaztun belarjale lurtarretatik eboluzionatu zuten, animalia erabat urtar bihurtu arte, baleek, fokak eta izurdeek bezala. Aurkitutako sirenio-espezie berria, ordea, oso primitiboa da, artean lau hanka baitzituen (atzeko biak galdu gabe). Hartara, sirenioen eboluzioaren lehendabiziko urratsak nola gertatu ziren eta, batez ere, uretaranzko bidea nola egin zuten jakiteko, baliagarria izan daiteke aurkikuntza. Pirinioetan aurkitutako sirenioak klima tropikaleko eta landaretza ugariko delta baten bokalean bizi zirela uste dute. [Scientific Reports](#) aldizkarian eman dute aurkikuntzaren berri. ●

Korapilatze kuantikoa Bose-Einstein kondentsatu batean

Fisika kuantikoko esperimentu berritzaile baten berri eman du [Science](#) aldizkariak: bi atomo-hodei ultrahotzen arteko korapilatze kuantikoa lortu dute. Bose-Einstein kondentsatu deritze atomo-hodei horiei. EHUko Fisika Teorikoa eta Zientziaren Historia saileko kideek lortu dute, Hannoverko Unibertsitateko ikertzaileekin batera.

Géza Toth ikertzaileak azaldu bezala, «Bose-Einstein kondentsatuak lortzeko, oso tenperatura baxuetara hoztu behar dira atomoak, zero absolututik gertu. Tenperatura horretan, atomo guztiak egoera kuantiko oso koherentean daude, espazioan posizio berean. Agregazio-egoera horretan, korapilatze kuantikoa gertatzen da multzoko atomoen artean». Bi hodeiak fisikoki bananduta ere, kuantikoki korapilatuta mantendu eta entitate bakar bat balira bezala aritzen dira.

Lorpen berriak bide eman dezake teknologia kuantikoa erabiltzen duten arlo asko hobetzeko, partikula korapilatu multzo handiak behar izaten baitituzte aplikazio horietan. "Atomo hotzak erabiltzearen abantaila da aukera dagoela zenbait magnitude-ordena handiagotako partikula-kopuruarekin egiteko. Eskala handiko konputazio kuantikoaren oinarria izan daiteke», esan du ikertzaileak. ●



Bose-Einstein kondentsatu bakarretik abiatuta sortutako bi hodeiren artean lortutako korapilatze kuantikoaren irudikapena. ARG.: Iagoba Apellaniz/EHU.

Turismoa karbono-igorpen globalaren % 8aren erantzulea da



Turismo globalaren aztarna ekologikoa uste baino askoz ere handiagoa dela ikusi dute.

Lehenengo aldiz, turismoaren aztarna ekologiko osoa neurtu dute, eta emaitza oso esanguratsuak atera dituzte: karbono-isurtze globalaren % 8 dagoiko turismoari. Orain arte, Turismoaren Munduko Erakundeak uste zuen % 4ra baino ez zela iristen, baina Sydneyko Unibertsitateak egindako ikerketa berriak agerian utzi du eragina uste baino askoz ere handiagoa dela. Horretarako, lehen ez bezala, turismoaren bizi-ziklo osoaren ebaluazioa egin dute, turista bat etxetik atera eta itzultzen den arte eragindako karbono-igorpen guztiak hartu baitira kontuan: hegazkina, ostatua, alokairuzko kotxea, jana eta edariak, oroigarriak eta abar.

Nature Climate Change aldizkarian argitaratu dute ikerketa eta proposamen zehatzak egin dituzte zientzialariek klima-aldaketaren aurkako neurriak hartu ahal izateko: turismoari karbonoaren gaineko zergak ezartzea, batez ere hegazkin-bidaiei. 0,25-0,5 kg CO₂ sortzen dute bidaiari eta kilometro bakoitzeko, eta 900 km-ko joan eta etorriko bidai batean 40 €-ko zerga ordaindu beharko litzatekeela kalkulatu dute. Argi adierazi dute ikertzaileek: gutxiago egin beharko genuke hegan eta gehiago ordaindu. ●

Beldurraren biokimika, zizareetatik gizakietara

Beldurraren eta antsietatearen mekanismoak ikeritzeko bizidun mikroskopiko bat erabiltzen ari dira: *Caenorhabditis elegans* zizarea. Bere predatzaile naturalak jariatzen dituen sulfolipidoak lurtean jartzen dizkiotenean, *C. elegans*-ek bere burua babesteko jokaera hartzen du: sulfolipidoak sumatu eta berehala, norabidea aldatzen du, zakarki, eta arrautzak jartzeari uzten dio. Jariakin horien presentzia hutsak [lau zirkuitu neuronal aktibatzen dituela ikusi dute](#) Salk Institutuko ikertzaileek, eta adierazi dute beldurra hain mekanismo errudimentarioa eta oinarritzkoa izanik, eragiten duen erantzun neuronala oso antzekoa dela zizare eta gizakietan.



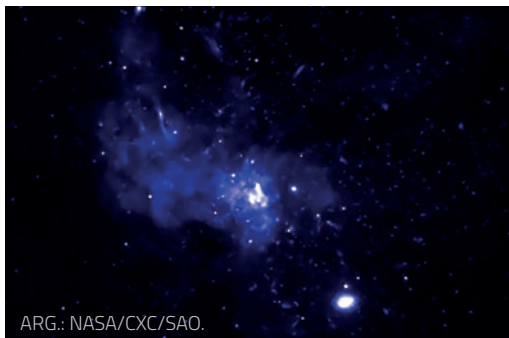
C. elegans zizare mikroskopikoa. ARG.: Flickr.

Giza antsietatearen aurkako Zoloft botika eman dietenean, zizareek ez dute beldurrik erakutsi sulfolipidoen aurrean. Botikak haiengan duen eragina ikusita, badirudi beldurraren aurkako erantzun neuronalak mantendu egin direla eboluzioan. Zizareen nerbio-sisteman beldurrarekin erlazioz gertatzen diren seinaleak identifikatu izanak antsietatearen mekanismoak eta izaera hobeto ulertzen lagunduko duelako itxaropena dute ikertzaileek. ●

Dozena bat zulo beltz txiki, gure galaxiako zulo beltz erraldoiaren inguruan

Esne Bidearen erdian eta Lurretik 25.000 argi-urtera dagoen zulo beltz erraldoiaren inguruan, dozena bat zulo beltz txiki detektatu ditu Columbiako Unibertsitateko (AEB) astronomo-talde batek. Aurkitutako zulo beltz txikiak izar baten eta zulo beltz baten sistema binarioak direla ikusi dute, eta bikote horretan, zulo beltza izarri materia lapurtuz doala uste dute. Ikerketa honek hipotesi zahar bat baieztatu du, hark aurreikusitako galaxia handietako zulo beltz supermasiboaren inguruan milaka zulo beltz txiki elkar bizitzeko aukera.

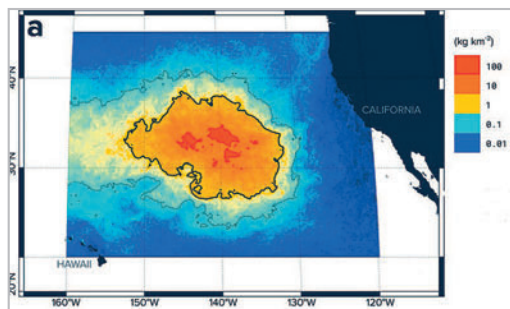
Zulo beltzek igorritako X izpiak neurtuz jakin dute, Chandra Behatokiak 12 urtez egindako 1,4 milioi behaketa aztertuta. Nano zuriek eta baita galaxiaren erdiguneko gasak eta hautsak berak ere X izpiak igortzen dituztenez, zaila da zulo beltz txikiak igorritako X izpiak haietatik bereiztea. Hori da orain arte zulo beltzok gure begietara ezkutuan mantendu izanaren arrazoia. Baina, datu berriak ikusita, gure galaxiaren zulo beltz erraldoiaren inguruan beste 10.000-20.000 zulo beltz txiki egon daitezkeela iradoki dute ikertzaileek. [Nature aldizkarian](#) argitaratu dute artikulua. ●



ARG.: NASA/CXC/SAO.

Ozeano Bareko plastikozko uhartera: gero eta handiagoa, gero eta azkarrago

Azken ikerketaren arabera, uste zutena baino are handiagoa da Ozeano Barean, Kalifornia eta Hawaii artean, metatutako plastiko-multzoa edo plastikozko uhartera. Zehazki, 1,6 milioi km²-ko azalera du, hau da, Euskal Herria baino 76 aldiz handiagoa da. Gainera, esponentzialki hazten ari dela ohartarazi dute ikertzaileek.

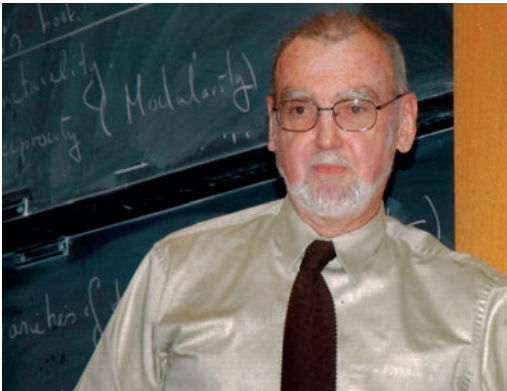


Plastikozko uharteraren mapa, masa-kontzentrazioaren datuekin. ARG.: L. Lebreton *et al./Scientific Reports*.

[Ocean Cleanup Fundazioak](#) zuzendu du ikerketa. Datuak biltzeko, 30 ontzi eta bi hegazkin erabili dituzte. Ontziek 1,2 milioi ligin bildu zituzten, eta hegazkinek 300 km² eskaneatu zituzten, irudi multiespektralak eta 3D-koak lortzeko. Datu horiekin, eta eredu bidez, azalera ez ezik, uharterean metatutako plastikoen ezaugarriak, dentsitatea eta beste alderdi batzuk ezagutu dituzte.

[Scientific Reports aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak](#). Azaldu dutenez, batzuetan beste 10 kg plastiko daude km²-ko, eta masaren % 92 plastiko handiek osatzen dute. Emaiz horrek harritu egin ditu ikertzaileak, gehien bat mikroplastikoz osatuta zegoela uste baitzuten. Bestalde, aurreratu dute plastiko handiak biltzeko sistema bat garatzen ari direla eta ikertzen jarraituko dutela. ●

Robert Langlands kanadarrak irabazi du 2018ko Abel saria



Robert Langlands matematikaria. ARG.: Wikimedia Commons.

Matematikaren hainbat diziplina bateratu izana aitortu nahian, 2018ko Abel saria eman diote Robert Langlands kanadarrari, Matematikaren Nobel sariaren parekotzat hartzen dena. Hogeita hamar urte pasatxo zituela garatu zuen Langlandsek orain saritu duten teoria, 1967an, eta matematikaren bi esparru lotu zituen hartan: zenbakien teoria eta analisi armonikoa, ordura arte inork erlazionatu ez zituenak. Gerora, ordea, matematikaren teoria bateratu baten gisa hartu izan da haren lana.

Norvegiako Zientzien eta Letren Akademiaren arabera, "pentsatzeko modu berria ekarri zuen matematikan". Langlandsek proposatu zuenak zabalkunde handia izan du ordutik, eta munduko ehunka matematikari joan dira teoria hartatik sortutako Langlands programan parte hartzen. Egun, irakasle da Princeton-eko Ikerketa Aurreratuen Institutuan (AEB). ●

Gizonentzako pilula antisorgailu bat segurua dela frogatu dute

Orain arte garatutako gizonentzako antisorgailu hormonalek ez dute saio klinikoak gaitzirik lortu, eragiten zituzten albo-ondorioak ez zirelako onargarriak. Albo-ondorio nabarmenenak aknea, aldarre-aldaketak, depresioa eta gizentzea ziren. Orain, baina, ia ondoriorik ez duen pilula bat aurkeztu dute.

Washingtongo Unibertsitatean egin dute pilularen saio klinikoa, eta Estatu Batuetako Endokrinologia Batzarrean aurkeztu dituzte emaitzak. 83 boluntariok DMAU (dimendrolona undekanoato) izeneko konposatua hartu dute, ahoz, hilabetez. Horren eraginez, esperma ekoizteko behar diren hormonen maila asko jaitsi zitzaizkien. Horrekin batera, dosi handiena hartu zuten asko gizendu egin ziren, baina ez zuten beste albo-ondorio nabarmenik jasan.



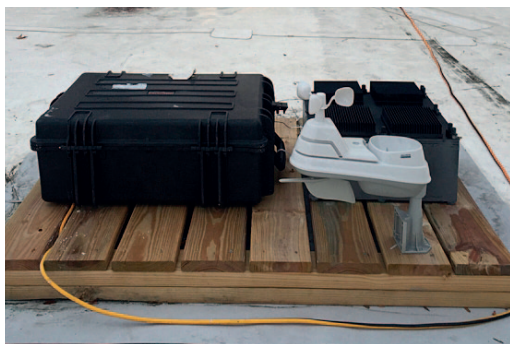
ARG.: AEBko Osasun Institutua.

DMAUk testosteronaren aldaera bat eta progesterona konbinatzen ditu. Izan ere, testosterona, ahoz hartuta, azkarregi kanporatzen da, eragin antisorgailua izan baino lehen. Undekanoatoari esker, moteldu egiten da kanporatzea. ●

Tenperatura-alde txikiak baliatuta elektrizitatea sortzen duen sistema bat garatu dute

Egunaren eta gauaren arteko tenperatura-aldea baliatuta elektrizitatea sortzen duen sistema berri-tzaile bat aurkeztu dute Massachusetts Teknologia Institutuko ikertzaileek (MIT).

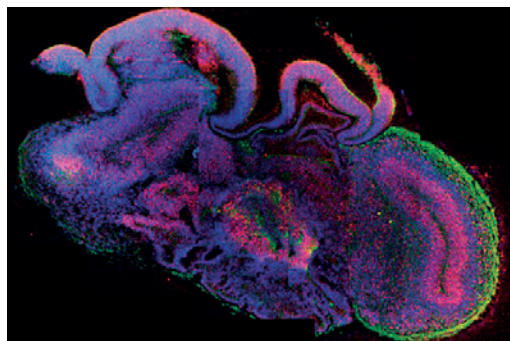
Oraingoz potentzia txikia lortzen dutela aitortu badute ere, tenperatura-aldean oinarritutako beste elektrizitate-sorgailu batzuen aldean abantaila nabarmenak ditu: nahikoa da 10 °C-ko aldea eta ez du zertan aldi berean izan; ez du bateriarik behar, ezta eguzkia ere. Are gehiago, tenperatura-aldea sortzen duen edozeri lotuta erabil daiteke.



Tenperatura-aldea baliatuta elektrizitatea sortzen duen gailua. ARG.: Justin Raymond/MIT.

Materialean dago gakoa. Horrelako sistema bat egiteko, beroa ondo garraiatu eta ondo metatzen duen material bat behar zuten. Alabaina, garraiatzaile onek ez dute ondo metatzen, eta alderantziz. Azkenean, hiru material elkartuta lortu dute behar zutena: kobrezko edo zinkeko metal-apar bat, grafeno-geruza batean bilduta, eta oktaedekano izeneko argizari batean sartuta. ●

Giza garun txikiak, saguei transplantatuta



Giza garun organoideen zeharkako mozketak. ARG.: Madeline A. Lancaster.

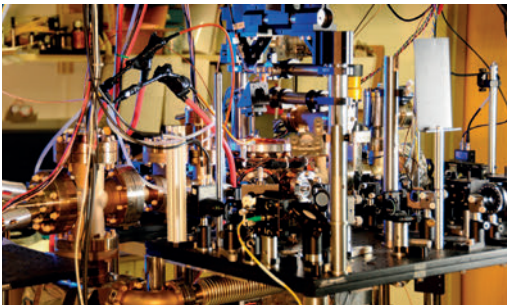
Giza zelula ametan oinarrituta, garun txikien antzeko egiturak (organoideak) sortu eta funtzional mantentzea lortu dute Salk Institutuko (AEB) ikertzaileek. Zaila da organoideak *in vitro* bizirik mantentzea, hortaz, saguetan transplantatu dituzte, baskularizazioa garatu eta mantenugaiak eta oxigenoa eskura ditzaten. Arrakastatsua izan da esperimendua: 14 egunetan organoideek odol-basoen sare konplexua garatua zuten jada, eta beren neuronek saguen garunarekin konexioak sortu zituzten. Guztira, 233 egun eman dituzte bizirik.

Lehenengo aldia da giza garun organoideak beste espezie batean txertatzen direna, eta kezka etikoak ere ekarri ditu: saguen adimena aldatuko al da? Are gehiago, giza kontzientzia beste animalietan ezartzerik badago? Galdera asko eta erantzun gutxi, oraingoz. Saguok ez dute gaitasun berezirik erakutsi, [Nature Biotechnology](#) aldizkarian argitaratu dutenez.

Zalantzak zalantza, giza garun organoideak saguetan garatzeak asko erraztu dezake garunaren gaitzak ikertzea. Are gehiago, kalte neuronalak duten pertsonen garunean etorkizunean giza neurona osasuntsuak transplantatzeko bidea ere erraz lezake. ●

Erloju atomiko bat laborategitik atera dute

Erloju atomiko eramangarri batekin, Alpetako puntu baten altuera neurtu ahal izan dute. Laborategitik kanpora erloju atomiko batekin egiten den lehen neurketa da.



Ez da erraza erloju atomiko bat laborategitik ateratzea, kondizio oso kontrolatuak, laserrak, huts-ganberak, tenperatura oso hotzak eta abar behar baitituzte. Argazkian, AEBko NIST Teknologia eta Estandarren Institutuko erloju atomiko bat. ARG.: National Institute of Standards and Technology.

Erloju atomikoen zehaztasun ikaragarriak neurtzen dute denbora, atomoen elektroien oszilazioak kontatuz. Egiteko gai garen neurketa fisikorik zehatzena da, hain justu. Eta hainbesteko zehaztasuna dute, ezen grabitateak denboran duen eragina (Einsteinek erlatibitate orokorraren teorian iragarri bezala) neurtzeko ere gai baitira; hala, grabitate-sentsore gisa erabil daitezke, besteak beste. Baina erloju atomikoen laserrak, tenperatura oso hotzak, kondizio oso kontrolatuak eta abar behar dituzte; eta, ondorioz, orain arte horretarako prestatutako laborategietan baino ezin izan dira egin halako neurketak. Orain, lehen aldiz, ibilgailu batean sartu eta Frantziako Alpetara eraman dute erloju atomiko bat. Eta handik ehun kilometrora eta altueran mila metroko diferentziara dagoen Italiako laborategi bateko beste erloju atomiko batekin konparatuta, altuera neurtzeko gai izan dira. ●

Neandertalak eta gizaki modernoak, inguru berean mila urtez baino ez

Eremu kantauriarrean bizi izan ziren azken neandertalen eta lehen *Homo sapiens*-en garaia ikertu dute, Ana Belén Marín Arroyo Kantabriako Unibertsitateko ikertzailearen gidaritzapean, eta ondorio honetara iritsi dira: beste leku batzuetan ez bezala, bi populazioek oso denbora-tarte txikian egin zutela bat eremu berean, eta, beraz, elkarrekintzarako aukera gutxi izan zutela.

Hain zuzen, eremu kantauriarra da, Europa osoan, neandertalen eta gizaki modernoaren arteko trantsizioaren garaiko ondare arkeologiko aberatsena duenetako bat, hasi Euskal Herriatik eta Asturiaseraino. Aztarnategien datazioak, ordea, ez ziren zehatzak. Hala, ikerketa honetan, 51 datazio egin dituzte, bi espezieak bizi izan ziren 13 aztarnategitan. Euskal Herrikoak hauek dira: Axlor, Bolinkoba, Ekain, Amalda eta Aitzbitarte III.

“Bi espezieek jandako animalien hezurak datatu ditugu. Erabilitako metodoarekin, kutsadura-arrasto guztiak baztertu ditugu, eta datak eredu bayesiarraren bidez analizatu ditugu, Arrasateko Labeko Koban bezala”, azaldu du Marínek. Lehen aldiz aplikatu dute metodologia hori garai horretan, Europan. Horri esker, trantsizio-garaiko kronologia zehaztu dute, berme handiz. Alde horretatik, ikerketa horrek mugarri bat jarri duela adierazi du. *PLOS ONE* aldizkarian argitaratu dute ikerketa. ●



Albiste gehiago
webgunean

Bizkarrezur-muineko transplanteak GIBa desagerrarazteko gai

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Leuzemia tratatzeko bizkarrezur-muinaren transplante bat jaso ondoren, GIBa detektaezin bihurtu zaie zenbait pazienteri. Ondorio horren atzean dauden mekanismoak argitzea da Jon Badiola Gonzálezen helburua, egunen batean GIBaren aurkako terapian aplikagarriak izango diren itxaropenarekin. Duela gutxi, Europako odol eta hezur-muineko transplantearen elkarrekin ematen duen Best Young Abstract Award saria jaso du lan horrengatik.

Bere lanari buruz hitz egitean, lehenik, "Berlingo pazientea" ekarri du gogora Badiolak: "Bizkarrezur-muineko transplantearen ondorioz, hiesa sendatu zitzaion pertsona baten kasua da. Leuzemia eta hiesa zituen, biak, eta, 2008an, beste aukerarik ez zegoela eta, leuzemia sendatzeko bizkarrezur-muineko transplantea egitea erabaki zuten. 10 emaile bateragarri topatu zituzten, eta, haien artean, baten bat GIBari zeluletara sartzea eragozten dion mutazio bat zuena: CCR5 Delta32 mutazioa. Emaile horren bizkarrezur-muina transplantatu zioten, beraz, eta emaitza ezin hobea izan zen: leuzemia sendatzeaz gain, GIBa desagerraraztea lortu zuten".

