

elhuyar

337 zk. | 2020ko martxoa

5'90 euro

Garraio
elektrikoa

Makinak
norberaren ahotsaz
hitz egin dezan

Itsasoari begira



Ikertzaile gazteen Euskal Herriko zientzia-azoka

MAIATZAREN

2019-2020

9an
larunbata

**Bilboko Plaza Barrian,
12:00etatik aurrera!**

zientzia-azoka.elhuyar.eus

**SARTU
ZURE
AGENDAN!**

**bizi
ikerketa!**

ANTOLATZAILEA

elhuyar
ezagutuz aldatzea

BABESLEAK



KOLABORATZAILEAK



Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute
Elhuyar aldizkariaren zuzendaria



Itsasoa zaintzea helburu

Gero eta gehiago dira itsasoaren egoera larriaz ohartarazten duten ahotsak: aurrekaririk gabeko egoera itzulezin baterantz doala adierazi du IPCC Klima Aldaketari Buruzko Gobernu Arteko Taldeak; ozeanoen osasunaren erabateko gainbehera saihesteko denborarik gabe geratzen ari garela, berriz, UNESCOk. Zabortegi gisa erabili dugu itsasoa, eta haren baliabideak neurrigabe ustiatu, ondorioak ondo neurtu gabe.

Orain, itsasoa hizketan ari zaigu: azidifikazio, plastifikazio, beroketa eta kutsaduraren ondorioak bizitzen ari da, larriki. Testuinguru horretan izendatu du UNESCOk Itsas Zientzien Hamarkada 2021-2030ekoa, itsas ikerketa ikusten baitu ozeanoen egoera aldatzeko tresna nagusi gisa. Itsasoko lau ikertzaileekin hausnartu dugu hamarkada honetarako gakoak zein izango diren.

Bestalde, ahotsa galdu dutenak ere ekarri ditugu gogora aldizkarian. Komunikatzeko zailtasunak dituzten lagunek argia ikusi zuten