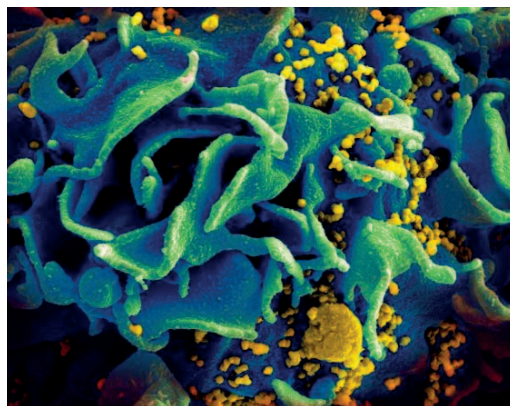
Badiolak azaldu duenez, mutazio hori Afrikako prostituta batzuetan dokumentatu zen lehen aldiz, eta, gutxi gorabehera, populazioaren % 1ek du. GIBak zelulen barrura sartzeko erabiltzen duen errezeptoreetako batekoa da: mutatuta dagoenez, birusak ezin du zelulara sartu, eta, beraz, ezin da ugaltu.

Badiola Berlingoaren antzeko bi paziente ari da ikertzen Virgen de las Nieves Unibertsitate Ospitalean (Granada), baina badute harengandik bereizten dituen ezaugarri bat: haiek jasotako bizkarrezur-muinak ez du mutazio hori, eta, hala ere, GIBa detektaezin bihurtu zaie.

"Berlingoaren kasuan, sendatuta dagoela esan daiteke, ez baitu botikarik hartzen eta ezin zaio birusa detektatu. Granadako pazienteei ere ezin diegu detektatu, baina, oraingoz, erretrobiralak hartzen jarraitzen dute", zehaztu du Badiolak.

Gordailuetan ere ez

Erretrobiralak hartzen dituzten pazienteetan, normala da odolean ez agertzea birusik. Alabaina, gordailuetan ezkututzen da; horregatik, ezin dute tratamendua eten. Bizkarrezur-muineko transplantea jaso duten bi paziente horietan, ordea, odolean ez ezik, birusaren gordailuetan ere begiratu dute: leu-



GIB birusek infektatutako T linfozitua. ARG.: NIAID.



Jon Badiola hematologoa eta ikertzailea. ARG: Irsi Caixa.

kozitoak, bizkarrezur-muina, likido zefalorrakidea, ileona eta guruinak. Eta ez odolean, ez gordailuetan, ez dute birusik detektatu.

Horrez gain, paziente horien 100 milioi linfzito injektatu dizkiete laborategiko saguei (hiesa ikertzeko genetikoki eraldatutako saguak), eta haiek ere ez dute garatu hiesa. Horrenbestez, badirudi desagertu egin zaiela GIBa.

Litekeena da hura imitatzeko terapiak sortzea etorkizunean

“Hurrengo pausoa erretobiralak hartzeari utzi eta zer gertatzen den aztertzea da”, aurreratu du Badiolak. Bi paziente horiek 2009an eta 2013an jaso zuten transplantea, eta Badiolak bi urte darmatza haien kasua ikertzen. Haren azken helburua da jakitea nola lortzen duen bizkarrezur-muinaren transplanteak GIBa desagertzea.

Izan ere, Badiolaren esanean, ez da errezeptoreen mutazio-kontu hutsa: Berlingo pazientearen metodologia probatu zuten beste batean, eta ez zen osatu, birusak beste ko-errezeptore bat erabili zuelako, CXCR4 errezeptorea, hain zuzen. Hortaz, beste faktore batzuk ere eragiten dute GIBa desagertzean. Horiek dira ikerketaren jomuga.

Badiolak garbi utzi nahi izan du bizkarrezur-muineko transplantea ezin dela izan GIBaren aurkako tratamendu bat: “Transplante horiek arrisku handia dute, eta antierretobiralekin hiesa gaitz kroniko bihurtzea lortu dugu. Beraz, gaur egun, antierretobiralak dira aukera onena”. Edonola ere, transplantearen eragina ondo ezagututa, litekeena da hura imitatzeko terapiak sortzea etorkizunean, eta horretarako ari da lanean.

Ikerketa IciStem nazioarteko proiektuaren parte da. IrsiCaixa Hiesaren Ikerketarako Institutuak (Bartzelona) eta Utrechtcheko Unibertsitateko Zentro Medikuak (Herbehereak) zuzentzen dute, eta anFAR Fundazioak (AEB) finantzatzen du. ●

Kepa Sarasola Gabiola
Informatikaria



“Euskaldunok ez goaz trenaren buruko bagoian, baina ez dugu galdu tren hori”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Kepa Sarasola Gabiola (Begoña, 1958) Zientzia Fisikoetan lizentziatua da, doktore Informatikan, Euskal Herriko Unibertsitateko informatika-irakaslea eta Ixa Taldearen sortzaileetako bat. 1980. urtetik, Udako Euskal Unibertsitatean dabil, eta, 2018ko otsailaren 24tik, UEUren zuzendari berria da.

Lanez gainezka dabilen arren, adeitsu hartu gaitu. Izan ere, beti laguntzeko prest dauden horietakoa da Sarasola. Hala, ohikoa duen bizitasunaz eta bere arlotik atera gabe erantzun die galderei.

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

Interneten informazioa bilatzeko erraztasunak. Interneteko nabigatzaileek gaur egun ematen dituzten laguntza amets utopikoa zen orain dela 30 urte.

Informazio asko dago Interneten, eta Google-ri galdetuta gehienetan lortzen dugu nahi genuen datua, argazkia edo testua. Horri esker, zientzia eta teknologiaren garapena askoz bizkorragoa da gaur egun. Lehen artikulua interesgarri bat lortzeko aste batzuk behar zenituen, gaur egun minutu edo segundo kontua izaten da.

Gainera, bilatzaile horiek hizkuntzaren prozesamenduko teknologia erabiltzen dute. Aspaldian, gutxi ematen zioten garrantzia guk Ixa Taldean garatzen dugun teknologiari. Gaur egunean Google da teknologia horren erabiltzaile nagusia, eta, horri esker, askoz emaitza hobekak lortzen ditu. Eskerrak euskara ere landu izan dugun teknologia horretan; euskaldunok ez goaz trenaren buruko bagoian, baina ez dugu galdu tren hori.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Amesten dut Cuscoko kalean kartel guztiak kexue-raz bakarrik egotea eta nik nire mugikorrean hor jartzen duena euskaraz ikusi edo entzun ahal izatea. Noski, era berean, Bilboko kalean kartel guztiak euskaraz bakarrik egotea ere bai, eta Peruko gure lagunek mugikorrean kartel horiek kexue-raz ikusi edo entzun ahal izatea, katalanek katalanez, eta ingelesek ingelesez.

Hau da, itzulpen automatiko hobekak bati esker, giza itzulitzaileek hirian idatzita dagoen guztia ondo itzulita eskaini ahal izango ditutela amesten dut.

Konputagailuek eta robotek hobeto itzuliko dute, gure mundu erreala hobeto ezagutuko dutelako, Wikipedia/Wikidata erraldoiak online kontsultatu ahal izango dituztelako, eta esaldien esanahiak bektore moduan errepresentatuta errazago asmatuko dutelako. ●

Felipe Esteban Aizpuru Barandiaran

Osasun-ikertzailea Osakidetzan



Zaharrentzako errezetarik onena, bertan behera uzten dena?

2016an Gipuzkoan egin zen ikerketa batek azaldu zuen hainbat faktore daudela lotuta zaharren osasun txarrarekin. Arazo sentzorialak —gortasuna, itsutasuna—, loaren kalitatea, jarduera sozial urria eta, horren guztiaren gainetik, medikamentu asko hartzea ziren faktore adierazgarrienak, ikerketa horren arabera.

Ezinezkoa da osasungintzatik arazo sozialen konplexutasunari aurre egitea. Arazo sentzorialei dagokienez, aurrerapen teknologikoak espero ditugu datozen urteetarako. Loari buruz, Los Angeleseko UCLA Unibertsitateak egindako berrikuspen batek argi utzi zuen lo egiteko arazoak ohikoak direla zaharengan, baina ez ditugula pazienteak aztertzen arazo horiek hautemateko, nahiz eta prozedura eraginkorrak eta seguruak egon badauden, haiek detektatzeko eta tratatzeko.

Medikamentuen erabileraz, Euskal Osasun Inkestaren arabera, 75 urtetik gorakoek % 95ek egunero hartzen du medikamenturen bat. Erabilienak tentsio arterialaren, bihotzkoaren edo kolesterolaren kontrakoak dira. Baina medikamentuek albo-ondorioak ere izaten dituzte zaharengan. Lasaigarriek, adibidez, buru-argitasunean eta orekan eragiten dute. Analgesikoak, berriz, mina hobetzen ez dutenean, medikuak ez ditu aldatzen, ezta kentzen ere. Medikamentu batzuen konbinazioak elkarren aurkako eragina sortzen du, eta zaila da kontrolatzea. Gainera, medikamentu batzuek eragin handiegia daukate zaharengan, adibidez, diabetesaren aurkakoez, edo ahulegia, estatinek, kasurako. Azken finean, medikamenduak gehitzen dira, baina oso arraroa da haien preskripzioa bertan behera uztea, eta ondorioz, aurreko eragin guztiak gero eta posibleagoak dira. Bukatzeko, esan beharra dago medikamentuak ez direla ia probatzen adinekoengan, baina, hala ere, eman egiten dizkiegu.

Laburrean, askotan errezetarik onena bertan behera uzten dena da. Zaharrei kezka eragiten dieten arazoek erro sozialak dituzte gehienbat, eta osasunari lotutako arazoek aurka egiteko, baditugu erreminta eraginkor asko. Osasun-profesionaloi dagokigu ikastea eta behar den moduan erabiltzea. ●



Iñaki Peña Bandres

Barne-medikua Osakidetzan

Denbora igarotzearen eta heriotzaren aurrean trakets

Mendebaldeko jendartean lehen mailako arazoa daukagu zahartzaroarekin; osasun-arloarekin ez ezik, esparru soziofamiliarrekin ere. Alde batetik, populazio-piramidea erabat desitxuratuta daukagu, gero eta adineko jende gehiago baitago. Halaber, inor gutxik onartzen du sektore horren parte izatea, zaharra izatea, alegia. Zaharra hitza bera ere iraintzat hartzen da kasu askotan. Eta hori, berez, hasteko, arazo potoloa da, nire ustez.

Horiek horrela, urteekin batera, normalean, gaixotasunak eta arazo funtzional eta kognitiboak ere pilatzen dira, eta eurekin batera, botiken erabilera gora doa sarritan. Zorionez, badaude hainbat ikerketa ariketa fisikoari garrantzia ematen diotenak; funtzionaltasuna ahalik eta gehiena luzatzeko estrategiak ematen dituzte, farmakologikoak ez direnak. Gainera, osasungintzan, farmakoek depreskripzioa ere planteatzen da hainbat lekutan, beharrezkoak ez diren botikak kentzea edo ez gehitzea, alegia.

Zoritxarrez, zahartzaroaren nolabaiteko ukapen horretaz gain, badaude martxan hilezkortasunaren inguruko eldarnio kolektiboak. 1960ko hamarkadako kriogenizaziotik, gaur egungo Silicon Valleyra. Eta, antza denez, azken aldian ahaleginak egiten ari dira adinekoen bizi-kalitatea hobetuko duten botikak lortzen. Denok nahi izango baikenuke, jakina, gehiago bizitzeaz gain, kalitate hobearekin ere bizitzea. Baina farmakoek bidez? Are farmako gehiago hartu behar izango dituzte adinekoek?

Mediku gisa, atseginez hartzen ditut hobekuntza farmakologikoak, noski; zalantzarik gabe, posologia gero eta errazagoak edukiko ditugu, industriak gero eta botika hobekien diseinatuko ditu. Eta horri esker, bizi-kalitatea hobetu daiteke. Baina konponbide magikoekiko guztiz eszeptikoa naiz, ez dut uste gizakiak askoz gehiago lortuko duenik. Eta are gutxiago guk ikusiko dugunik. ●

Kaloria gutxiago, gehiago bizitzeko

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Bizialdia luzatzeko estrategien artean, kaloriak gutxitzea da interes handiena piztu duenetako bat, zenbait animalia-espezietan eraginkorra eta segurua dela frogatu baita. Zientzialariek, ordea, oraindik ez dituzte ondo ezagutzen kaloria-murrizketaren atzean dauden mekanismoak, ezta pertsonetan epe luzean zer eragin duen ere. Galdera horiei erantzuteko helburua du CALERIE esperimentuak, eta orain jakinarazi dituzte bigarren urteko ondorioak: animalietan bezala, kaloria-murrizketak zahartzea moteltzen du pertsonetan.

Pertsona osasuntsuek epe luzean nahi baino kaloria gutxiago jateak zer ondorio dituen aztertzeke esperimentu osoena eta zorrotzena da CALERIE. Estatu Batuetako Osasun Institutuak (NIH) babes-tu du, eta hainbat zentzoren artean egin dute, bi fasetan.

[Lehen fasean](#), sei hilabeteko epean kaloriak murrizteak pertsonen metabolismoan zituen ondorioak ikertu zituzten. Hiru egoera aztertu zituzten: hasierako pisuari eusteko beharko luketena baino % 20 kaloria gutxiago hartzea, % 25 gutxiago, eta % 30 gutxiago, osasuntsu egoteko behar diren mantengutza bermatuta, beti ere.

Parte-hartzaileen artean gizonezkoak zein emakumezkoak zeuden, eta denek 25-30 bitarteko gorputz-masa indizea zuten, hau da, gainpisua zuten.

Esperimentuaren emaitzak onak izan ziren: oro har, pisua eta gantz biszerala galdu zuten, insulinarekiko sentzibilitatea hobetu zitzaizen, gorputzeko tenperatura jaitsi zitzaizen, baita T3 edo triiodotiro-

nina tiroide-hormonaren maila ere, besteak beste. Nolabait, luze bizi diren animalia eta pertsonen parametroetara hurbildu ziren.

Bigarrena, pisu egokia dutenekin

Emaitza horietan oinarrituta diseinatu zuten bigarren fasea. Fase horren ezaugarri nagusia da parte-hartzaileek pisu egokia zutela edo behar baino pixka bat lodiago zeudela. Aipatzekoa da kaloria-murrizketa aurreko fasean baino leunagoa zela, % 15ekoa, bataz beste.

Pennington Ikerketa Biomedikoen Zentroan egin dute esperimentua, bi urtez. Hasieran 73 boluntario ziren, baina, azkenean, 53 boluntarioen datuak hartu zituzte aintzat: 36 emakumezko eta 17 gizonezko, 34-46 urtekoak, eta, gehienak, zuriak. Haietatik 34k kaloria-murrizketa jasan zuten, eta 19k nahi adina jan zuten.

Cell zientzia-aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak, eta artikularen izenburuak berak laburtzen du ondorio nagusia. Hau dio, gutxi gorabehera:



“Kaloria-murrizketa jarraituak eragindako metabolismoaren moteltzeak eta kalte oxidatiboaren murrizketak Bizitza-tasaren eta Kalte Oxidatiboaren zahartzearen teoriak berresten ditu” ([“Metabolic Slowing and Reduced Oxidative Damage with Sustained Caloric Restriction Support the Rate of Living and Oxidative Damage Theories of Aging”](#)).

Bi teoria, biak zuzenak

Hain zuzen, hau zen bigarren fasearen helburua: azaltzea kaloria-murrizketak zer mekanismoren bidez luzatzen duen bizialdia. Izan ere, mekanismo asko proposatu izan dira, baina ez da guztiz argitzerik lortu. Ikerketan, zahartzeari buruzko bi teoria nagusiei jarri diete arreta. Biak ere aspaldi-koak, aldeko zantzu esperimentalekin, baina guztiz frogatu gabeak.

Bizitza-tasa izenekoa da lehena, eta tasa metabolikoarekin du zerikusia: ugaztunetan, espezie jakin baten barruan, masa-unitatearekiko zenbat eta

tasa metaboliko handiagoa izan, orduan eta bizialdi laburragoa, eta alderantziz. Kalte Oxidatiboaren teoria da bestea: mitokondrietan gertatzen den fosforilazio oxidatiboaren albo-produktuek (ROS) kalte egiten diete DNARI, lipidoei eta proteinei, eta, horrenbestez, zahartzea azkartzen dute.

Bada, esperimentuan jasotako emaitzen arabera, biak gertatzen direla ondorioztatu dute ikertzaileek. Alegia, haien ustez, metabolismoak motelduz eta kalte oxidatiboa apalduz luzatzen du bizialdia kaloria-murrizketak.

Izan ere, adibidez, 8,7 kg galdu zituzten batzuek beste kaloria-murrizketa zuten boluntarioek, eta 1,8 kg irabazi, berriz, kontrol-taldekoek. Bada, kaloria-murrizketa jasan zutenek pisu-galeragatik aurreikusitakoa baino are energia-gastu txikiagoa zuten, 24 orduko tartean zein lotan (80-120 kcal gutxiago egunean). Ikertzaileen esanean, horrek esan nahi du metabolismoak egokitu egin zitzaizela.

“Badirudi kaloria-kopurua % 15 murriztea eraginkorra dela bizialdia luzatzeko. Gainera, segurua ere badela baieztatu zuten ikertzaileek”

Horrekin batera, tiroide-hormonen jarduera eta ROSen maila apaldu zitzairen. Hau da, kalte oxidatiboa txikitu egin zen.

Horrenbestez, badirudi kaloria-kopurua % 15 murriztea eraginkorra dela bizialdia luzatzeko. Gainera, segurua ere badela baieztatu zuten ikertzaileek, [2016an argitaratutako artikulu batean](#).

Animalietan bezala

CALERIE esperimentuaren emaitzek zahartzearen gaineko bi teoria nagusiekin bat egiten duten arren, oraindik galdera asko geratzen dira erantzuteko. Edonola ere, ikerketa “benetan interesgarria” dela iritzi dio M^a Puy Portillo Baquedano EHUKo Elikadura eta Obesitatea Ikerketa Taldeko buruak, eta CIBERobn taldeko ikertzaileak.

Portillok gogorarazi du kaloria-murrizketak bizialdian duen eraginaren lehen ikerketak legamietan egin zirela, gero nematodoetan, eta, handik aurrera, gero eta animalia konplexuagoetan, primateetara iritsi arte: “Horietan guztietan ikusi dute kaloria-murrizketa apal batek bizialdia luzatzen duela, nahi adina jaten dutenekin alderatuta”.

Gizakietan, baina, horrelako ikerketak egitea oso zaila dela azaldu du Portillok: “Urte luzez bizi garen ez, ez da proposatu boluntarioen bizialdi osoa irauten duen ikerketarik. Gainera, batzorde etikoek onartu egin behar dute ikerketa, eta zalantzan jar daiteke zenbateraino den etikoa kaloria gutxiko dieta bat eginaraztea obesitaterik ez duen pertsona bati. Eta abar”.

Hala ere, CALERIE esperimentuaren emaitzek lehendik animalietan ikusitakoa berresten dutela dio Portillok ere, eta, alde horretatik, “esanguratsua” iruditzen zaio: “Aspertuta ere bai baikaude ikusteaz, emaitza batzuk lortzen direla animalietan, eta gero pertsonetan ez dela gauza bera gertatzen. Oraingoan, ez dute frogatu kaloria-murrizketak bizialdia luzatzen duela, baina bi urteko tartean lortutako datuek eragin hori litekeena dela iradokitzen dute”.

Bi teoriak berresteari ere eman dio garrantzia: “Bai metabolismoarena, bai erradikal oxidatzaileena, biak gertatzen direla erakutsi dute”.

Portillok onartu du erradikal oxidatzaileak gutxitzea espero zuela, beste ikerketa askotan ere frogatu delako ondorio hori, baita beraiek egindakoetan ere. Aldiz, metabolismoaren apaltzearena ez zuen hain garbi: “Alde horretatik, mugari dela iruditzen zait, ganbera metaboliko batean egin baitituzte neurketak, eta lortutako datuak argigarriak dira”.

Galderak eta aukerak

Galderak ere sortzen zaizkio, dena den: “Adibidez, zenbat luzatu behar da kaloria-murrizketa? Ikerketak bi urte iraun ditu; ez da hainbeste, eta ondorioak berehala neurtu dituzte. Baina bizi osoan egin behar da, eragina izan dezan? Izan ere, orain berriro normal jaten hasten badira, metabolismoa berriro normalduko zaie, oxidatzaileen maila ere bai... Ez dakit”.

Beste galdera bat ere bota du: “Zenbateraino luzatzen da bizitza? Funtsezkoa da jakitea zenbat denbora egin behar duzun gutxi jaten, eta, horren

M^a Puy Portillo Baquedano
EHUko Elikadura eta Obesitatea
eta CIBERobn taldeko ikertzailea



arabera, zenbat luzatuko zaizun bizialdia. Behar bada, denbora gutxi irabazten da, eta ez du merezi”.

Horrekin lotuta, beste bide bat aipatu du Portillok: aldi-an-aldian eta tarte labur batez murriztea kaloriak. “Hori aukera ona izan daiteke; bizi osoan dieta egitea baino errazagoa, behintzat, bada”.

Epigenetika aipatu du, segidan: “Baraualdiek eta bestelako estres-egoerek marka epigenetikoak eragiten dituzte, eta iruditzen zait kaloria-murrizketak eragindako markek aukera gehiago dutela irauteko, aldi-an behin eginez gero. Baina, noski, frogatu egin behar da, eta alderdi guztiak zahaztu: noiz hasi, zenbat iraun behar duen murrizketaldiak, zenbateko tartea utzi hurrengora arte...”

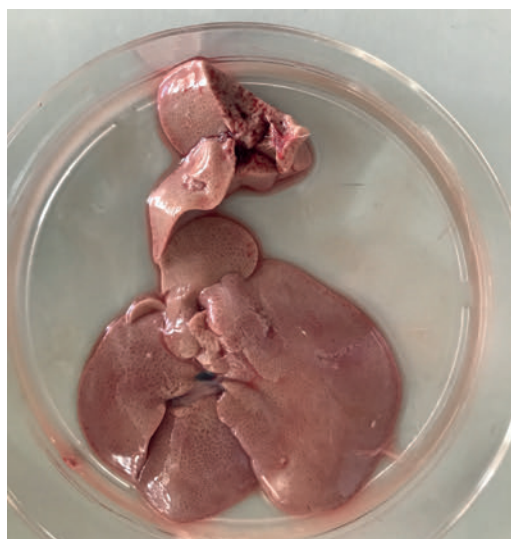
Hori bai, garbi du kaloria-murrizketak ezin duela handia izan: “Populazio osasuntsuaz ari gara, ez obesoez; hortaz, ezin du dieta hipokalorikoa izan. CALERIE esperimentuan, adibidez, % 15eko murrizketa egin dute; hori nahiko leuna da. Argaldu nahi dutenei % 25etik gorakoa ezartzen zaie. Egia da ikertzaileek esaten dutela boluntarioek 8 kg galdu zituztela, baina hori oso gutxi da, helburua argaltzea izan balitz. Gainera, galera hori lehen urtean izan zen, eta gero pisuari eutsi zioten”.

Molekula imitatzaileak

Orain artekoa kontuan hartuta, uste du merezi duela ildo horretatik ikertzen jarraitzea. Portilloren ikerketa-taldean arratoiekin ikertzen dute: “Azterketa preklinikoak dira. Polifenolek obesitatean eta



2009an Wisconsin-Madison Unibertsitateak egindako ikerketa batean frogatu zuten kaloria-murrizketa eraginkorra dela primateen bizia luzatzeko. ARG.: Jet Miller/ Wisconsin.



Portilloren taldean arratoiekin ikertu dute. Goian, arratoi osasuntsu baten gibela. Behean, gantz ase eta azukre asko hartu duten arratoi batena. ARG.: Portillo.

hari lotutako patologietan duten eragina ikertzen dugu”.

Erresberatrola da gehien ikertu duten polifenole-tako bat. “Guk egindakoaz gain, bibliografia ugari dago polifenolen eraginari buruz, eta ikusi dugu kaloria-murrizketaren akzio-mekanismo antzekoen bidez funtzionatzen dutela. Horregatik esaten da kaloria-murrizketa imitatzen duten molekulak di-rela”, azaldu du Portillok.

“Kaloria-kopurua, baina, faktore bat baino ez da”

M. P. Portillo

Hala ere, eragina ez da berbera. Adibidez, % 15eko kaloria-murrizketaren eta erresberatrolaren eraginak alderatu dituzte, arratoietan. “Hor ikusi genuen egia dela erresberatrolak kaloria-murrizketa imitatzen duela, baina murrizketaren ondorioak nabarmenagoak dira guk neurtutako parametroetan: gorputzeko gantz-kantitatean, intsulinarekiko erresistentzian eta gibelean metatutako gantzean, hau da, esteatosi hepaticoa”.

Kaloriak murriztuta dituzten arratoiei dietan erresberatrola gehitzea ere probatu dute. “Gure hipotesia zen kaloria-murrizketaren eragina areagotu egingo zela, eta hori oso interesgarria izango litza-teke argaltzeko jarraibideetan aplikatzeko, askoz ere errazagoa baita % 15eko murrizketa duen dieta bat egitea luzaroko, % 25ekoa duena baino. Emaitza ez zen ona izan, ordea: ez zegoen alderik erresberatrola hartzen zutenen eta hartzen ez zutenen artean”.

Duela hiru urte ere egin omen zuten antzeko esperimentua, baina % 25eko murrizketarekin. Orduan pentsatu zuten murrizketaren eragina hain zela

“Frogatuta dago polifenolek kaloria-murrizketaren akzio-mekanismo antzekoen bidez funtzionatzen dutela”

handia, ezen erresberatrolarena ez baitzen nabaritzen. “Baina, nonbait, ez da hori, baizik eta erresberatrolaren eragina ezerezean geratzen dela kaloria-murrizketa dagoenean”, ondorioztatu du Portillok.

Kaloriak baino gehiago

Horrenbestez, badirudi kaloria-murrizketa apala bide egokia dela bizialdia luzatzeko. Baina beste-lako eragileak ere aintzat hartu behar direla ohar-tarazi du Portillok: “Askotan aipatzen dira, adibidez, Okinawako biztanleak (Japonia). Munduko bizi-itxaropen handiena dute, eta beste lekutan baino

kaloria gutxiago hartzen dituzte berez. Kaloria-ko-purua, baina, faktore bat baino ez da”.

Hemengo populazioarekin alderatu du Japoniakoa: “Guk ere bizi-itxaropen oso altua dugu; oker ez bago, munduko bigarrena, Japoniaren atzetik. Eta ez dugu Japonian bezala jaten, baina baditugu antzekotasunak: ez dugu beste lekutan adina gantz ase jaten; guk monoasegabeak jaten ditugu, eta haiek poliasegabeak; polifenol asko hartzen ditugu, zuntz asko... Ondorioa ezin da eragile bakar bati lotu, eragile-multzo bat da”. ●



Okinawako biztanleek munduko bizi-itxaropen handiena dute, eta beste leku batzuetan baino kaloria gutxiago hartzen dituzte berez. ARG.: USA.

Pilar Nicolás Jiménez

Ikertzaile jurista

*“Datuak ez dira gauzak,
pertsonek dira”*

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia
Argazkiak: Aritz Loiola/@Argazkipress



Ikertzaile jurista da Pilar, Zuzenbidea eta Giza Genoma Katedraren taldean. Zientziak eta teknikak aurrera egiten duten heinean, aukera berri eta zirrargarriak sortzen dira gizartean, baina baita, haien eskutik, arrisku eta beldur berriak ere; debekatzeko gogoia sortzeraino, batzuetan. Pilarren lana da teknika berrien erabilera arautuko duten baliok adostea. Oinarrizko akordio moduko batzuk bilatzea, gizartea eroso senti dadin. Lan garrantzitsua, zientziak bere onena eman behar badu.

Pilar, zer bilakaera izan dute zientziak sortzen dituen kezkek?

Teknika eboluzionatuz joan den heinean, kezkek aldatzen joan dira. Orain, kezka handienetakoa datuen kudeaketarena da, *big data*: datu-base erraldoiak erabiltzeko aukera dago, eta datuak lehengai garrantzitsua dira ikerketarako. Badirudi datuek balio komertziala eta guzti izan dezaketela, eta haiekiko kontrola gal dezakegula. Gure intimitatea mehatxupean egon daiteke? Bai horixe, beste esparru batzuetan ikusi dugu: Facebook-en, esaterako.

Badira iraunkorrak diren kezkak ere. Adibidez, edizio genetikoko teknikak, pertsonon DNA eraldatu dezaketelako. Baina, aldi berean, edizio genetikoko etorkizuneko kezkak ere ekartzen ditu, giza DNA-ren osotasunaren inguruan. Gerta liteke giza DNA eraldatu eta giza espeziea arriskuan jartzea? Etor-kizuneko egoerak aurreikusi behar ditugu.

Une honetan, *big data* da zuen erronka nagusia. Zer da, zehazki, *big data* sanitarioa?

Datu-base handiak erabiltzeari esaten zaio *big data*. Baina ez da datu asko dituen zerrenda soil bat edukitzea. *Big data*ren teknika da informazioa gurutzatzea, hainbat jatorritako datuak konbinatzea. Imajinatu: historia klinikoak konbina daitezke pazienteek beren app-etan dituzten datuekin, haien bizi-ohituren datuekin, kontsumo-ohiturekin, ikerketa-proiektuetan lortutako datuekin... Hainbat motatako datuak nahasten badituzu, atera daitezke ondorio asko ezin direnak atera datuak modu independentean bakarrik aztertuta.

Garrantzitsua da pertsonak jakitea zer datu erabiltzen ari diren, zeren eta datuok elkar konbinatuta, haien erabilera jada ez baita hain inuzentea. Zuk zeuk ere espero ez dituzun ondorioak atera ditzaketete zuri buruz. Horregatik, *big data*ren erronka da informazio pertsonal horren gaineko kontrola izatea, eta, batez ere, haren erabilera.

Gure baimena behar dute gure datu medikoak erabiltzeko?

Azterketa genetikoa bat edo gure osasuna jokoan jar dezakeen esku-hartze bat tartean dagoenean, baimena sinatu behar izaten dugu. Baina zertarako ari naiz baimena ematen? Nire mesedetan joka dezaten: nire diagnostikorako, tratamendurako eta prebentziorako bakarrik. Hori da legeak dioena. Baina hor sortzen den informazioak izan lezake beste erabilera bat: ikerketa. Arazoa da historia klinikoa arautzen duen legea ez dela argia. Interpretazio desberdinetarako aukera ematen du.

Ikerketa biomedikoaren legeak lagin biologikoen erabilera bakarrik arautzen du, baina ez datuena. Odolaren erabilera edo tumore-puska batena arautzen ditu. Laginak gordetzeko sistema bat dago: biobankuak. Zuk laginak eman, eta haiek ikertzaileei banatzen dizkiete. Ikerketa azkartzeko mekanismoak hartu ditu legeak. Antzeko zerbait egin zitezkeen datuekin.

Legeak pazientearen berariazko baimena exijitu beharko luke horretarako, edo beste berme batzuk, erabilera legitima lezaketena: adibidez, datuak anonimo bihurtzea, nire nortasunetik bereiztea.

“Batuetan, datuen jabeez hitz egiten dugu, eta lengoaia hori oso maltzurra da”

Hala, historia klinikoetatik hartzen dira, baina ez dakite norenak diren. Hain zuzen, orain, *big data* sanitarioa deitzen den proiektu batean ari gara lanean, legearen erreforma proposatzeko.

Zer proposatuko duzue?

Lehenengo proposamena izango da lege argi bat egon dadila. Bigarrena, baimena eman beharra. Baina ikertzaileei beren lana erraztuko dien oinarria finka dezakegu, zeren milaka pertsonaren datuak behar direnean, baimena eskatu beharrak asko zailtzen du ikerketa, eta helburua ez da datuen erabilera murriztea, baizik eta erraztea. Baldintza egokietan, hori bai.

Horregatik, berme gehiago behar dira: datuak erabiliko dituzten proiektuek etika-batzorde baten azterketa pasa behar izatea. Bestetik, informazioa. Jendeak jakin behar du non jaso dezakeen bere datuen erabilerari buruzko informazioa, eta ezabatu nahi baditu, eskaera horri erantzun beharko zaio.

Big data sanitarioa oinarritzkoa da gaixotasun arra-roen ikerketan, ezta?

Noski, gaixotasun arra-roen kasuan, hurbilketak nazioartekoa izan behar du. Ez dago nahikoa paziente herrialde bakoitzean. Nazioarteko sareei esker, datuak, laginak eta pazienteak partekatzen dituzte erakundeek. Garrantzitsua da horretan lan egitea. Batez ere, gaixotasun arra-roetan, baina, oro har, zientzian. Zientziak ez du mugarik. Datuek nazioartean ibili behar dute.

Datu horiek jabego pribatua izatera irits daitezke?

Ez. Eta garrantzitsua da argitzea, nahaste kontzeptual oso larria baitago arlo horretan. Batzue-

tan, datuen jabeez hitz egiten dugu, eta lengoaia hori oso maltzurra da. “Datuak saldu ditu”. Saldu eta erosteaz hitz egiten dugunean, gauzen gaineko eskubideez ari gara. Baina datuak ez dira gauzak, pertsonen parte dira. Pertsonalitatearen ondasunak dira: ezin zaie uko egin eta ez dira preskribatzen. Inork ezin dit esan nire datuak saldu dituela eta orain beste norbaitenak direla.

Enpresek datuak erabiltzeko eskubidea izan dezakete, zuk hala baimenduta. Baina beste enpresa bati uzteagatik kobratu ahal izango du? Ez. Datu horiek prozesatzen edo haiek hobeto ikusteko software bat garatzen dirua gastatu badu, zerbitzua kobratu ahal izango du, baina ez datuen truke.

Eztabaida handiak ekar ditzakeen beste esparru bat medikuntza pertsonalizatua izango da, ezta?

Noski, azkenean gizabanako bakoitzaren berezitasunetan oinarrituta dagoenez, analisi genetikoak egin behar dira. Adibidez, zure familian mutazio jakin bat partekatzen duzuen argitzeko. Zer galdera sortzen diren? Bada, esaterako, nola partekatu informazioa pazientearen eta senideen artean. Nola kudeatu sekretu medikoa, atera duten informazioak pazienteari ez ezik haren familiari ere mesede egin badiezaioke, gaitza hereditarioa delako.

Duela gutxi, halako gertakizun bat izan zen Erresuma Batuan: paziente baten alabak auzitara eraman zuen bere aitari gaixotasun genetiko oso larri bat diagnostikatu zion ospitalea, alabari ez ziotelako horren berri eman. Ez aitak, ez ospitaleko medikuek. Aita hil zen, eta alabak auzia jarri zien ospitaleko medikuei, zeren eta jakin izan balu berak gaixotasun hori izan eta bere seme-alabei transmi-





“Azterketa genetikoek oso erabaki drastikoak hartzera eraman gaitzakete”

titzeko arriskua zegoela, ez baitzen inoiz haurdun geldituko; oso gaixotasun larria zen. Ospitalea absolbitu zuten, medikuen betebeharrak pazientee-kiko direlako bakarrik. Baina helegitea aurkeztu du, eta auzia berrikusi beharko da.

Analisi genetikoekin, gero eta gehiagotan azaleratuko da oinordekoekiko ardura izan behar ote duten medikuek. Zein da zure iritzia?

Ez dut uste medikuak ardura hori izan behar duenik. Izatez, beharrezkoa da sekretu medikoari eustea, pertsonen konfiantza mantentzeko. Ezinbestekoa da jakitea kontsultan hitz egiten dena medikuaren eta nire artean geratuko dela.

Hori bai, norbaitek analisi genetiko bat egin behar duenean, aurrez adierazi behar zaio senideentzako ere garrantzitsua izan daitekeela: “Zure familia prozesuan inplikatu beharko zenuke, haien zat oso garrantzizkoa izan baitaiteke”. Baina giza harremanak oso konplexuak dira, eta aholku genetikoan aritzen direnek argi esaten dute egoera batzuetan jendeak ez duela informazio hori familiarekin partekatu nahi.

Zein dira landu dituzun kasurik konplexuenak?

Diagnostikoetan egiten diren hutsegiteak, positibo faltsuak. Gutxitan gertatzen dira, baina min handia ematen dizute. Kasu batean, emakume batek umetokia eta obulutegiak erazte erabaki zuen, Aholku Genetikoaren Unitatean esan ziotelako minbizi hereditario baten analisisan emaitza positiboa ateratu zela. Esan zioten haren seme-alabek koloneko minbizi garatzeko % 50eko probabilitatea izango zutela, eta emakumeak erabaki zuen antzutu eta haurrik ez izatea. Gerora jakin zuen ez zuela mutaziorik, hutsegite bat izan zela. Azter-

keta genetikoek oso erabaki drastikoak hartzera eraman gaitzakete.

Gogoan dut Angelina Jolie prebentziozko neurri gisa bularrak erazte erabaki zuenean. Bere familian hainbat kasu zeudenez, berak ere bularreko minbizi izateko arriskua zuelako hartu zuen erabakia. Harrezkero, pentsamolde horrek indarra hartu zuen, alegia, gaixotasunak ekiditeko halako neurriak hartzeak, eta kontu handiz ibili behar da.

Enpresa batzuek Interneten eskaintzen dituzte azterketa genetikoak. Halakoetan, badago bermerik?

Oso gutxi. Espainiako Giza Genetikaren Elkarteak horren aurkako adierazpen bat egin zuen. Azterketa genetikoak arautzen dituen legeak esaten du halako azterketak beti aholku genetikoaz lagunduta egin behar direla; ezinbestekoa da. Aditu batek azaldu behar dizu zergatik komeni den azterketa egitea, eta, gero, emaitzen esanahia argitu behar dizu. Betetzen al dira baldintza horiek?

Zer erronka berri ekar ditzake biomedikuntzak epe ertain-luzean?

Ikerketan, nazioartekotasuna, nik uste. Eta alor klinikoan, osasunari begira, nork bere etorkizunaren ziurgabetasuna kudeatzen jakitera behartuko gaitu zientziak. Informazio genetiko eskura izateak zure etorkizuneko gaixotasun posibleen informazioa emango dizu, probabilitateak, betiere. Zureak eta zure familiarenak. Nola kudeatuko dugu etorkizunerako ziurgabetasun hori? Batzuetan tratamenduak izango dira eskura; besteetan, ez. Neurri prebentiboak hartuko ditugu? Gauzak ondo ez egiteko arriskua dago. Etorkizuneko informazio hori kudeatzen jakitea izango da pertsonen erronkarik handienetakoa. ●



Auto autonomoak bidean

Egoitz Etxebeeste Aduriz · Elhuyar Zientzia



ARG.: Scharfsinn/Shutterstock.com

Urte gutxian, urruneko irudikapen bat izatetik gero eta hurbilago ikusten den bene-tako aukera bat izatera pasatu dira auto autonomoak. Prototipo batzuk dagoeneko errepidean dabilta, gidaririk gabe. Oraindik gauza asko daude konpontzeko, galderak erantzuteko, baina auto autonomoak bidean dira.

Arizonan, iazko azarotik errepidean dabilta gidaririk gabeko autoak, segurtasun-gidaririk ere gabe. Eta Kalifornian ere, urte hasieran onartutako lege berriaren arabera, segurtasun-gidaririk gabeko auto autonomoekin probak egin ditzakete horretarako baimena lortzen duten konpainiek. Zehatzago esanda, segurtasun-gidariak ez du autoan bertan egon beharrik izango, baina urrunetik jarraipen estua egingo dien begirale bat izan beharko dute, behar denean kontrola hartzeko gai izango dena; urruneko gidari bat, alegia. Lege horretan onartzen dira dagoeneko bolanterik, atzerako ispilurik, eta pedalik gabeko autoak. Izan ere, gidaririk behar ez duen autoak ez du halakorik behar.

Automobilgintzako enpresak, alde batetik, eta erraldoi teknologikoak, bestetik, jo eta su dabilta auto autonomoekin. Googleren proiektutik jaiotako Waymo konpainiako autoek dagoeneko [zortzi milioi kilometrotik gora egin dituzte errepide publikoetan](#) (eta lau mila milioitik gora errepide birtualetan). Iazko azarotik, Waymo segurtasun-gidaririk gabeko autoak probatzen ari da Arizonan; eta iragarri du urte honen amaieran robotaxi-zerbitzu bat jarri nahi duela martxan. Aurreratu dute erabiltzaileek mugikorreko app baten bidez eskatu ahal izango dutela zerbitzua, gidaririk gabeko taxi batek nahi duten puntura eramán ditzan.



Oihana Otaegi Madurga
Vicomtecheko Garraio Sistema
Adimendunak eta Ingeniaritza
saileko zuzendaria



“Gero eta argiago ikusten ari gara teknologia aldetik posible dela, baina, oraingoz, prototipoak dira”

General Motorsek aurkeztu du dagoeneko bolantetik eta pedalik gabeko [GM Cruise AV](#) autoa. Zerotik bostera doan autonomia-mailen SAE eskalan, laugarren mailan egongo omen da (ikus [“Automatizazio-mailak”](#) koadroa); eta 2019an merkaturatu nahi dute. Teslak, berriz, urte horretarako bosgarren mailakoa aterako duela iragarri du. Volskwagenek, 2025erako. Eta lasterketa horretan sartuta daude Lyft, Uber, BMW, Ford, Hyundai, Volvo, PSA (Peugeot-Citroën), Baidu, Yandex, Intel, Apple...

Baina, hori guztia ikusita bestelakorik pentsa litekeen arren, oraindik bide luzea dute aurrean auto autonomoek. “Asko falta da”, dio garbi Oihana Otaegi Madurgak, Vicomtecheko Garraio Sistema Adimendunak eta Ingeniaritza saileko zuzendariak. “Teknologia aldetik ikusten ari gara posible dela, eta gero eta argiago. Baina, oraingoz, prototipoak dira. Adibidez, Waymoren kotxe batek dituen sentsoreek soilik 100.000 eurotik gora balio dute. Horrelakoak kontzesionarioetara iristeko asko falta da. Gainera, legeak aldatu behar dira, arazo etikoak konpondu eta abar. Estatu Batuetan ez dakit, baina, Europan behintzat, asko falta da”.

Bi mundu, bi kultura

Izan ere, Otaegik nabarmendu du auto autonomoekin oso desberdin ari direla jokatzeko Estatu Batuak eta Europa: “Bi mundu dira. Bi kultura, guztiz desberdin. Estatu Batuetan softwarearen erraldoiak daude. Orain, autoen munduan sartu dira, baina softwarearekin bezala jokatzeko dute: minimo bat dutenean kalera ateratzen dute, eta sortzen diren akatsak edo arazoak joango dira zuzentzen eguneraketekin edo bertsio berrieekin. Hemen, ordea, ez dago jokoan dokumentu batzuk galtzea, edo

norbaitekin komunikatu ezinik gelditzea; bizitzak daude jokoan. Europan, ezin da errepidean ezer jarri oso ondo frogatu arte segurua dela”. Horrek ez du esan nahi Europan gutxiago aurreratzen denik. “Hemen bakoitzak bere etxean egiten ditu probak, leku itxietan, eta ez gara hainbeste ateratzen albisteetan, baina gauza asko ari gara egiten”.

Horren adibide da Vicomtech bera. Ikusmen artifizialean eta adimen artifizialean adituak dira, eta azken urteotan gogotik ari dira auto autonomoetan lanean. “Gu saiatzen gara gure begiek eta gure garunak egiten dutena egiten” azaldu du Otaegik. “Ekintzetan ez gara sartzen, alegia, ez dugu kotxea frenatzen, baina saiatzen gara inguruan zer dagoen ikusten eta ulertzen, eta horren arabera kalkulatu dezakeen, inguruan dagoenak nola eboluzionatu dezakeen, arriskuak non egon daitezkeen eta abar”.

Europa-mailako hainbat proiektu dituzte. Horietako baten helburua kartografia zehatzago bat garatzea da, errei-mailakoa. “Kartografia oso garrantzitsua izango da, eta zehaztasun handia behar da. Ez da nahikoa oraingo GPSe bezala esatea ‘500 m-ra ezkerretara atera behar duzu’; nabigazioa distantzian egin ordez, errei-mailan egin behar da”, zehaztu du Otaegik. Sistemak jakin behar du errepideak zenbat errei dituen, zein erreitan doan eta zein erreitara joan behar duen. Horretarako, kotxe espezializatuak dituzte hara eta hona, eta haiek jasotzen duten informazioan oinarrituta ari dira osatzen kartografia.

Bestalde, kamerek eta sentsoreek ikusten dutena identifikatzeko irakatsi behar zaio sistemari. “Adimen artifiziala entrenatzeko, kamerek ikusten duten hori

Autoaren kanpoan gertatzen denari erreparatzeaz gain barrukoari ere arretaz begiratzea garrantzitsua izan daiteke

zer den erakutsi behar diozu. Gaur egun hori pertsona batek egin behar du: esan behar dio hau kotxe bat da, hau oinezko bat, hau errepidea... Hamabost segundoko bideo batean objektuak bakarrik identifikatzeko ordu-erdi behar da. Pixel bakoitza zer den zehazteko, berriz, ordu bete, frame bakarrarentzat. Hori automatizatzen saiatzen ari gara, informazio gehiago prozesatu ahal izateko, eta sistema hobeto eta azkarrago entrenatu ahal izateko”.

Autoaren kanpoan gertatzen denari erreparatzeaz gain barrukoari ere arretaz begiratzea garrantzitsua

izan daiteke; batez ere hirugarren autonomia-maila arteko autoetan. Izan ere, autoak kontrola gidariari pasa behar dionean, funtsezkoa da gidaria horretarako prest egotea. Hain zuzen ere, gertatu diren istripuek zerikusi handia izan dute horrekin. “Gidariak badaki adi egon behar duela, baina sistemak ongi funtzionatzen duenean, eguna joan eta eguna etorri, azkenean gidaria erlaxatu egiten da. Orduan, guk jakin nahi dugu gidari hori nola dagoen une oro, eta proposatzen duguna da kanpoko egoera eta barruko, biak, hartu behar dituela kontuan sistemak, eta horren arabera jokatu”.

Automatizazio-mailak

Auto bat zenbateraino den autonomoa zehazteko gehien erabiltzen den gida SAE Estatu Batuetako Automobilgintza Ingeniariei Elkarteak ezarritakoa da:

0 maila. Ez dago inolako automatizaziorik.

1. maila. Ibilgailuak sistema laguntzaileak ditu, adibidez, abiadura jakin bat mantentzeko, segurtasun-tartea zaintzeko, aparkatzen laguntzeko; baina agintea beti gidariak du.

2. maila. Ibilgailua gai da egoera jakin batzuetan agintea hartzeko. Maila honetakoak dira autobiderako pilotu automatikoa edo auto-ilaretarako laguntzaileak dituzten autoak, eta baita bakarrik aparkatzen dutenak ere. Gidaria ezinbestekoa da. Maila honetako hainbat auto daude merkatuan.

3. maila. Ibilgailua gai da, bakarrik gidatzeaz gain, inguruko objektuak eta egoerak identifikatzeko eta horren arabera erreakzionatzeko. Baina ez kasu guztietan, eta, orduan, gidariari emango dio agintea. Gidaria ezinbestekoa da oraindik. Eztabaida dago Teslaren Model S autoa maila honetara zenbateraino hurbiltzen den.

4. maila. Ibilgailua gai da muga batzuen barruan gidatzeko, eta, akatsen bat gertatzen bada, edo kondizioak ez badira egokiak, laguntza-sistema bat izan behar du agintea hartzeko, eta modu seguruan gelditzeko gai izango da. Ez du gidaririk behar.

5. maila. Ibilgailua gai da bakarrik gidatzeko edozein egoeratan. Ez du gidaririk behar.



Waymoren auto autonomoek zortzi milioi kilometrotik gora egin dituzte, dagoeneko, errepide publikoetan. Eta, ia azarotik, segurtasun-gidariarik gabeko autoak probatzen ari dira Arizonan. ARG.: Sundry Photography/Shutterstock.com.

Horretarako, barruko kameraren bidez hainbat parametro neurtzen dituzte: begiak nora begira dauden, zenbat denbora dauden irekita eta itxita, kliskatze-maiztasuna, buruaren jarrera, hizketan ari den edo ez... Horrela, gidariaren egoera zein den kalkulatzeko dute, eta horren arabera eta kanpoan dagoenaren arabera, autoak modu batera edo bestera jokatu du.

Gakoa adimen artifizialean

Lan asko dago egiteko oraindik, erronka handiena adimen artifizialean dago, Otaegiren ustez. "Gu bolantean jartzen garenerako, gutxienez 18 urte daramatzagu gauzak ikusten eta ikasten, garuna entrenatuta dago, eta badaki agertuko zaion edozer gauza zer den. Hori makina bati pasa behar diogu. Makinari erakutsi behar diogu zer den gauza bakoit-

tza eta egoera bakoitzean zer egin beharko lukeen. Hori oso zaila da, hor dago gakoa, batez ere, adimen artifizialean eta ikasketa automatikoan".

Bestalde, fidagarritasuna ere funtsezkoa izango da. Nolabait bermatuta egon beharko du sistemak ez duela akatsik izango. "Europar lan asko egiten ari dira horretan: zer nolako testak pasa beharko dituzten eta abar. Bai Europako Batzordea, bai Alemania, Frantzia eta Italia, kotxe-fabrikatzaile handiak, diru asko ari dira sartzen horretan, hain zuzen ere ziurtatzeko autoak seguruak izango direla", azaldu du Otaegik.

Eta segurtasunaren aldetik zibererasoen arriskuak ere sortzen du kezka. "Orain arte egin diren

Funtsezko piezak

Kamerak

Ezinbestekoak dira errepideko erreiak, seinaleak eta argiak detektatzeko, baina askoz gehiagorako ere balio dezakete. Ikusmen artifizialari esker, kamerak balio dezakete inguruan dagoen guztia ikusi eta horren arabera jokatzeko.

Lidarrak

Segundoko milioika laser-izpi igortzen ditu, eta, bueltan etortzen direnek zenbat denbora behar izan duten neurtuta, inguruaren 3Dko mapa bat egiten du, radarrarekin lortzen dena baino zehatzagoa, eta makina batentzat kameraren 2Dko irudia baino ulertzeko errazagoa. Oso garestia.

Radarrak

Irrati-uhinen bidez ezagutzen dute ingurua. Bereziki onak objektu metaliko handiak detektatzeko (beste autoak). Merkeak eta fidagarritasun handikoak.

Mapak

Zehaztasun handiko mapak garrantzitsuak dira, besteak beste, autoak zehazki non dagoen jakin dezan, eta sentsoreen irakurketak zuzenak direla berresteko.

Adimen artifiziala

Sentsoreek ikusten dutena ulertu behar duen garuna. Ikasketa automatikoa gako izango da garun hori entrenatzeko, eta esperientzietatik ikas dezan.

hackeok lehengo elektronika duten autoetan egin dira. Baina, auto autonomoetan zibersegurtasuna diseinutik hasita garatu behar da; adibidez, pertzepzio-sistemek kanporako konektagarritasunik izan ez dezaten, eta dagoen konektagarritasun-puntu bakarra oso segurua izan dadin. Diseinuz oso babestuta egongo dira. Hori nahikoa izango den edo ez, ikusi beharko da”.

Erantzun gabeko galderak

Badira teknologikoak ez diren beste gako batzuk ere. Autoek hainbat egoeren aurrean nola jokatu beharko luketen erabakitzea ez da erraza. Esaterako, autoan doazenen aurkako erabakiak hartu beharko lituzke, bizitza gehiago salbatzeko bada? “Hasieran, batzuek iragarri zuten beti gidariaren alde egingo zuela autoak, baina, hori etikoa da?”, uzten du airean Otaegik. Arazo etiko horiei nola aurre egingo zaien ez dago argi. “Oraindik erantzun gabe dagoen galdera bat da”.

Nolanahi ere auto autonomoak gizakiek gidatutakoak baino seguruagoak izateko promesarekin datoz. [Urtean milioi bat bizitzatik gora galtzen dira errepidean](#), eta istripu gehienak pertsonak egindako akatsengatik gertatzen dira. “Pertsonak, berez, oso onak gara gidatzen. Baina behar bezala ez gaudenean, orduan gertatzen dira istripuak: nekea, atentzio-falta, alkohola... Hori desagertuko da auto autonomoekin. Aldiz, egoera konplexuetan makinak guk baino hobeto erantzungo duen, nire zalantzak ditut oraindik”.

Bestalde, mugikortasun-eredua asko alda dezake automatizazioak. Leku askotan, mugikortasun-arazo handiak daude, errepideak beteegi daude. Eta

“Auto autonomoek eragin oso handia izango dute mugikortasunean, eredu apurtzaile bat ekarriko dute”



General Motorsek 2019an merkaturatzeko asmoa duen GM Cruise AV autoa, bolanterik eta pedalik gabea. ARG.: General Motors.

ikusten da automatizazioaren bidetik aukera bat egon daitekeela hori konpontzeko, nahiz eta kontrakoa ere gerta litekeen, gidatzen ez duen jendea ere autoan mugitzen hastea ekar baitezake.

“Auto autonomoek eragin oso handia izango dute mugikortasunean. Seguruenik, garraio publikoan, taxieta, kamioietan eta abarretan hasiko da. Baina, mugikortasun guztia eredu apurtzaile batera darama honek. Ezagutzen dugun mugikortasuna goitik behera alda liteke. Hiri handietan norberak bere autoa izan beharrean, carsharing zerbitzuera (ibilgailuak orduka alokatzea) joko dugu eta abar. Badirudi hori dela datorrena. Baina hori ere ikusi beharko da”.

Eta ikusi beharko dira beste gauza asko ere. Esaterako, zer eragin izango duen ingurumenean, bai horrelako ibilgailuak egiteak, eta bai sortuko dituzten datu eta eragiketa guztietarako beharko diren zerbitzarien kontsumoak; edo, nola eragingo dion pribatutasunari nondik nora (eta agian norekin) ibili garen erregistratuta gelditzeak. Aurrerapauso azkarren eta iragarpen arranditsuen artean, zalan-tza eta kezka ugari ageri dira. Erantzun gabeko galdera asko, oraindik. ●



**Ikusi erreportajea
Teknopolisen**



Aranzadi Zientzia Elkarteko kideek urteak daramatzate Gerra Zibilean hil eta hobietan desagerrarazitakoen gorpuak lurpetik ateratzen. 2010ean ere horretan ari ziren La Pedrajan (Burgos). Ohi bezala, Paco Etxeberria Gabilondo auzitegi-mediku, antropologo eta ikertzailearen gidaritzapean ari ziren lanean. Halako batean, Fernando Serrulla Rechi deitzea erabaki zuen. Hura ere auzitegi-medikua eta Aranzadiko kidea da, eta saponifikazioan aditua, besteak beste. Horregatik deitu zion Etxeberriak: lurpetik ateratzen ari ziren garezurretako batzuen barruan, arrasto berezi batzuk topatzen ari ziren. Garunak izan zitezkeen.

Hala baieztatu zuen ikerketak: saponifikazio-prozesuari esker kontserbatutako garunak ziren; 45 guztira. Eta haiekin batera, bihotz bat. Serrullaren esanean, ohiz kanpoko aurkikuntza izan zen: "Ez da hain arraroa saponifikatutako garun bat agertzea. Munduan, badira beste 400 inguru dokumentatuta. Baina inoiz ez ziren aurkitu hainbeste batera. Egin kontu: 1936ko udan, 104 gorpu sartu zituzten hobi hartan, eta ia erdien garunak saponifikatu ziren. Bihotzarena, berriz, apartekoa da; ez da beste kasurik ezagutzen beste inon".

Orduko hartan, saponifikazioa ahalbidetu zuten zenbait fenomeno gertatu ziren. Hala azaldu du Serrullak: "Gorpuetan saponifikazioa gertatzeko, ezinbestekoa da ura egotea. Eta 1936ko uda hura euritsua izan zen oso. Hobia igerileku baten modukoa izango zen, beraz. Eta urak gorpuak usteltzea eragozten du".

Beste egoera batzuetan, justu kontrakoa gertatzen dela gogorarazi du. Hain zuzen, hezetasuna oso txi-

45 garun eta bihotz baten arrastoa

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

kia den lekuetan, gorpuk momifikatuta agertzen dira, deshidratatuta: “Egiptoko momiek gaur arte iraun badute, ez da izan soilik gorpuei egindako tratamenduengatik, baizik eta hezetasun oso txikiak eta tenperatura altuek eragindako deshidratazio-erengatik. Hortaz, ehunak ez dira usteltzen, usteltze-prozesua hasi aurretik deshidratatzen direlako, eta batzuetan garuna ere kontserbatzen da”.

Saponifikazio-prozesua

Gorpuk uretan daudenean ere usteltzea zergatik eragozten den esplikatu du jarraian: “Gorputzaren % 60-70 ura da. Gorpu bat bainuontzi batean sartuz gero, ehunek ura galtzea eragozten da. Horren ondorioz, asko moteltzen da usteltze-prozesua. Garuna, berriz, % 60 gantza da. Uretan hidrolizatu egiten da, eta gantz-azidoak geratzen dira”.

Hobi hartan lurperatu zituzten asko buruan tiro emanda hil zituztela zehaztu du Serrullak; hala, alde batetik, garunak babestuta zeuden garezurran barruan, baina, bestetik, urak haietara iristeko bidea izan zuen. Eta garuneko gantz-azidoen eta lurreko sodio eta kaltzioaren artean, saponifikazio-prozesua gertatu zen.

Serrullak xehe azaldu du prozesua: “Gorputzeko gantzak triglizeridoak dira, hau da, glizerol-molekula bat, hiru gantz-azidorekin. Triglizeridoak uretan denbora luzez badaude, hidrolisi bat gertatzen da, eta gantz-azidoen loturak askatu egiten dira. Horrenbestez, batetik glizerola geratzen da, eta, bestetik, gantz-azido askeak. Gantz-azido askeak katioiren batekin nahastuz gero, esterrak sortzen dira. Eta lur guztiek dute kaltzioa, baita kare gutxikoek ere, Galiziakoak kasurako. Eta sodioa ere badute”.

Xaboa egitearekin parekatu du: “Xaboa egiteko, olio eta soda kaustikoa nahasten dira; alegia, azido oleikoa eta sodioa. Emaizta xaboa da. Bada, gauza bera gertatu zen han”.

Bihotz bat

Geroztik, ohartu dira lurperatutakoen garunak saponifikatzea ez dela hain fenomeno arraroa; beste leku batzuetan ere ari dira aurkitzen halakoak, adibidez, El Carmen hilerriko hobian (Valladolid) edo Villabasta de Valdavian (Palencia). Aitzitik, bihotza saponifikatuta azaltzea ezohikoa da guztiz. Izan ere, bihotzak ia ez du gantzik; berez, ehun muskularra da.

Serrullaren ustez, bihotz haren jabeak gaixotasun baten ondorioz zuen gantza bihotzean. “Gaixotasun genetikoren bat izango zuen. La Pedrajako 14 banakoa da, eta haren garuna ere kontserbatuta dago. Agian tesaurismosi bat zuen. Behin kasu bat ezagutu nuen, autopsia batean, eta bihotzak gibel gantzatsu bat zirudien. Horrelakoetan, bihotzak hainbeste gantz du infiltratuta, ezen muskulua baino gantz gehiago baitu”.

Serrullak aitortu du bihotz hura sakonago ikertzea gustatuko litzaiokeela, baita beste alderdi batzuk ere, hala nola, azterketa histologiko, kimiko eta genetikoa. Berez, 2016an argitaratu zuten Serrullak eta haren kideek organo haien gaineko lehen ikerketa ([Science and Justice aldizkarian](#)), eta gustura jarraituko lukete ikertzen, baina ez dute diru-laguntzarik horretarako.

La Pedrajako garunek balio izan dute ikasteko beste leku batzuetan ere gertatu dela fenomeno hau

Ikerketaren printza batzuk

Argitaratutako artikuluan zehazten denez, diziplinarteko ikerketa izan zen. Hala, auzi-antropologoen batera, arkeologoak, odontologoak, patologoak, historialariak, gizarte-antropologoak, osteoarkeologoak, biologoak, psikologoak, argazkilariak, geofisikariak eta zenbait arlotako boluntarioak aritu ziren lanean.



Serrullak aztertutako garunetako bat. Tolesdurak eta egitura nagusiak nabari zaizkio. ARG.: Serrula *et al.*

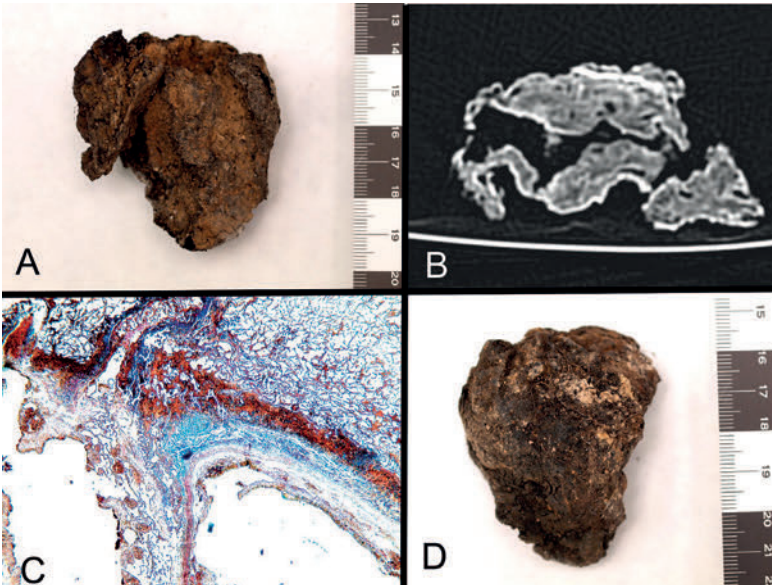
Datu historikoen artean, testuinguruaren berri ematen dutenak jaso dituzte artikuluan: hildako gehienak altxamendu faxistari aurre egin zieten gizonezko gazteak ziren. Asko, buruan tiro emanda hil zituzten, ez hobiaren ondoan, baina ezta handik urruti ere. Txanda batean baino gehiagotan hobiratu zituzten, eta zulora botatzerako odol asko galdua zuten. Ikertzaileen iritziz, horrek saponifikazioa erraztu zuen: garunek odolik ez izateak atzeratu egin zuen usteltzea, eta saponifikazioa gertatzea lagundu, bereziki ura iritsi zelako garunetara, katioiekin nahasita.

Ondorio horietara iristeko, hiru garun aztertu zituzten (ondoan kontserbatutakoak), era askotako analisien bidez: makroskopikoa, histologikoa, erradiologikoa, kimiko-toxikologikoa, eta genetikoa. Horrez gain, lurraren analisi kimikoa egin zuten, eta 3Dko ereduak ere egin zituzten.

Lurrari buruz, artikuluan aipatzen da buztintsua dela, iragazgaitza, eta, gorpuak hobiratu zituzten tartean (1936ko uztailetik azarora), urez beteta izango zela. Zenbat euri egin zuen ere nabarmentzen da: Atapuercan dago handik gertueneko estazio meteorologikoa, eta, Serrullak esan bezala, uda eta udazken haiek bereziki euritsuak izan ziren: uztail hartan ohi baino zazpi aldiz euri gehiago egin zuen.

Hala, garunak saponifikatuta geratu ziren. Artikuluan jartzen du zer itxura zuten lurpetik ateratzean: “Masa haien kolorea, ehundura eta usaina inguruko lurrarenaren antzekoak ziren. Garuneko tolesdurak eta beste egitura nagusi batzuk gorde zituztelako bereizten ziren, nahiz eta bolumenaren % 20-30 galdua zuten. Gehienak ukitu gantzatsua zuten, baina batzuk lehortuta zeuden. Asko eta asko zatituta zeuden, eta batzuek balen hondarrak zituzten. % 30 inguruk bi hemisferioak zituzten, eta gutxi batzuek baita zerebelo-zatiak ere”.

Xehe aztertutako hiru haietako batean, hil aurretik eragindako hemorragia bat ere identifikatu zuten. Jasandako tortura edo indarkeriaren ondorio izan zitekeela aipatzen dute.



Bihotza saponifikatuta azaltzea ezohikoa da guztiz. Serrullaren esanean, haren jabeak gaitzen bat izango zuen, berez bihotzak ez baitu ia batere gantzik. ARG.: Serrulla *et al.*

Atea zabaltzeko giltza

Saponifikatutako garunek inguruko lurarekin duten antza dela eta, Serrullari ez zaio harrizkoa iruditzen beste leku batzuetan, halakoren bat egon arren, inor ez ohartzea, "lur-zatitzat hartuta". Harrezkerotik, ordea, "begiak zabaldu" zaizkie, eta erreferente ere bihurtu dira.

Serrullak aitortu duenez, aztarnategietan lanean ari direnek kontserbatutako garun bat izan daitekeena topatzen badute, deitu egiten diote: "Kasurik aipagarriena Erromako katakonba batzuen da. II. mendekoak dira, eta duela dozena bat urte aurkitu zituzten. Hainbat unibertsitate dabilta ikertzen hango arrastoak; hain zuzen, 20.000 gorpu baino gehiago topatu dituzte, bata bestearen gainean pilatuta. Nonbait, izurrite baten ondorioz hil ziren, eta

denak batera hobiratu zituzten. Bada, askok garuna kontserbatu dute. Eta han lanean zebilen Bordeleko Unibertsitateko kide batek, Eline Shotsmansek, deitu egin zidan, garunak aztertzeko".

Shotsmansek bidalitako garunak aztertuta, emaitzak La Pedrajako oso antzekoak izan zirela azaldu du Serrullak: "Konposizioa, itxura... oso antzekoa dute. Nolabait, La Pedrajako garunek balio izan dute guk ikasteko beste leku batzuetan ere gertatu dela fenomeno hau, eta susmatzeko garezurren barruan zenbaitetan agertzen diren masa horiek ez direla lur-pusketak, garunak baizik, baita hobiratzetik mendeak igaro badira ere". Horrenbestez, La Pedrajako aurkikuntza giltza izan da ate bat zabaltzeko eta iraganeko arrastoak hobeto ulertzeko. ●

Tim Berners-Lee

webaren asmatzaile eta jagolea

Martxoan, weba asmatu zeneko 29. urteurrenaren egunean, albiste izan genuen Tim Berners-Lee webaren asmatzaile eta weba kudeatu eta zaintzen duen World Wide Web Consortium (W3C) erakundearen zuzendariak egindako ohararazpena: weba mehatxupean eta arriskuan dago. Jende askok galdetuko du ea nola den hori posible, kontuan hartuta jendeak inoiz baino denbora gehiago pasatzen duela sarean. Kontua da Internet edo sarea eta weba edo amarauna ez direla gauza bera. Web a bera eta haren izaera libre eta irekia daude arriskuan. Ezagut dezagun apur bat hobeto nor den Tim Berners-Lee, zer den weba eta zergatik dioen arriskuan dagoela.

[Sir Tim Berners-Lee](#) 1955ean jaio zen Londresen. [Oxford-eko Queen's College-n](#) fisika ikasi ondoren, urte batzuetan ingeniari lanetan aritu zen hainbat enpresatan. Tartean, 1980an, Suitzako [CERN](#)entzat egin zuen lan, kanpoko kontratatu gisa, hilabete batzue z. Orduan, [hipertestu](#)an oinarritutako sistema bat proposatu zuen ikertzaileen artean informazioa elkarbanatzeko, eta [ENQUIRE](#) izeneko prototipoa eraiki zuen. Hipertestua da beste testu batzuetarako erreferentziak ([hiperestekak](#)) dituen testu digital bat. Web a hipertestuan oinarrituta dago, eta ENQUIRE sistema webaren aurrekarizat jotzen da. 1984an, CERNera itzuli zen, erakundeko kide gisa lan egitera, eta 1989an, weba asmatu zuen.

Baina zer da weba?

Garai hartan, [Internet](#) jada existitzen zen, hain zabaldua ez bazegoen ere. Internet elkarren artean konektatutako ordenagailuen sare bat da, elkarren artean komunikatzeko [TCP/IP \(Transmission Control Protocol / Internet Protocol\)](#) eta [DNS \(Domain Name System\)](#) protokoloak erabiltzen dituena, eta sare horren gainean, hainbat zerbitzu ibil daitezke: [posta elektronikoa](#), [FTP](#), [txata](#)... CERN zen orduan Europako Internet nodo handiena. Hala, Berners-Leeri bururatu zitzaion urte batzuk lehenago landu zuen hipertestuaren ideia Internetekin konektatzea, eta horren inguruko txosten bat argitaratu zuen, 1989ko martxoaren 12an. Hori hartzen da [WWW](#)aren ([World Wide Web](#) edo [web](#) gisa ezagutzen dugunaren) sorreratzat.

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea

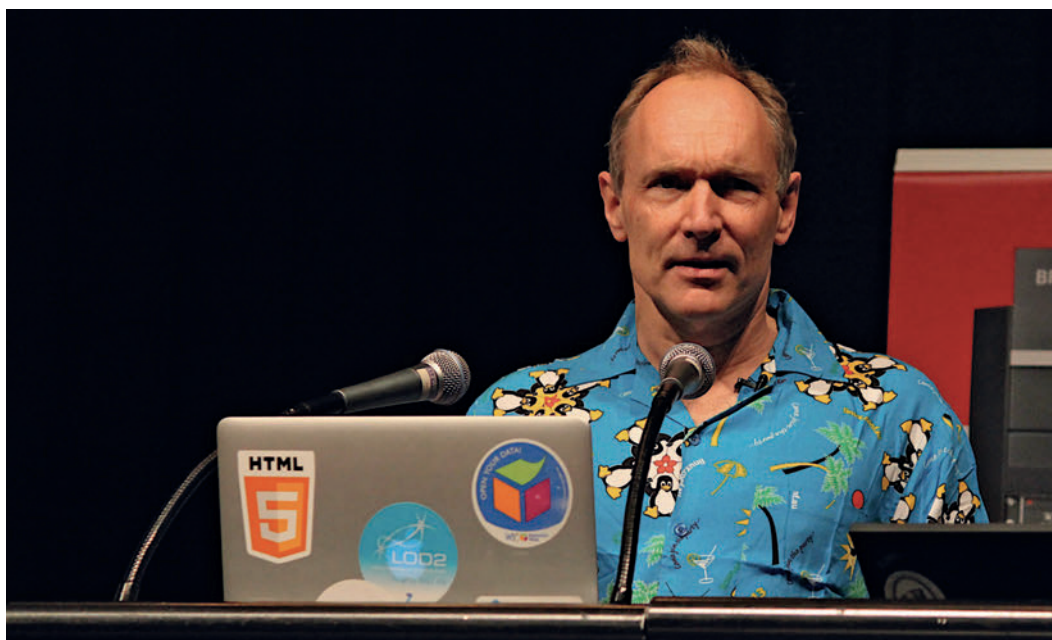


Baina Berners-Leek ideia izateaz harago, inplementatu eta martxan jarri ere egin zuen. Lehen txosten hori ez zioten onartu arduradunek; 1990ean egin-dako berrikuspena bai, ordea. Orduan definitu zituen [HTML](#) formatua eta [HTTP](#) protokoloa (alegia, *Hypertext Markup Language*, web-orriak egiteko erabiltzen den formatua, eta *Hypertext Transfer Protocol*, web-orriak eta web-orrien eskaerak zerbitzari baten eta web-nabigatzaile baten artean trukatzeko protokoloa), zeinak gaur egun ere webaren oinarri diren —garatuta eta egokituta, jakina—. Lehen web-nabigatzailea ([WorldWideWeb](#) deitu zuena eta web-orriak editatzeko ere balio zuena) eta lehen web-zerbitzaria ([CERN httpd](#) izenekoa) ere egin zituen. Eta, azkenik, lehen webgunea jarri zuen martxan,

<http://info.cern.ch/hypertext/WWW/TheProject.html> helbidean.

Asmatzeaz gain, webaren bilakaera zaintzen

Hurrengo urteetan, webak hazkunde handia izan zuen. Web-zerbitzarirako hainbat software garatu ziren, nabigatzaile ugari ere bai, eta webguneak eta erabiltzaileak asko ugartu ziren. Horrekin batera, beti bezala, interes enpresarialak etorri ziren, eta, geroztik, hainbat enpresak kontrolatu nahi izan dute weba. Web-nabigatzaile bat atera eta nabigatzaileen merkatuan nagusitasuna lortuta, HTML formatua beren interesetara moldatzen saiatu zen Microsoft, 90eko hamarkadaren bigarren erdian, Internet Explorer-ekin, eta publizitatearen paste-



ARG.: Kristina D.C. Hoepfner/CC-BY-SA

“Aurten, lehenbizikoz, munduko populazioaren erdia baino gehiago egongo da online”

la berea soilik izaten saiatzen ari da Google, orain, Chrome-rekin.

Horrelakoak ekiditeko eta webak gizadi osoaren ondare izaten jarraitzeko, 1994an, Berners-Leek *World Wide Web Consortium* ([W3C](#)) sortu zuen, eta, geroztik, haren zuzendaria da. Erakunde horrek webaren formatuak definitzen ditu (aipatutako HTTP eta HTML, eta geroztik sortu diren beste asko, hala nola [XML](#), [DOM](#), [CSS](#)...). Formatu horiek guztiak adostutako estandar gisa publikatzen dituzte, patente eta royaltietatik libre. Horrez gain, [World Wide Web Foundation](#) fundazioa ere sortu zuen, 2008an, W3Caren helburu antzeko samarrekin, baina gai teknikoekin aritu beharrean bestelako lanak egiten ditu: web libre eta irekiaren ideia zabaldu, weba mundu guztiarentzat eskuragarri egiteko ekintzak eta abar.

Webaren egungo arriskuak

Aipatutako azken erakunde hori, World Wide Web Foundation alegia, baliatu zuen Berners-Leek [martxoaren 12an webaren 29. urteurreneko mezua](#) zabaltzeko. Mezuan dioenez, aurten, lehenbizikoz, munduko populazioaren erdia baino gehiago egongo da online. Eta ikusten duen beharretako bat da beste erdia lehenbailehen konektatzea (oro har, herrialde pobreetako biztanleak, emakumeak, landa-inguru-neetakoak...), arrakala digitala zabaldu ez dadin eta populazioaren beste erdi horrek aukera berdinak izan ditzan ikasteko, dirua irabazteko, informatuta egoteko eta webeko zerbitzuez baliatzeko.

Beste arrisku bat ere aipatzen du: weba gero eta plataforma dominatzaile gutxiagoren eskuetan gertatzea. Hori benetan ari da gertatzen. Lehen web-

gune, blog eta komunikabide ugariaren ekosistema aberatsa zena, orain, aldatu egin da, eta jende gehienak enpresa gutxi batzuen webguneetan ematen du denbora gehien. Webgune horiek botere izugarria dute jendearen iritzia bideratzeko, nahita edo nahi gabe (albiste faltsu famatuak horien bidez zabaltzen baitira). Eta haien nagusitasunak izugarri zailtzen du agente berriak sortzea, lehiakideak erosten dituztelako, talentu guztia kontratatzen dutelako, erabil-tzaileei buruzko informazio asko dutelako...

laz ere, [data berean, webaren 28. urteurrenaren karira, beste ohartarazpen batzuk egin zituen](#). Orduan, gure datu pertsonalen kontrolaren galeraz ohartarazi gintuen. Ez gara konturatu ere egiten enpresa handiek guri buruzko zenbat informazio gordetzen duten, doako zerbitzuak ematearen truke. Datu horiek baliatzen dituzte, kasurik onenean, gu beren plataformetan pozik baina preso egoteko, eta, kasurik txarrean, publizitate-agentziei saltzeko, gobernuetara emateko...

Horrez guztiaz gainera, aipatu beharra dago telefono mugikorretan web-aplikazioen ordez app-ak erabiltzeko zabaltzen ari den joera. Horiek Interneten gainean doaz, baina bakoitzak bere programazio-lengoaia eta komunikazio-protokolo propioak erabiltzen ditu, webeko estandarren ordez.

Ez da erraza izango webak hartu dituen joera kezkarri horiei buelta ematea. Baina oker dagoen zerbait aldatzen hasteko lehen pausoa da zer hori oker dagoela ohartzea. Ezingo dugu esan Tim Berners-Lee gu ohartarazten saiatu ez denik. ●

gazteberri.eus

Gazteberri aldizkariko eduki guztiak **nonahi** eta **noiznahi**

Erreportajeak

Elkarrizketak

Euskara

Zientzia

Teknologia Berriak

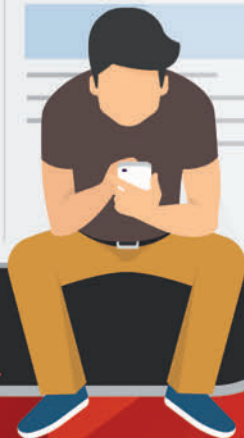
Sexua

Elikadura

Kontzertu agenda



GAZTEBERRI.EUS
Gazteberri aldizkariaren web gunea



Barry Marshall

bakterioak edanda, Nobela irabazi

Egoitz Etxebeste Aduriz · Elhuyar Zientzia

Irudiak: Manu Ortega · CC BY-NC-ND



Petri-plakatik bakterio batzuk hartu eta haragi-estraktu epelarekin nahastu zituen matraxe batean. Matraxe hori eraman eta, zanga-zanga, trago bakarrean irentsi zuen. Ez zen trago goxoa izan, baina ez zen kexatu.

Hiru egunetara, goranahia sentitzen hasi zen, hatsa kirats egin zitzaion. Bost egunetara, botaka hasi zen, zeharo gaixo sentitzen zen, ahituta. Bazekien antibiotikoa hartuta urdailean zituen bakterio haiek akabatuko zituela, baina egun batzuk gehiago itxarongo zuen. "Desiratzen nengoen ultzera bat izateko; desiratzen nire ikerketa aurrera ateratzeko, ultzera odoltsu bat garatuz", aitortuko zuen gerora.

Hasiera batean, medikua izatea zen Barry Marshallen desira bakarra. Ona zen gaixok artatzen, eta beti jakin nahi izaten zuen sintomen arrazoia. Baina, pixkanaka, konturatu zen uste baino zailagoa zela hori: "Mediku-eskolan oso litekeena da ikastea gaixo guztiak diagnostika eta gaixotasun guztiak trata ditzakezula. Baina, mundu errealerara ateratzean konturatzen zara zure atetik sartzen diren gaixo gehienek kasuan ez duzula arrastorik ere zer dagoen sintomen atzean".

1979an Royal Perth Ospitalean (Perth, Australia) barne-mediku sartu zen, kardiologian eta bihotz irekiko kirurgian espezializatzeko asmoz. 1981ean, sei hilabetez gastroenterologia sailean aritzea egokitu zitzaion, formakuntzaren parte. Zer ikerketa-proiektu egin zezakeen galdetu zuenean, nagusiak Robin Warren patologoaren gutun bat erakutsi zion: "Aurkitu dugu hogeitau gaixok bakterioak dituztela urdailean, non ez luketen egon behar, azido gehiegi

baitago. Ba al dago inor gastroenterologian, gaixo hauei zer gertatzen zaien ikertzen lagundu nahi didanik?". Marshalli zirrarragarria iruditu zitzaion.

Gauza jakina zen urdaila esterila zela, azidozia mikroorganismorik egoteko. Baina Warrenek bakterioak aurkitu zituen urdailetako biopsiatan. Denek forma helikoidala zuten. Eta gastritisa, ultzerak edo urdaileko minbizia zituzten gaixoetan agertzen ziren.

*“Jendea ia hiltzen ikusten
nuen ultzera odoltsuekin,
eta nik banekien
behar zuten guztia
antibiotikoak zirela”*

Hori ikertzeko, ehun gaixori urdaileko laginak hartu eta kultiboan bakterio haiek hazten saiatzea erabaki zuten. Lehen 33 laginekin ez zuten ezer lortu. Baina, Pazko-asteako asteartean, kultiboak egiten zituen teknikariak aztoratuta deitu zion Marshalli. Laborategira joan zenean, 34. eta 35. laginen kultiboak erakutsi zizkion. Bete-beteak zeuden.

Orduan jakin zuen Marshalllek ze txiripa izan zuten. Aurreko kultibo guztiak, bi egunen buruan bota egiten ziren. Hala egiten zen gainerako kultibo guztiekin, bi egunetan ez bazen ezer hazi, ezer ez zegoela ondorioztatzen zen. Aldi horretan, ordea, kultiboak Ostegun Santuan egin, eta asteartera arte utzi zen. Horrela jakin zuten bakterio haiek denbora gehiago behar dutela.

Horren ondoren, 13 gaixoren laginekin lortu zuten bakterioak haztea. Kasu guztietan bakterio bera eta bakarria agertu zen, gerora *Helicobacter pylori* deituko ziotena. Eta 13 gaixo horiek urdaileko edo duodenoko ultzerak zituzten. Aurreko biopsia guztiak kontuan hartuta, argi ikusten zen bakterioa agertzen zen guztietan urdaileko hantura, ultzerak edo minbizia zeudela. Gainera, ordurako kasuren batean ikusi zuten antibiotikoarekin tratatuz gero, ultzera sendatu egiten zela. Warren eta Marshall ondorioztatzen hasi ziren *H. pylori* bakterioa gaitz horien eragilea izan zitekeela.

Pertheko Medikuen Elkargoaren urteko bileran aurkeztu zituen emaitza haiek Marshalllek. Kritikak eta erabateko eszeptizismoa baino ez zituen jaso. "Gastroenterologoztat, mikroorganismo batek ultzera sor zezakeela esatea, Lurra laua zela esatearen parekoa zen". Australiako Gastroenterologia Elkarteak baztertu egin zuen Marshalllek bidalitako artikulua. *The Lancet* aldizkarian lortu zuten Marshalllek eta Warrenen gutun bana argitaratzea, baina ez zien inork kasu handirik egin.

Garai hartan urdaileko eta duodenoko ultzerak estresaren eta bizimodu desegokiaren ondorioztat hartzen ziren. Egoera horietan urdailak azido gehiegi sortzen zuela jotzen zen, eta horrek sortzen zituela ultzerak. Antiazidoekin tratatzen zen, baina ez zen sendatzea lortzen.

Gaixo batzuk antibiotikoarekin tratatzen hasi zen Marshall, eta emaitza bikainak lortu zituen. Baina argitaratzeko arazo handiak zituen. Ikerketarako finantziatorik ere nekez lortzen zuten.

Froga sendoagoak behar zituzten. Nolabait frogatu behar zuten bakterio haiek gaixotasuna eragiten zutela. Saguekin, arratoiekin eta txerriekin saiatu ziren, baina ez zuten arrakastarik izan (primateak bakarrik infektatzen ditu *H. pylori*). Eta pertsonetan probak egitea debekatua zuten.

Marshalllek ezin zuen gehiago: "Jendea ia hiltzen ikusten nuen ultzera odoltsuekin, eta nik banekien behar zuten guztia antibiotikoak zirela. Gaixo bat iristen zen odoletan, antiazidoak hartuz, eta hurrengo egunean ohea hutsik ikusten zenuen. 'Non dago?' galdetzen nuen, eta erantzuten zidaten eba-kuntza-gelan zegoela, urdaila erauzten".

1984ko udan, nagusiari mesede bat eskatu zion. "Barry, ez dizut galdetuko zergatik ari naizen hau egiten", esan zion hark, endoskopia egiten ari ziztaion bitartean. Marshalllek urdaila egoera onean zuela baieztatu zuen horrela. Gastritisa zuen gaixo baten bakterioak laborategian hazi eta zein antibiotikorekin hil zezakeen aztertu ondoren, bakterio haiek edan zituen.

Ez zuen sintomarik espero; urte pare batean ultzera bat sortzea espero zuen. Baina berehala gaixotu zen. Hamargarren egunean beste endoskopia bat egin zuen. Dena bakterioz beterik zegoen.

Hurrengo urtean emaitza haiek argitaratu zituen. Eta egunkarietan ere agertu zen. Pixkanaka, hasi ziren Marshallen eta Warrenen emaitzak [kontuan hartzen](#); [nahiz eta](#) erabateko onarpena izateko beste hamar bat urte beharko ziren. 2005ean Nobel saria eman zieten, *H. pylori* aurkitu, eta gastritisa eta ultzerak eragiten dituela frogatzeagatik. ●



uztaro

giza eta gizarte-zientzien aldizkaria

2018 - 104

UZTARO aldizkaria jaso nahi dut.

Izena-abizenak:

Helbidea:

Kodea eta herria:

Telefonoak:

Helbide elektronikoa:

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

Ordainketa:

Banketxea:

Zenbakia (20 digitu):

Sinadura

2018. urterako harpidetza (4 zenbaki): 25,00

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

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



Harpidetza-txartela:

UDAKO EUSKAL UNIBERTSITATEA

Erribera 14, a. D 48005 Bilbo

Telefonoa: 946790546

Helbide elektronikoa: argitalpenak@ueu.eus

www.uztaro.eus

“Apustu zaila da, baina bete egiten nau”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia ■ Argazkia: Teknopolis

Itziar Urizar Arenaza

Biokimikaria



Itziar Urizar Arenaza

Bilbo, 1989.

- **2012an Biokimikan** lizentziatu zen (EHU).
- **Ikerketa Biomedikoa masterra** egin zuen.
- Geroztik **tesia** egiten dabil, EHUren beka batekin, Medikuntza eta Erizaintza Fakultatean, Fisiologia Sailean.
- Tartean, bi egonaldi egin ditu atzerrian, Danimarka Hego-ekialdeko Unibertsitatean.

Itziar Urizar Arenaza mailaz maila iritsi da Biokimikari ikertzerara: lehenik hiru urte Biologia ikasten, bi urte gehiago Biokimikako adarrean, lizentziatura lortu, ondoren masterra, eta orain, tesia. Hain zuzen, tesiaren azken txanpan dabil buru-belarri, eta hala aitortu du: "Nire bizitza tesia da orain".

Hala ere, agerikoa da gustura dabilela, eta haren hitzek ere hala dela berretsi dute: "Betidanik gustatu zaizkit natura, animaliak... eta uste dut asmatu nuela Biokimika aukeratzean. Azken finean, hau da gustatzen zaidana: ikertzea, galderei erantzuna ematen saiatzea".

Etorkizunean, baina, ez daki horretan jarraitzerik izango ote duen: "Oso zaila dago dena. Azkenean, lehia handia dago gure artean, eta gutxi batzuek baino ez dute lortzen aurrera egitea. Horretarako, ezinbestekoa da curriculum ona izatea, eta hori lortzeko, edo kontratu bat duzu edo kanpora joan behar duzu. Hortaz, tesia bukatutakoan, agian atzerrira joan beharko dut".

Bitartean, bere lana ahalik eta ondoen egiten saiatzen da. "Horrek, batzuetan, sakrifizioak egin beharra ekartzen du, baina, bestalde, zerbait ondo ateratzen denean edo oztopo bat zuk bakarrik gainditu duzunean sentitzen duzun goraldia ez dizu beste ezerk ematen. Apustu zaila da, baina bete egiten nau".

Urizarren esanean, tesia dela eta atzerrian egin dituen egonaldia ere oso motibagarriak izan dira.

Bitan izan da, bietan leku berean, Danimarkan, eta hango zuzendariak, "hemengoak bezala", asko animatzen zuela gogoratu du. Azkenik, taldean lan egitea ere eskertzen du: "Asko laguntzen du jakiteak ez zaudela bakarrik; une zailetan, hor daude kideak, zurekin batera bilatzeko irtenbide egokiena".

Espermatozoideak ikergai

Lagundutako ugalketan espermatozoideen hautaketa hobetuko duen biomarkatzaileen bila dabil lanean. Zehazki, hartzaile opioideen inplikazioa ikertzen du, giza espermatozoideen ahalmen ugalkorrean. Ikergaia dela eta, txantxa ugari entzun eta egiten ditu; lana serio egiten du, ordea: "Egia da laginen kontura adarra jotzen ibiltzen garena lagunartean, baina laborategian dena Etika Batzordearen irizpideen arabera egiten dugu", azaldu du.

Ikertzaile-senarekin batera, badu Urizarrek beste ezaugarri bat: komunikatzaile ona da. Askorentzat, ez da erraza izaten zer ikertzen duten azaltzea ingurukoei. Urizar, aldiz, ondo moldatzen da, eta hala erakutsi du behin baino gehiagotan. Esate baterako, Udako Euskal Unibertsitateak antolatutako [Txiotesian](#), Elhuyarren [Wolfram Deuna](#) ekitaldian eta Teknopolis telebista-saioaren "[Atariko proba](#)" atalean: "Gustatzen zait jendeari azaltzea zertan nabilen, eta era barregarri edo erakargarrian eginez gero, errazagoa da arreta jartzea eta ulertzea". ●



Elkarrizketa osoa
webgunean



Kultura
Zientifikoko Katedra
Cátedra
Cultura Científica

UPV/EHU Kultura
Zientifikoko Katedraren
lankidetzan egindako atala.



CAF
ELHUYAR
SARIAK
2018

ETA SORTU UHIN HEDAKORRAK
EGIN JAUTI



2018ko CAF-Elhuyar sarien irabazleak. Ezkerretik eskuinera eta goitik behera: Ander Gortazar, sorkuntza bekaren irabazlea; Miguel Querejeta, egilearen doktore-tesian oinarritutako dibulgazio-artikuluaren irabazlea; Iraia Etxabide, dibulgazio-artikulu orokorraren irabazlea (Alaitz ahizparekin batera); Josu Lopez-Gazpio, zientzia-kazetaritzaren arloko irabazlea; Asier Vallejo eta Olatz Arregi, *Ekaia* aldizkariako ordezkariak, Elhuyar Merezimendu Saria jaso zutenak; eta Arantza Aldezabal, Iñaki Odriozolaren tesi-zuzendaria eta haren izenean Neiker Sari Berezia jaso zuena.

CAF-ELHUYAR SARIAK

- 60** DIBULGAZIO-ARTIKULU OROKORRAREN SARIA
Irtenbide zirkularra, mundua irensten ari den nonahiko zaborraren kontra
- 66** EGILEAREN DOKTORE-TESIAN OINARRITUTAKO DIBULGAZIO-ARTIKULUAREN SARIA
Zulo beltzen sinfonia
- 72** NEIKER SARI BEREZIA
Euskal Herriko mendiak: herbiboro handiek zizelkatutako paisaia

Irtenbide zirkularra mundua irensten ari den nonahiko zaborraren kontra

Merkea, eraldatzeko erraza, iraunkorra, arina eta erabilera anizkoitzekoa denez, mundu mailako plastikoen ekoizpenak izugarri gora egin du, azken 52 urteotan. 1964. urtean, 15 milioi tona (MT) plastiko sortu ziren, eta 2016. urtean, aldiz, 335 MT, hau da, 22 bider gehiago. Europan, plastikoen eskaria 49,9 MT-koa izan zen, eta gehienbat ontziratze-aplikazioetarako bideratu zen lehengai. Ekoiztako plastiko-produktuetatik sortutako zaborraren % 42,6 bakarrik bildu zen, eta kantitate horretatik, % 41,6 erregai gisa erabili zen, % 27,3 zabortegietara bideratu zen eta % 31,1 birziklatu egin zen (1. irudia).

Datuen arabera, 2006-2016 bitartean birziklatutako plastiko-kantitateak % 79 egin zuen gora. Datu horiek zalantza nagusi hau sortzen dute: geroz eta gehiago birziklatzen bada, zergatik jarraitzen

du plastiko-ekoizpenak urtetik urtera nabarmenki handitzen? Izan ere, espero da 2036. urterako plastikoen ekoizpena bikoitza izango dela.

Aipatu bezala, plastikoak dituen aplikazio ugarietatik, ontziratzea da nagusia. Gizakiarentzat, egunerokotasunerako beharrezko eta funtsezko kontsumo-gai bihurtu da paketatzea, bilgarriek hainbat funtzio betetzen baitituzte, hala nola eustea, babestea, praktikoa izatea, komunikatzea eta elikagaien kalitatea nahiz egoera ona ziurtatzea. Erabileraren arabera aukeratzen da plastiko-mota. Ontzietan gehien erabiltzen diren plastikoak Möbius zirkuluaz identifikatzen dira (2. irudia). Möbius zirkuluaren erdian, produktua zer plastiko-motarekin egin dagoen adierazten duten 1etik 7ra arteko zenbakiak ikus ditzakegu. Ikurrak, aldiz, ez du adierazten produktua birziklagarria denik,



1. irudia. Plastikoen ekoizpena, eskaria, erabilera nagusia eta plastiko-zaborren tratamenduak.

Alaitz Etxabide Etxeberria
Material Berriztagarrien
Ingeniaritzan doktorea



Iraia Etxabide Etxeberria
Diseinatzaile industrialia



Puntu berdea

Plastikoa birziklatzeko
ekarpen ekonomikoa
egin da



Möbius zirkulua

Plastiko-mota:

- 1 Polietileno tereftalatoa (PET)
- 2 Dentsitate altuko polietilenoa (HDPE)
- 3 Polibinil kloruroa (PVC)
- 4 Dentsitate baxuko polietilenoa (LDPE)
- 5 Polipropilenoa (PP)
- 6 Poliestirenoa (PS)
- 7 Gainontzekoak

2. irudia. Puntu berdea eta Möbius zirkulua.

ezta material birziklatuarekin egina dagoenik ere. Kontzeptu-nahasketa bera gertatzen da bi geziz osaturiko *yin-yang*-aren antzeko antolamendua duen ikurrarekin. Puntu berdea deritzon ikurrak adierazten du produktuaren ekoizleek munduko lekuren batean plastikoa birziklatzeko ekarpen ekonomikoa egin dutela, eta ez, ordea, produktua birziklagarria denik edota material birziklatuekin egina dagoenik.

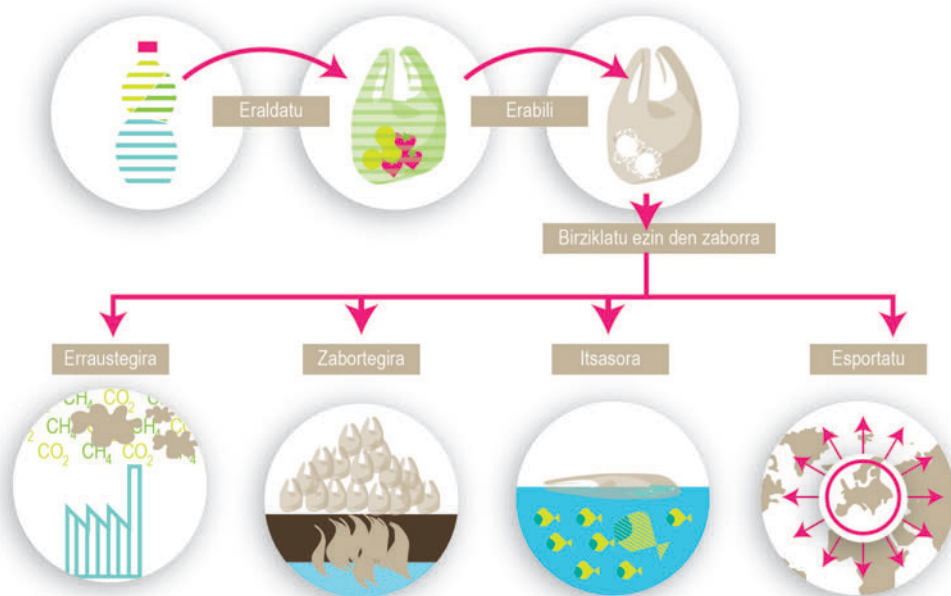
Zergatik ez da birziklatzen zakarrontzi horira botatzen dugun guztia?

Etxean sortzen dugun zakarra (papera, beira, plastikoa, metala) gaika edukiontzietara botatzen dugunean, zaborra bereizi egiten dugu. Horrela, 2016. urtean Euskal Herriko etxeetan, biztanle bakoitzak, batez beste, 13,20 kg plastiko-ontzi bota zituen edukiontzi horira. Nahiz eta norbanako bakoitzak ahaleginak egiten dituen etxean sorturiko zaborra bereizten, oraindik nabarmenak dira zatiki inpropioen, hau da, behar ez duen edukiontzian amaitzen duten gaien portzentajeak. Zatiki inpropioen kantitate handiena plastikozko ontziak jasotzen dituzten edukiontzietan izaten dira. 2016. urtean,

% 29,2 hondakin inpropio bildu ziren Euskal Herriko edukiontzi horietan. Horrek zaildu egiten du zaborrak gaika aukeratzen dituzten instalazioen lana eta ondorengo birziklapen-prozesua. Beraz, hondakina tratamendu-puntura irits dadin, behar-beharrezkoa da gizabanako bakoitzak zaborra ondo bereiztea (3. irudia).



3. irudia. Zaborra gaika bereizterakoan sortzen diren duda-mudak.



4. irudia. Plastikozko produktuen birziklapena/eraldaketa, erabilera eta amaierako zaborren helmugak.

Zakarra gaika banatzeak, beraz, hondakinen tratamendua errazten du, baina horrek ez du esan nahi zakarretara botatzen diren plastikozko ontzi guztiak birzikla daitezkeenik. Plastikoen bereizketa eta birziklapena ez da beiraren eta metalen birziklapen-prozesua bezain zuzena. Plastikozko ezberdinak ezin direnez elkarrekin birziklatu, zakarontzi horitik ateratzean, plastikoak identifikatu eta bereizi behar dira. Bestalde, plastikoari gehigarriak gehitzen zaizkionez (egonkortzaileak, pigmentuak, lubrifikatzaileak), konposizio kimiko ezberdinetako plastiko ugari aurkitzen dira askotan, janari- eta edari-hondarrez zikinduak daudenak edota bestelako materialak dituztenak (botilen etiketak, jogurtapakia ontziaren barruan). Horrek guztiak plastikoak identifikatzea eta bereiztea zailtzen du.

Horrez gain, % 100 birzikla daitezkeen beirazko botilak ez bezala, plastikozko ontzien birziklapena mugak ditu. Horietako bat berrereabilpena da. Elikadura-segurtasunagatik, plastiko-mota batzuk

ezin dira berriro elikagaiak ontziratzeko erabili, eta, ondorioz, erabilitako plastikoari beste aplikazio bat eman behar zaio. Beste mugetako bat dira, bestalde, plastikozko ontziak birziklatzeko erabiltzen diren prozesu termikoak. Prozesu horiek plastikoak degradatzen dute, eta materialak, bidean, propietateak galtzea eragiten dute. Hala, plastikoek birziklapen-ziklo mugatua dute, eta horregatik, birziklatutako materiala plastiko berriarekin nahasi behar da, amaierako produktuak beharrezko propietateak izan ditzan. Horrek guztiak galarazi egiten du % 100 plastiko birziklatuarekin egindako ontzien ekoizpena, eta kontsumitzaileen eskaria asebetetzeko plastiko berri gehiago ekoiztera eta erabiltzera behartzen du.

Orduan, nora doaz birziklatu ezin diren plastikoak?

Plastiko-zaborra birziklatzen denean edota birziklatutako plastikoak birziklapen-ziklo gehiago jasan ezin dituztenean, hasierako produktuarekin zerikusier

rik ez duten eta berriro birziklatu ezin diren produktuak sortzeko erabiltzen da, hala nola telak, hariak, sokak, olanak, ontziak, poltsak, eraikuntza-materialak, errepideetako asfaltoa, etab. Adibide gisa, ehungintzan erabiltzen den hari sintetikoa ekoizteko balio dute PET-botilek. Horrela, Tzu Chi Fundazioan, 78 PET-botila erabiliz, 230 x 180 cm²-ko manta egin zuten. Nahiz eta zakarrari beste erabilera bat eman, sortzen den produktua ez denez birziklagarria, zaborrak erraustegietan, zabortegietan eta itsasoetan edo ozeanoetan amaitzen du, edota beste lurralde batzuetara eramaten da (4. irudia).

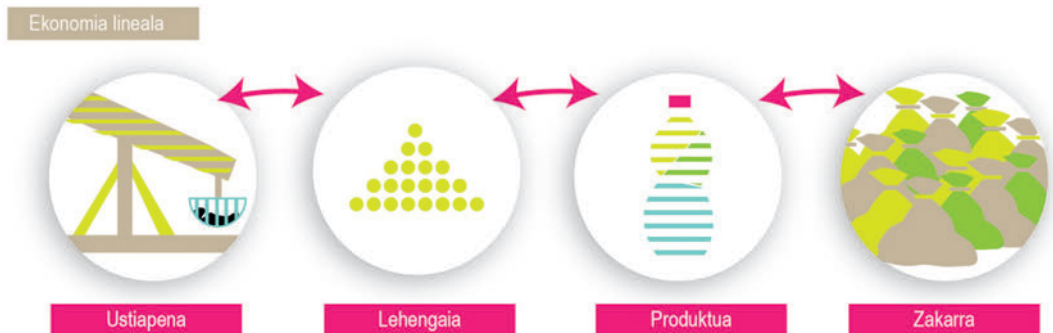
Plastiko-hondakinen bolumenaren arazoari aurre egiteko, hondakinak erraustegietara bideratzen dira. Errekuntza-prozesuan lorturiko energia argindar eta bero moduan erabili arren, plastikoa erretzean karbono dioxidoa (CO₂), metanoa (CH₄) eta berotegi-efektuko bestelako gasak igortzen dira airera, eta kalte egiten zaie ingurumenari eta gizakiari. Birziklatzen ez den eta erraustegietara ez doan zatia, berriz, zabortegietara joaten da. 500 urte iraun dezakeen plastiko-zaborraren degradazio-prozesuan, konposatu kutsatzaileak eta toxikoak askatzen dira lurrazalera eta uretara, eta kalte egiten zaie naturari eta gizakien osasunari.

Zabortegeiak zakarrez osotara bete aurretik, beste lurralde batzuetara garraiatzen dira plastiko-

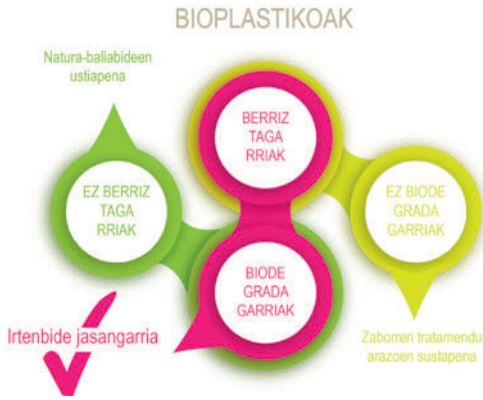
hondakinak. Europan birziklatzeko bildutako plastikoen % 46 esportatu egin zen, eta horren % 90ek Txinan amaitu zuen. Zaborra garraiatzean, plastikoa bidean galtzen dira, eta lurrazalean, itsaso bazterretan eta ozeanoen hondoan amaitzen dute. Ingurumeneko degradazioagatik (ura, haizea, eguzkia), plastiko horiek zati txikitzen puskatzen dira, mikroplastiko izatera iritsi arte (< 5 mm). Zooplanktonak eta itsas hegaztiak jaten dituzte plastikozko partikula txiki horiek, elikagaia direlakoan. Gainera, zooplanktona itsasoko elikadura-katearen oinarri nagusietakoa da, zooplanktonaz elikatzen baitira arrainak, eta, hala, kate trofikoaren bidez, gizakien gorputzean amaitzen dute mikroplastikoek.

Ba al dago irtenbiderik plastikoen arazoei aurre egiteko?

Zaborrak gaika banatzea garrantzitsua eta beharrezkoa da, baina horrek guztiak garbi erakusten du plastikozko ontzien birziklapenak atzeratu egiten duela plastiko-zaborra erretzera edota zabortegietara, itsasora edo beste lurralde batzuetara eramateko prozesua. Orokorrean, plastikozko ontzi baten bidaia naturako baliabideak ustiatzen hasten da; eraldaketa-prozesuen ondotik, kontsumitu egiten da, eta, azkenik, zabortegian amaitzen du. Norabide bakarreko lerro zuzenean mugitzen diren materialek ekonomia linealean bidaiatzen dute (5. irudia). Jakin badakigu arazo larriak daudela



5. irudia. Plastikozko ontzien ekonomia lineala.



6. irudia. Bioplastiko-motak.

lerro horretako bi muturretan: amaierako muturreko zaborren kudeaketa eta hasierako muturreko natura-baliabideen (amaitzen ari den petrolioaren) ustiapen etengabea.

Plastiko zaborren arazoei aurre egiteko, teknologia berriak erabiltzen dituzten prozesu eraginkoragoak erabiltzen diren arren, eredu lineal horretan jarraitzea ez da bide egokiena arazoei soluzio eraginkorra emateko. Horregatik, arazoei irtenbide hobea emateko helburuarekin, material berriztagarriak edota biodegradagarriak (almidoia, zelulosa) dituzten plastikozko produktuak ikertzen eta ekoizten hasi dira, ikerketa eta garapenean jardueretan. Oinarri biologikoko plastikoei bioplastiko esaten



7. irudia. Bioplastiko berriztagarri eta biodegradagarrien ekonomia zirkularren eredua.

zaie. 2012. urtean mundu mailan kontsumitutako 259 MT plastikoen % 0,4 bioplastikoak izan ziren, eta astiro hedatzen doa haien ekoizpena. Bioplastikoak hiru multzotan sailka daitezke (6. irudia). Iturri berriztagarrietatik datozen material EZ-biodegradagarrien aldeko edota berriztagarriak EZ diren material biodegradagarrien aldeko apustua egiten ari da industria. Nahiz eta bide berri horiek ekonomia linealeko arazoetako bati aurre egiten dioten, oraindik natura-baliabideak ustiatzen edota zaborrak kudeatzeko arazoa sustatzen jarraitzen da (6. irudia).

Plastikoen ekonomia linealean sortzen diren bi arazoei irtenbidea emateko, irtenbiderik jasangarriena da iturri berriztagarrietatik datozen material biodegradagarriekin egindako bioplastikoak erabiltzea. Eredu horretan, amaierako zaborra produktu berriak ekoizteko erabiltzen da; ibilbide osoan, zero zabor sortzen da, eta materialaren bizi-zikloa ixten da. Horrela, ekonomia zirkularraren eredua bultzatzen da (7. irudia). Zorionez, plastikoen arazoei konponbide eraginkorrak emateko helburuarekin, bioplastiko berriztagarrien eta biodegradagarrien alde apustu egiten hasi da Europan, ekonomia zirkularraren ereduari jarraituz. Nolanahi ere, astiro zabalitzen hasi den plastikozko ontzien zaborren arazoei aurre egingo dion eredu sendo, jasangarri eta eraginkor horretan, ezinbestekoa da gizabanakoen, kolektiboen, enpresen, industrien eta erakundeen laguntza eta elkarlana sortzea, sustatzea eta indartzea. Horrela, eredu zirkular horrekin, bere beharrak bete ditzakete gaur egungo belaunaldiek, etorkizuneko belaunaldien beharrak betetzeko gaitasuna sakrifikatu gabe. ●

Bibliografia

Plastics- the Facts 2017. An analysis of European plastics production, demand and waste data. PlasticEurope 2016.

Ellen MacArthur Foundation. The New Plastics Economy - Rethinking the Future of Plastics. 2016.

Ecoembes. Resultados 2016. 20 años de la ley de envases, 20 años de Ecoembes. 2016.

J.N. Hahladakis, C.A. Velis, R. Weber, E. Iacovidou, P. Purnell. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *Journal of Hazardous Materials*, 344, 2018, 179-199.

OECD, policies for bioplastics in the context of a bioeconomy 2013. *Industrial Biotechnology*, 10, 2014, 19-21.

Food and Drug Administration (FDA). Guidance for Industry: Use of recycled plastics in food packaging (Chemistry Considerations), 2006.

D. Lazarevic, E. Aoustin, N. Buclet, N. Brandt. Plastic waste management in the context of a European recycling society: comparing results and uncertainties in a life cycle perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 2010, 246-259.

J.Q. Jiang. Occurrence of microplastics and its pollution in the environment: A review. *Sustainable Production and Consumption*, 12, 2018, 16-23.

C.A. Velis. Circular economy and global secondary materials supply chains. *Waste Management and Research*, 33, 2015, 389-391.

L. Giusti. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Management*, 29, 2009, 2227-2239.

G. Kaur, K. Uisan, K. L. Ong, C. S. K. Lin. Recent trends in green and sustainable chemistry & waste valorisation: Rethinking plastics in a circular economy. *Current opinion in green and sustainable chemistry*, 9, 2018, 30-39.

European Commission. Closing the Loop - An EU Action Plan for the Circular Economy. Brussels, 2015.

Zulo beltzen sinfonia

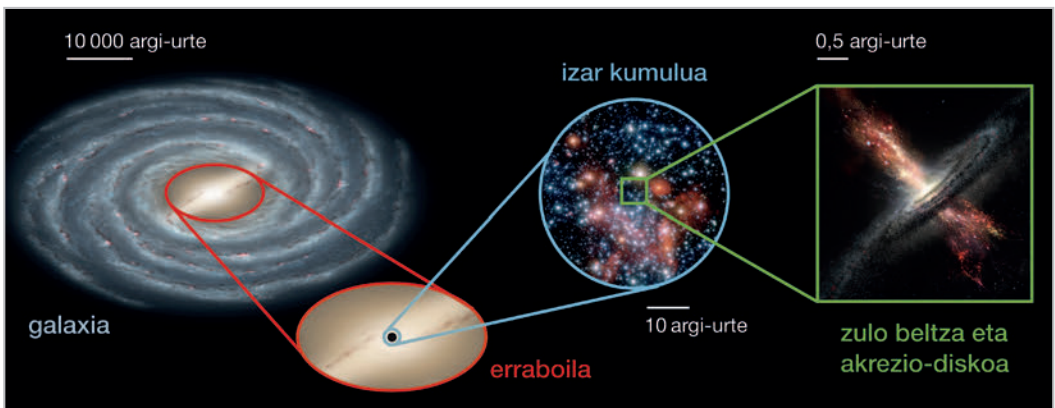
Galaxia gehienek zulo beltz erraldoia dute erdigunean. Eta benetan dira erraldoi zulo beltz horiek, milioika izarren masa ezkutatzen baitute beren baitan, eta argiak ere ezin baitu haietatik alde egin. Baina zulo beltz erraldoi horiek badute galaxiotan eragin nabarmena, haien grabitazio-eremu handiek inguruko materia erakartzen baitute, eta galaxia ostalariei aldaketa bortitzak eragin diezazkiekete. Zulo beltz erraldoien eta galaxien arteko elkarrekin-tza aztertzea izan da doktore-tesi honen helburua. Ongi etorri ikuskizun kosmiko bitxi honetara: zulo beltzen sinfonia hastera doa.

Galaxien bihotz beltza

Gure inguruan dagoen guztia izarren hautsa dela esan genezake, baita gure gorputza osatzen duten atomo gehienak ere. Elementu astunak sortzeko, beharrezkoa da eztanda kosmikoak gertatzea: izar masiboen leherketak, hala nola supernobak, edota neutroi-izarren arteko talkak. Fenomeno horiek hainbeste energia igortzen dute, non oinarrizko partikulak elementu astunak osatuz berrantola

daitezkeen; aldi berean, eztrandak galaxian zehar sakabanatzen ditu elementu horiek, eta, hala, izar eta planeta berriak sortu daitezke. Horrez gain, izar masiboen leherketek zulo beltza uzten dute atzean.

Baina, zulo beltzek argia bera ere harrapatzen badute, nola ote da posible zulo beltzak aurkitu eta aztertzea? Ezin dugu ikusi zuloaren barruan zer gertatzen den, baina badugu neurtzea zulo beltzek haien inguruan zer eragin duten; hau da, zeharka aztertzen ditugu zulo beltzak, haien ondorioak ikertuz. Joan den hamarkadan, gure Esne Bidearen erdigunean dauden izarren mugimendua arreta handiz jarraituz, posible izan zen bertan zulo beltz erraldoi bat dagoela ondorioztatzea. Newtonen legeek esaten digutenez, puntu baten inguruan orbitan dauden izarrek azkarrago egingo dute bira erdiguneko masa handiagoa denean, eta horixe da ondorioztatu zutena: milaka milioi izarren masaren baliokidea dagoela kontzentratuta Esne Bidearen nukleoan (1. irudia). Gure galaxiaren erdigunean



1. irudia. Galaxia osoarekin konparatuz, oso eremu txikia hartzen dute zulo beltz erraldoiak eta haren inguruan sortzen diren akrezio-diskoak. ARG.: M. Querejeta, NASA, ESO.

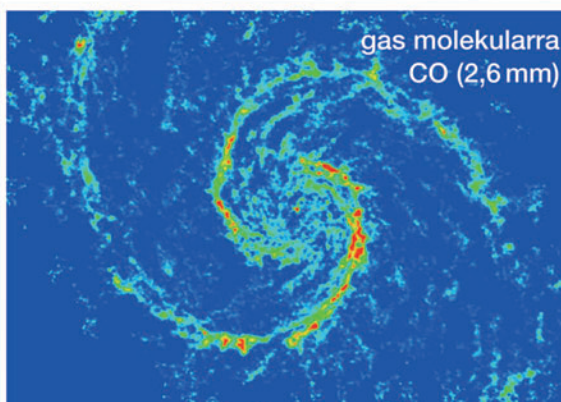
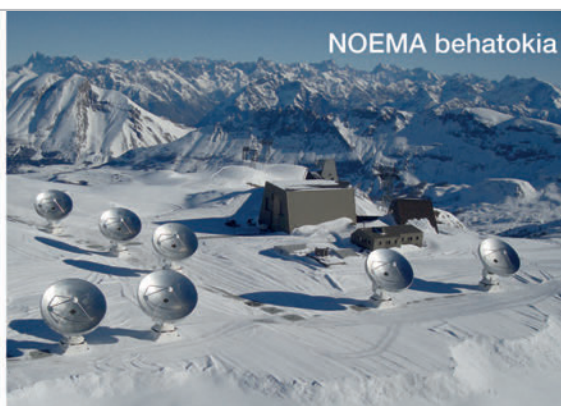
Miguel Querejeta Pérez
ESO Europako Hego Hemisferioko
Behatokiko ikertzailea



dagoen hori gugandik hurbilen dagoen zulo beltz erraldoia da, baina gure galaxiaren baitan murgilduta gaudenez, ez da erraza zulo beltzaren ondorio globalak haztatzea. Basoan gaudenean, zuhaitzak zehaztasun handiz ikus ditzakegu, baina, aldi berean, baso osoaren perspektiba galdua. Horregatik, doktore-tesi honetan, Esne Bidetik kanpo dagoen galaxia behatu dugu, M51 espiral ospetsua, hain zuzen ere.

Bidaia galaktikoa zulo beltzera

Gasaren antolamenduak garrantzi handia dauka, izar berrien sorrera baldintzatzen duelako. Eta M51 galaxian gasa ez dago geldirik, zentrorantz bidaiatzen baizik —hori da doktore-tesi honen lehen emaitza garrantzitsua—. Hori ondorioztatzeko, ezinbestekoa da galaxiaren grabitazio-eremua ondo ezagutzea. NASAREN Spitzer espazio-teleskopiotik iritsitako irudiei esker azter daiteke grabitazio-eremu hori, uhin



2. irudia. M51 galaxia kiribila. Ezkerrean, Hubble espazio-teleskopioak hartutako irudia (espektriko ikusgaia). Eskuinean, goiko irudiak NOEMA interferometroa erakusten du, Frantziako Alpeetan; behean, behatoki hori erabiliz osatu dugun M51 galaxiaren mapa, gas molekularren kokapena azaltzen duena. ARG.: ESA/Hubble; IRAM; E. Schinnerer, M. Querejeta.

infragorriak jasotzen baititu eta uhin infragorriek izarren masaren kokapena islatzen baitute. Erraza da masa horrek sortzen duen grabitazio-eremua kalkulatzeko, eta eremu horrek gasarengan zer nolako eragina izango duen. Baina, horretarako, gasaren mapa zehatza ere beharrezkoa izango zen, orain arte lortutako maparik zehatzena.

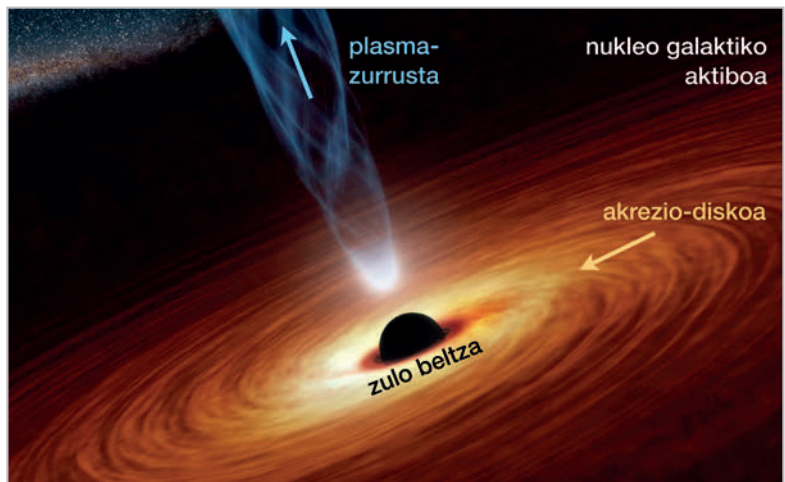
Frantziako Alpeetan, 2.550 metroko altueran, NOEMA interferometroaren antena parabolikoek so egiten diote unibertsoari. Neguan, eskiatzaillez josita egoten dira antenen inguruko muinoak; izan ere, astronomok teleaulkiak erabiltzen ditugu teleskopio horietara igotzeko. Antena parabolikoek irrati-uhinak jasotzen dituzte, eta haien bidez, gas molekularren kokapena eta mugimendua azter daiteke. Gainera, hainbat antenak jasotako informazioa konbinatuz, oso bereizmen handiko irudiak lor ditzakegu. Molekulek uhin-luzera zehatz batzuetan igortzen dute energia, trantsizio kuantikoen ondorioz; CO molekularren funtsezko trantsizioak, esaterako, 2,6 milimetroko uhin-luzera dauka. M51 galaxian igorpen-lerro hori hauteman dugu NOEMA erabiliz, orain arte kanpoko galaxia batean lortutako doitasun handienarekin (2. irudia).

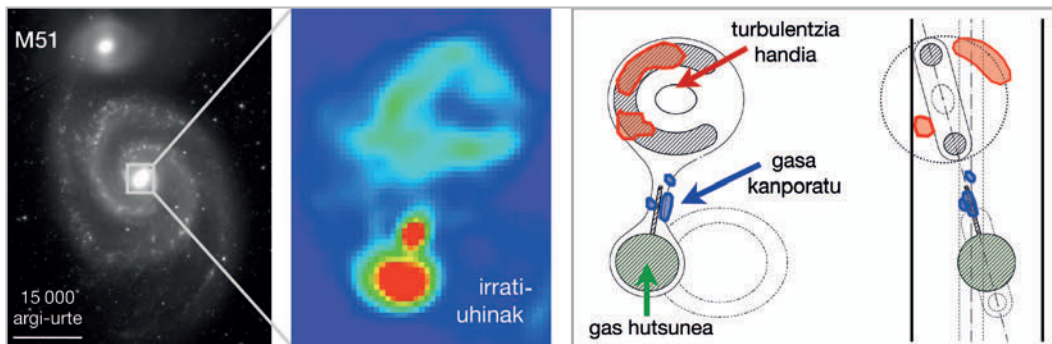
Hortaz, CO molekularren 2,6 mm-eko dagokien lerroa trazatzaile gisa erabiliz, galaxiaren eremu grabitatorioak gas molekularri eragiten dion mugimendua neurtu ahal izan dugu (edo, hobeto esan, eremu horrek zer nolako aldaketa eragiten dion momentu angeluarrean). Kalkulu horrek argi eta garbi azaldu du gasak pixkanaka zentrorantz mugitzeko joera duela; batez beste, Eguzkiaren masaren baliokidea iristen da urtero galaxiaren nukleora. Beraz, M51 galaxiaren zulo beltz erraldoia gas molekularra irensten ari da etengabe, eta materia transferentzia horrek baditu ondorio garrantzitsuak, hurrengo atalean azalduko dugun bezala.

Quasarrek eta M51ren nukleoak badute zerikusia

Quasarrak energia-dentsitate handiko iturri astronomikoak dira, eta energia elektromagnetiko izugarria igortzen dute eremu txiki batetik. Hasiera batean, ez zegoen argi energia horren jatorria zein zen. Gaur, badakigu galaxien nukleoetan dauden zulo beltz erraldoietara erortzen ari den gasa dela haien jatorria. Zulo beltzen inguruan akrezio-diskoak sortzen dira, eta bertako eremu magnetikoek intentsitate handia hartzen dute, elektroiak eta beste oinarrizko partikulak azeleratuz; irrati-

3. irudia. Nukleo galaktiko aktiboa irudikatzen du marrazki honek, zulo beltzaren inguruan garatutako akrezio-diskoarekin eta plasma zurrustarekin. Gasa etengabe ari da zulo beltzera erortzen, eta oinarrizko partikulek zuloa gerturatzerakoan hain abiadura handia hartzen dute, non diskoarekiko zut materia kanporatzen duen zurrusta sortzen den. Geziek materiaren norabidea adierazten dute. ARG.: NASA/JPL-Caltech.





4. irudia. Ezkerrean, M51 galaxiaren nukleoan dagoen plasma-zurrusta erakusten dute irradi-uhinek (uhin-luzera: 20 cm). Eskuinean, plasma-egitura horien eskema ageri da (aurretik eta albotik ikusita), eta nukleo aktiboaren efektu nabarmenenak ikus daitezke. ARG.: M. Querejeta.

uhinen bidez behatu daitezkeen plasma-zurrusta erraldoiak ere sortzen dituzte (3. irudia).

Badakigu M51 galaxiaren nukleoan akrezio-diskoa garatu dela, irradi-uhinen bidez plasma-zurrusta ikus dezakegulako. Paradoxikoki, nukleo aktibo horren efektu nabarmenena da gas molekularra nukleotik kanpo jaurtitzea: zulo beltzera ailegatzeko den masa-transferentziak kontrako efektu hori eragiten du, eremu magnetikoek lagunduta. NOEMAren mapak abiadurari buruzko informazioa ematen digutenez, xehetasun handiz azter dezakegu higidura hori, eta zenbat masa kanporatzen ari den neurtu. Nukleoan nolabaiteko oreka dinamikoak lortu dela esan genezake: gas-kantitate txiki bat zulo beltzera erortzeak eragiten du gas gehiena nukleotik ateratzea; muturreko kasuetan, gasak galaxiatik alde egiten du, eta horrek guztiz mugatuko du galaxiaren etorkizuna. Gasaren kanporatze-tasa hori neurtzea izan da, bestalde, tesiaren emaitza nagusia; horretarako, eredu dinamikoekin alderatu dugu NOEMA interferometroak neurtutako gasaren kokapena eta abiadura, eta ondorioztatu dugu gas hori 300.000 km/h-ko abiadurarekin mugitzen ari dela nukleotik at.

Lehenbizikoz frogatu dugu tesi honetan zulo beltz erraldoiaren ingurutik gasa kanporatzeaz gain plas-

ma-zurrustak gasaren egoera ere aldatzen duela. Zurrusta hori argiaren antzeko abiadurarekin mugitzen diren partikulez osatuta dago, eta, efektu magnetohidrodinamikoak direla medio, zeharkatzen duen gasaren turbulentsia handitzen du. Aldi berean, turbulentsiak gasaren kolapsoa saihestu dezake: horregatik ez dago izar gazterik M51 galaxiaren nukleotik hurbil, nukleoak berak gasa antzu bihurtu duelako. 4. irudiak plasma-zurrustaren kokapena erakusten du, eta gasari eragiten dizkion efektuak laburbiltzen ditu.

Litekeena da quasarrek ere halako mekanismo bati esker kontrolatzea izarren jaiotza-tasa. Galaxien nukleo aktiboek, quasarren distira azaltzeaz gain, galaxien bilakaera ere baldintza dezakete. Bestela, galaxiek askoz azkarrago transformatuko lukete gasa izarra sortzeko, eta gure inguruko galaxia guztiek kolore gorria izango lukete (izar zahar eta hotzen kolorea), beso espiralik gabe, ezinezkoa baita beso espiralak gasik gabe mantentzea. Beraz, zulo beltz erraldoien eta galaxien arteko elkarrekintza behar-beharrezkoa da gaur egungo galaxien aniztasuna azaltzeko, eta mekanismo horren xehetasun garrantzitsuak jakitera eman dituzte M51 galaxian egin ditugun behaketek.

Zulo beltzak ikusi eta entzun

2015eko irailaren 14an, bi zulo beltz elkartzean sortutako grabitazio-uhinak detektatu zituen LIGO behatokiak. Grabitazio-uhinen lehen detekzio zuzena izan zen hura, eta Fisikako Nobel saria eman zieten Rainer Weiss, Barry C. Barish eta Kip S. Thorne zientzialariei, grabitazio-uhinak behatzea posible egiteagatik. Lehen detekzio horri GW150914 izena eman zioten; ez da oso izen poetikoa, egia esan, baina gertaeraren data erabiltzeak sailkapena errazten du. Talka egin zuten zulo beltz horiek 30 eguzki-masa inguru zuten; beraz, doktore-tesi honetan aztertu dugun zulo beltz erraldoiarena baino askoz masa txikiagoa. 2017ko abuztuaren 17an, LIGOk beste grabitazio-uhin batzuk detektatu zituen; bosgarren detekzioa izan zen, baina GW170817 horrek bazuen aparteko ezaugarri bat. Lehen aldiz, grabitazio-uhinen seinalea jasotzeaz gain, gertaera hori espektriko elektromagnetiko osoan zehar detektatu ahal izan genuen zientzialariorik. Bi neutroi-izarren arteko topaketa horrek argi utzi zuen badagoela astrofisika aztertzeke era berri bat: unibertsoari so egiteaz gain, espazio-denboran zehar hedatzen diren grabitazio-uhinak entzun daitezke aldi berean.

Azaldu dugun bezala, zulo beltz erraldoiek sekulako garrantzia dute galaxientzat, gasaren kokapena eta egoera kontrolatuz izar berrien jaiotza baldintzatzeko dutelako (eta, hortaz, galaxia osoen etorkizuna mugatu). Zulo beltzak zeharka ikusi ditzakegu, baita mundu horiek galaxietan zer eragin duten neurtu ere. Oraindik asko ikasi behar dugu galaxiek bere baitan ezkutatzen duten motor boteretsu horren portaerari buruz, baina grabitazio-uhinek zeregin horretan lagundu diezagukete. Liluragarria izango litzateke galaxien nukleo misteriotsu horiek aldi berean ikusi eta entzutea, eta zulo beltzen sinfoniaren hurrengo konpasa osatzea. ●

Bibliografia

- Sparke, L. S.; Gallagher, J. S. *Galaxies in the Universe* (Cambridge University Press, 2000).
- Crane, P. C.; van der Hulst, J. M. (1992). "The radio jet in M51", *The Astronomical Journal*, 103: 1146-50.
- Fabian, A. C. (2012). "Observational Evidence of Active Galactic Nuclei Feedback", *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 50: 455-89.
- Querejeta, M.; Meidt, S. E.; Schinnerer, E. et al. (2015). "The Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies (S4G)", *The Astrophysical Journal Supplement*, 219: 5, 1-19.
- Querejeta, M.; Schinnerer, E.; Meidt, S. E. et al. (2016a). "Gravitational torques imply molecular gas inflow towards the nucleus of M51", *Astronomy & Astrophysics*, 588: 33, 1-19.
- Querejeta, M.; Schinnerer, E.; García-Burillo, S. et al. (2016b). "AGN feedback in the nucleus of M51", *Astronomy & Astrophysics*, 593: 118, 1-21.
- Schinnerer, E.; Meidt, S. E.; Pety, J. et al. (2013). "The PdBI Arcsecond Whirlpool Survey (PAWS)", *The Astrophysical Journal*, 779: 42, 1-29.



eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

Hik Hasi Udako Topaketa Pedagogikoak

Ekainaren 26an eta 27an LEIOAN

Uztailaren 2an, 3an eta 4an DONOSTIAN

hh
hik hasi

IKASTAROAK: **Pedagogia Sistemikoa** - Mugak jarri autoestimua zainduz - **Mindfullyoga** - Bizitzaren eskola: askatasunerako pedagogia - **Psikoterapia eta gorputza hezkuntzan** - **Suizidioaren prebentzioa** - Antzerkia hezkuntzan - **Matematika eskuetara LHn** - **Gure eskolak mila kolore dituelako** - Wilhelm von Humboldt - **Ikasleak erakarri euskaraz egin nahi izan dezaten** - **Komunikazio Ez Bortitzan sakontze maila** - **Dislexia** - **Hezkuntza eredu parekidea** - Barne sormena lantzeko estrategiak - **Mindfulness (Arreta osoa)** - **Irakurketa eta idazketa konstruktibista** - Jolasa eta jolas terapeutikoa eskolan - **Garapen pertsonala irakasleentzat** - **Heriotzaren psikopedagogia** - **Materia eta energia gaiak LHn** - **Adimen Emozionala hezkuntzan** - **ARTikertuz, Ikus-Artean oinarritutako ikasketa** - **Yoga eta kontzentrazio teknikak**

Informazioa eta izena ematea www.hikhasi.eus helbidean

Euskal Herriko mendiak: herbiboro handiek zizelkatutako paisaia

Europar nekazaritza barreiatu baino lehenagoko paisaiak imajinatzen ditugunean edo pelikuletan nahiz dokumentaletan irudikatzen direnean, oihan itxi amaigabeak agertu ohi dira. Badirudi paisaia irekiak eta larreak gizakiaren esku-hartzearekin sortu zirela, egurra ustiatzeko eta abereak elikatzeko helburuarekin. Europako paisaiaren bilakaera, ordea, hori baino askoz konplexuagoa izan da, eta herbiboro handien papera funtsezkoa izan da, bai nekazaritza iritsi aurretik, baita ondoren ere.



Habitat irekien bilakaera

Egungo euskal paisairen konfigurazioa ulertzeko, beharrezkoa da azken milioika urteetako fenomeno geologikoei erreparatzea. Duela 35-25 milioi urte inguru, Aro Zenoikoaren erdialdean, plaka kontinentalen mugimenduek Alpetar orogenesisa eragin zuten, eta, prozesu horretan, Kantauriar mendika-

tea, Pirinioak eta Euskal Herriko arkuak eratu ziren. Kontinenteen konfigurazio berriak aldaketak eragin zituen ozeanoen zirkulazioan, eta, ondorioz, atmosferako CO₂-kontzentrazioa eta tenperatura globala jaitsi ziren. Baldintza berri horietan, larrekosistemak hedatu ziren urtaroko lehorte-baldintzak zituzten guneetan [1].

Iñaki Odriozola Larrañaga
Landare-ekologian doktorea



Azken 12.000 urteetan (Holozenoa), habitat irekien hedadurak gorabehera ugari izan du Europan. Halere, badirudi habitat horiek nahiko egonkor mantendu zirela nekazaritza iritsi aurretik ere, estalduraren % 12-30etik jaitsi gabe. Europako paisaia mosaiko-erakoa zatekeen beraz, habitat irekiak eta basoak tartekatzen baitziren [2]. Herbiboro basatiek eragin zuzena zuten paisaiaren konfigurazio horretan, basoak irekita mantentzen baitzituzten han larratzen eta alhatzen ziren [3] zaldi basatiek, orkatzek, oreinek, uroek, bisonte europarrek...

Paisaia erdinaturalaren sorrera eta gainbehera

Nekazariak Ekialde Hurbiletik Europan zehar hedatu zirenean (duela 7.000 urte inguru) baso primarioak garbitu zituzten, eta jatorrizko herbiboro basatiak etxekotutako abereekin ordeztuz joan ziren. Prozesua graduala izan zen, halere; esaterako, Nafarroan ehizatutako azken bisontearen dokumentazioa XII. mendekoa da.

Nekazarien iritsierarekin paisaiaren zati handi bat aldatu bazen ere, larreak eta sastrakadiak osatzen zituzten espezie gehienak lehenik ere bertan zeuden, jatorrizko habitat irekietan.

Aldaketa sakonak XIX. mendearen erdialderako iritsi ziren. Nekazaritzaren mekanizazioak eta pestiziden erabilera masiboak intentsiboki landatutako egungo paisaia sortu zuen Europan. Floran eta faunan aldaketa sakonak eragin zituen gizakiak: hainbat espezie desagertu zen eta espezie exotiko ugari sartu zen.

Egun, herbiboro basati gehienak desagertuta daudenez Europan, geratzen diren kontserbazio-balio altuko ia larre guztiak larratze-sistema estentsiboetara lotuta daude [4]. Dena dela, sistema horiek gainbehera doaz, landaguneak hustearekin batera. Euskal Herriko mendien egoera ere ez da bestelakoa, mendiko larreen erabilera apurka beherantz baitoa bertako larre-sistemetan [5].

Herbiboroen gako-funtzioak

Herbiboroek, paisaia moldatzeaz gain, hainbat gako-funtzio betetzen dituzte ekosistemetan. Larratzeak berebiziko garrantzia du habitat irekiei lotutako espezieen biziraupenerako. Era berean, larratzeak zuzenean eragiten du ekosistemako hainbat prozesutan, defoliazioaren, zapalketaren eta gerru-gorotzen deposizioaren bitartez; hala nola elikagaien birziklapenean eta larreen ekoizpenean.



1. irudia. Nire doktore-tesiko bi gune esperimental Aralar mendilerroan, Gipuzkoa eta Nafarroa artean. 13 urtez ganadua sail batzuetatik kanpo mantendu da, itxura iraunkorrek erabiliz, eta, hala, larratzerik eza simulatu.

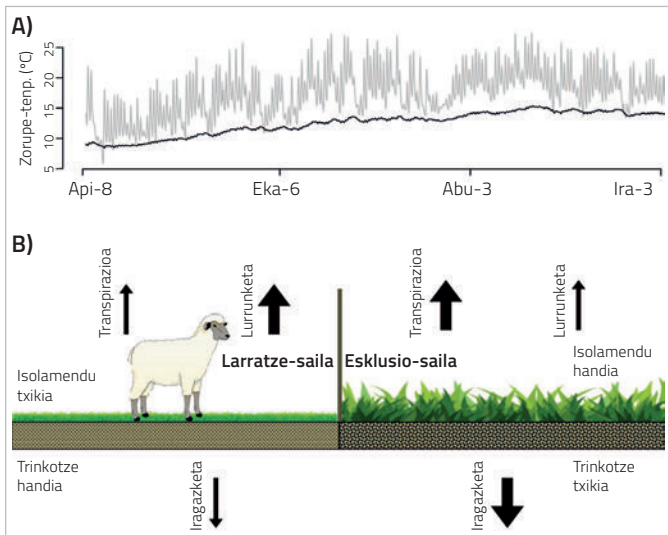
Nire doktore-tesiaren helburu orokorra da hobeto ulertzea larratze mistoa (ardiek, behiek eta behorrek egiten dutena) eteteak zer ondorio dituen larrarearen funtzio horietan. Horretarako, animaliak larratzeari uztea simulatu zen Aralar mendilerroko lau gune esperimentaletan. Ganadua ez sartzeko moduko itxiturak eraiki (1. irudia), eta konparatu ahal izan dugu larreak zer bilakaera izan duen 13 urtez utzita egondako sailen (itxituren barnean) eta larratzea berdin mantendu den sailen (itxituren kanpoan) artean.

Larratzea eta ekosistemen funtzionamendua

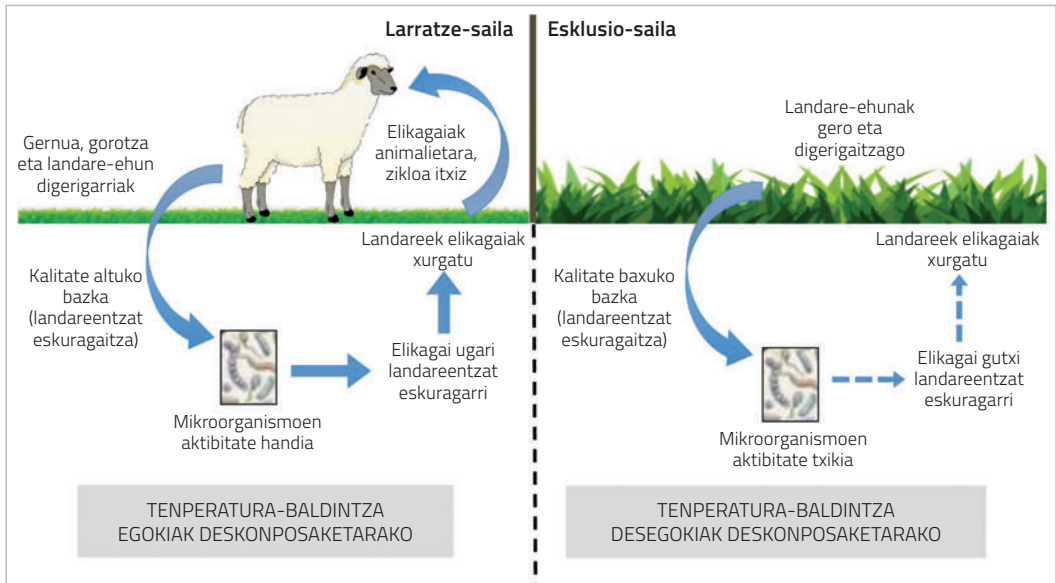
Larratzeak eragina du lurreko mikroorganismoen (bakterioak eta onddoak) jardueran, elikagaien zikloan eta elikagaien eskuragarritasunean [6]. Bate-tik, herbiboroek larrea ongarritzen dute gorotzekin, eta belarra jatean egiten duten defoliazioarekin, landareen birsortzea sustatzen dute. Birsortze horrek gazte mantentzen ditu landare-ehunak, eta, ondorioz, bazka errazago digeritzen da. Bestetik, herbiboroek eragin sakona dute lurzoruko tenperatura eta ur-edukian, eta, beraz, lurzoruko prozesuetan [7]. Nire tesian, mendi-larreetan animaliak

larratzeari uztearen eragina aztertzeko, zorupeko tenperatura eta ur-edukia neurtu ziren animaliak larratu diren eta animaliak larratu ez diren partzeletan. Era berean, belarraren kalitatea (balio nutritiboa eta digerigarritasuna) neurtu zen bi baldintza horietan. Digerigarritasuna da digerigaitzagoak diren pareta zelularreko zuntzen eta digerigarriagoak diren eduki zelularreko proteinen arteko erlazioa.

Ondorioak argiak dira, lurzoruko tenperatura-baldintzak zeharo desberdinak dira animaliak larratu diren tokietan (larratze-sailetan) eta larratu ez diren tokietan (esklusio-sailetan). Tenperaturaren gorabeherak askoz handiagoak dira larratze-sailetan: larratze-sailetako eguneko gorabeherak esklusio-sailetako urteko gorabeheren parekoak dira (2. irudia A). Hori gertatzen da herbiboroek belargeruza motz mantentzen dutelako. Horrek eragiten du airearen tenperatura-aldaketek berehalako eragina izatea zorupean. Aldiz, esklusio-sailean belargeruza loditzen da, eta, hortaz, zorupea isolatuago mantentzen da. Arrazoi beragatik, udaberri eta udan zorupeko tenperatura gehiago igotzen da larratze-sailetan. Zorupeko ur-edukian ere eragiten du larratzeak (2. irudia B); isolamendu-geruza



2. irudia. Animaliak larratzeari uzteak zorupeko tenperaturan eta ur-edukian duen eragina. A) Larratze-baldintzetan (lerro grisa), tenperatura altuagoa eta askoz aldakorragoa da esklusio-baldintzetan baino (lerro beltza). B) Isolamendu eskasak lurrunketa bidez ur asko galtzea eragiten du, larratze-sailetan; aldiz, lurra trinkotzeak eta landare-biomasa gutxiago izateak iragazketa eta transpirazio bidez ur gutxi galtzea eragiten du. Esklusio-sailetan, isolamendu handiak lurrunketaz ur gutxi galtzea eragiten du; bestalde, landare-biomasa gehiago izateak eta trinkotzerik ez izateak eragiten du ur gehiago galtzea transpirazio eta iragazketa bidez.



3. irudia. Animaliak larratzeari uzteak elikagaien zikloan duen eragina. Larratzeak landareen birsortzea eragiten du, eta landare-ehunak gazte eta digerigarri mantentzen dira; ehun gazte horiek gernu eta gorotzekin konbinatuta, kalitate altuko bazka ugari iristen zaie mikroorganismoiei. Gainera, tenperaturak ere mikroorganismoen aktibitateari mesede egiten dionez, lurzoruan elikagai-kantitate handia geratzen da landareentzat. Azkenik, zikloa ixten da herbiboroek elikagaiok landareetatik jaten dituztenean. Esklusio-baldintzetan ez da birsortzerik eragiten, eta bazka digerigaitzagoa iristen zaie mikroorganismoiei. Gainera, lurzoruko tenperaturak ez dio mikroorganismoen aktibitateari mesede egiten, eta, ondorioz, elikagai-kantitate txikia geratzen da landareentzat.

meheagoa izatean, ur gehiago galtzen da larratze-sailetan lurrunketa bidez. Bestalde, sailetan larratzen diren animaliek lurzorua trinkotzean, lurreko poroen tamaina txikitzen da, ura atxikitzeko gaitasun handiagoa lortzen du lurra eta ur gutxiago galtzen da iragazketa bidez. Era berean, esklusio-sailetan landare-biomasa gehiago mantentzen denez, landarediak gehiago transpiratzen du, eta ur gehiago galtzen da atmosferara. Erlazio konplexu horiek eragiten dute ur-eduki altuagoa mantentzea larratze-sailetan eguzki-irradiazioa baxua denean (giro lainotsuarekin), lurrunketa baxua izaten baita. Aldiz, ondorioak kontrakoak dira eguzki-irradiazioa altua denean (giro eguzkitsuarekin), ur asko galtzen baita lurrunketaz larratze-sailetan. Edonola ere, larre atlantikoak oso euritsuak dira eta ur-eskasia ez da arazo larria izaten larrearen funtzionamen-

durako. Horrez guztiaz gainera, kontuan izan behar da belarraren kalitatea altuagoa izaten dela larratze-sailetan.

Aldaketok ondorioak dituzte elikagaien zikloan (3. irudia). Larratze-sailetako tenperatura altuagoa bazka-kalitate hoberekin konbinatuta, landare-hondakinak azkarrago deskonposatzen dituzte lurzoruko mikroorganismoek. Hortaz, elikagaiak aske geratzen dira lurzoruan, landareek berriz ere xurgatu ahal izateko; azkenik, herbiboroek eskuratzen dituzte berriro elikagaiak, belarra jaten dutenean. Horrela ixten da zikloa. Tenperatura gorabeheratsua izateak ere deskonposaketa-prozesua bizkortzen du, eta mesede egiten dio ziklo horri. Puzletik herbiboroak kentzen baditugu, ordea, tenperatura baxuagoa eta egonkorragoa bihurtzen da. Gaine-

ra, larrearen birsortzea ez da sustatzen, eta bazka digerigaitzago bihurtzen da pixkanaka. Horien konbinazioak lurzoruko mikroorganismoen jarduera jaisten du, eta elikagaiak lurzoruan pilatzen hasten dira landareentzat eskuragaitzak diren egitura konplexutan. Horren ondorioa da elikagaien zikloa moteltzen dela eta kalte egiten diola larrearen funtzionamenduari.

Larratzea eta biodibertsitatea

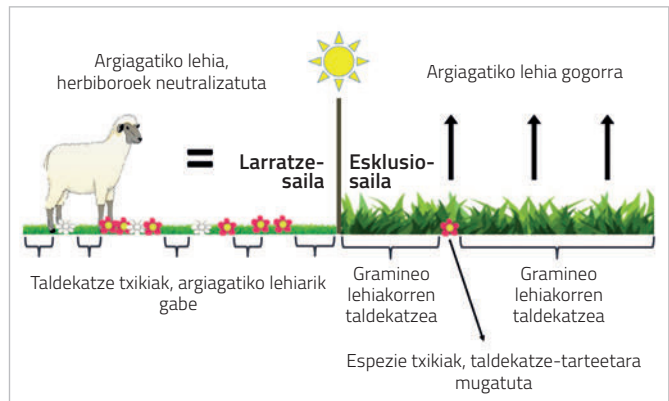
Larratzearen eredu orokorrak dio Aralarkoen moduko larre emankorretan dibertsitatea baxua izaten dela larratze-intentsitate baxuetan, altuena intentsitate ertainetan eta berriz ere jaisten dela intentsitate altuetan [8]. Herbibororik gabe, landareek ez dute gorantz hazteko mugarik, eta argiagatikoa lehia oso gogorra izaten da. Ondorioz, oso lehiakorrek diren espezie gutxi batzuk gainerakoak baztertzen dituzte apurka, eta dibertsitateak behera egiten du. Intentsitatea oso altua denean, aldiz, luraren degradazioa gertatzen da eta higadura-arazoak sortzen dira. Kasu horretan ere, baldintza gogor horietara moldatutako espezieek soilik bizirauten dute, eta dibertsitatea galtzen da. Intentsitate ertainetan lortzen dira dibertsitate altuenak: bate-tik, argiagatikoa lehia leuntzen delako eta, bestetik, asaldura-maila ertainetara egokituta daudelako espezie gehienak.

Goian aipaturiko hipotesia Aralarko larreetan testatzeko, larrearen espezie-konposizioa deskribatu zen oso eskala lokalean (20 m x 20 m-ko azaleran), bai animaliak larratu diren sailetan, baita larratu ez direnetan ere. Eskala txiki horretan egin ziren laginketak, eskala lokalean gertatzen baitira landareen arteko elkarrekintzak. Ikusi zen herbibororik egon ez zen sailetan gramineo gutxi batzuek —altuera handia hartzeko gai direnek— taldekatze handiak sortzen dituztela, eta espezie txikiagoak baztertzen dituztela apurka. Espezie txiki horientzat ezinezkoa da gramineoek osatzen dituzten multzoetan sartzea, argiagatikoa lehia oso gogorra baita. Espezie horiek taldekatze gero eta handiagoen tarteko espazioetara mugatuta geratzen dira halabeharrez, desagertzen diren arte. Horrela, dibertsitateak behera egin du, herbibororik egon ez den sailetan: larratze-partzeletan, 29-37 espezie zenbatu dira, eta eskusio-partzeletan, berriz, 19-28 espezie, 13 urteko eskusioaren ondoren (4. irudia).

Kudeaketarako gogoetak

Tesi honetan ikusi da abeltzaintza tradizionala modu jasangarrian kudeatzea funtsezkoa dela mendi-larrean kontserbaziorako. Larreen funtzionamendua eta dibertsitatea milaka urtez garatutako oreka batean mantentzen da herbiboroen presentzian, aldiz, aldaketa sakonak jartzen dira martxan, baldintzak aldatu eta gutxira.

4. irudia. Animaliak larratzeari uzteak landare-dibertsitatean duen eragina. Larratzeak espezieen altuerak berdintzen ditu, eta argiagatikoa lehia neutralizatzen du; horrela, gramineo lehiakorrek taldekatze handiak sortzea eta espezie txikiak lehiatz baztertzea ekiditen da. Eskusio-sailetan, gorantz hazteko mugarik gabe, gramineo lehiakorrek taldekatze handiak sortzen dituzte, eta espezie txikiak taldekatze horien tartetara mugatzen dira, apurka desagertzen diren arte.





5. irudia. Herbehereetako Oostvaardersplassen naturagunea. Zuhazti-larreen mosaikoa berreskuratu dute, herbiboro-komunitate basatia berrezarrita. ARG.: EM Kintzel, I Van Stokkum.

Azkenik, badira landa-eremuak husteari erantzuteko bestelako ideia interesgarriak munduan. Esaterako, Herbehereetako Oostvaardersplassen naturagunean egindakoa: erreserba izendatu aurretik, naturagunea sahasen mintegi bat zen, eta mintegiaren jarduera utzitakoan, ohartu ziren ehunka sahas-kimu zetozela metro karratuko. Baso itxiaren etorrerak hegazti urtarren habitata desagerraraziko zuela ohartuta, herbiboro-komunitate basatia berrezarri zuen parkeko administrazioak, eta naturalki zuhazti-larreen paisaia-mosaikoa sortzea lortu dute, urte gutxiren buruan (5. irudia).

Irudika al ditzakezu bisontek Euskal Herriko mendietan bazkatzen? ●

Bibliografia

[1] Tallis, J.H. 1991. *Plant Community History: Long-Term Changes in Plant Distribution and Diversity*. London. Chapman & Hall.

[2] Hejzman, M., Hejzmanová, P., Pavlu, V., Benes, J. 2013. Origin and history of grasslands in Central Europe – a review. *Animal Production Science* 41: 1231-1250.

[3] Vera, F.W. 2000. *Grazing Ecology and Forest History*. CABI, Wallingford, UK.

[4] Bignal, E.M., McCracken, D.I. 1996. Low intensity farming systems in the conservation of the countryside. *Journal of Applied Ecology* 33: 413-424.

[5] Ruiz, R., Díez-Unquera, B., Beltrán de Heredia, I., Mandaluniz, N., Arranz, J., Ugarte, E. 2009. The challenge of sustainability for local breeds and traditional systems: dairy sheep in the Basque Country. *Proc. of the 60th Annual Meeting of the EAAP, TN WAP*. Bartzelona.

[6] Bardgett, R.D., Wardle, D.A. 2003. Herbivore mediated linkages between aboveground and belowground communities. *Ecology* 84: 2258-2268.

[7] Schrama M., Veen, G.F.C., Bakker, E.S.L., Ruifrok, J.L., Bakker, J.P., Olf, H. 2013. An integrated perspective to explain nitrogen mineralization in grazed ecosystems. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 15: 32-44.

[8] Milchunas, D.G., Sala, O.E., Lauenroth, W.K. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist* 132: 87-106.

BAT 107

EUSKALZALETASUNAREN AKTIBAZIOA (II)

Idurre Eskisabel > Euskaraz bizitzeko diskurtsoak eta bizipenak.

Eneko Gorri > Erdaldunak aktibatzen diskurtsoak. Mintzalasai eta BAM!
maila diskurtsiboan.

Iñaki Arruti Landa > Ahobizi, belarriprest eta hizkuntzaren armairutik
elkarrekin ateratzeko esperientzia bat.

Arrate Illaro Etxebarria eta Iker Martínez de Lagos Menique > Euskaraldia,
ohiturak idatzeko aktibazio ariketa.

**Zesar Martínez García, Amaia Balda Etxarte eta
Imanol Larrea Mendizabal** > Tokian tokiko
hizkuntza aktibazioa:hainbat gako.

Pello Jauregi, Pablo Suberbiola >
Eusle metodologia: gaztelanian
finkatutako hizkuntza-ohituretatik
euskarazkoetara lan-munduan.

GUREAN ATALA

**Eneritz Albizu Lizaso eta
Goizane Arana Arexolaleiba** > Bermeo eta
Ondarroa, Hizkuntzaren garapenean eragiten
duten faktoreak.



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



ALBISTEA

Erleentzat arriskutsuak diren hiru intsektizida debekatu dituzte

Europar Batasunak hiru intsektizida neonikotinoideren erabilera debekatzea erabaki du. 2018ko otsailean *Nature* aldizkarian argitaratutako ikerketa baten arabera, pestizidez tratatutako sorotetan, lore-hautsaren bidez, neonikotinoide-maila arriskutsuak jasotzen dituzte erleek eta bestelako polinizatzaileek. Paralisisa eta heriotza eragiten diete, eta erleen populazioak arriskuan jar ditzaketela ondorioztatu dute (...).



EKINEAN

“Emakume izanda ikerketan aritzeak, eta, gainera, arlo zientifiko-teknologikoan, motibatu egiten nau”

Nerea López Salas ingeniaria, irakaslea eta ikertzailea da. Beste ezer esan ezean, batek pentsa lezake ingeniaritza-alorrean dabilela ikertzen, baina ez, hezkuntzan dabil. Azaldu duenez, Ingeniaritza ikasi zuen, eta, jarraian, Bigarren Hezkuntzako irakasle izateko masterra egin zuen. Mondragón Unibertsitatean irakaslanetan hasi, eta orduan sortu zitzaion hezkuntzan ikertzeko (...).



ALBISTEA

Leeuwenhoekeen mikroskopio iraultzaileen sekretua argitu dute

Anton van Leeuwenhoek inork sekula ikusi gabeko gauzak ikusten hasi zen, XVII. mendean, berak egindako mikroskopioei esker. Garaiko mikroskopioek 30eko handiagotzeak lortzen zituzten; Leeuwenhoekek, berriz, 200etik gorakoak lortu zituen. Lenteetan zegoen sekretua, gaur arte iraun duen sekretua. Leeuwenhoekeen jaioterrian, Delfteko Teknologia Unibertsitatean (Herbehereak), ikertzaile batzuek argitu berri dute nola egiten zituen lenteak (...).

Irailera 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 - Faxa: 943 36 31 44
aldizkaria.elhuyar.eus

Zuzendaria:

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

Publizitate-arduraduna:

Izaro Aizpuru (i.aizpuru@elhuyar.eus).

Hizkuntza-arduradunak:

Alaitz Imaz, Saroi Jauregi.

Erredakzio-taldea:

Aitziber Agirre, Egoitz Etxebeste,
Ana Galarraga.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Felipe Esteban Aizpuru, Alaitz Etxabide, Iraia Etxabide, Igor Leturia, David López, Manu Ortega, Iñaki Peña, Miguel Querejeta.

Azaleko argazkia:

David López Encinas

Jatorrizko diseinua:

Eragin.com

Diseinua eta maketa:

Virginia Larrarte.

Harpidetzak:

Lurdes Ansa (harpidetza@elhuyar.eus).

Inprimatzailea:

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

Banatzaileak:

Distipress (Araba eta Nafarroa); Badiolan (Gipuzkoa); Simó (Bizkaia); Elkar.

Paperean eta edizio digitala:

- Urtean 4 zenbaki (martxo, ekaina, iraila eta abendua).
- Euskal Herria eta Espainia: 16 €.
- Beste herrialdeak: 28 €.

Ale digitala: 3,50 € (www.elhuyar.eus).

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2530-9366

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

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

KULTURA ETA HIZKUNTZA
POLITIKA SAILA
DEPARTAMENTO DE CULTURA
Y POLÍTICA LINGÜÍSTICA

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



Gipuzkoako
Foru Aldundia

LAGUN ARO Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.; EIKA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.; MAIER Koop. Elk.; Tajo Group.

"ELS CARRERS SERAN SEMPRE NOSTRES"

kamisetak ARGIA n salgai

Kamiseta hau erosita, 2 euroko ekarpena egingo diozu Kataluniako La Directa herri hedabideari, eta 2 euroko ekarpena ARGIAri, Kataluniako independentzia prozesua epe ertainera ere zorrotz jarraitu ahal izan dezan.



**Informaziorik gabe ez dagoelako demokraziarik,
kazetaritzan ere sustatu independentzia!**

ESKAERAK

www.argia.eus/azoka | azoka@argia.eus | ☎ 943 371 545

Gozatu

elhuyar

aldizkari berritua

Zientzia eta teknologiaren arloan gertatzen den guztia, eskura: gaurkotasuna, iritzia, analisia, istorioak, irudiak, hemengo ikerketa...



Hiru hilez behin jasoko duzu etxean, eta, noiznahi, eduki gehiago izango duzu webgunean

Harpidetu zaitez edo oparitu ezazu harpidetza, hemen:
<https://aldizkaria.elhuyar.eus/harpidetza>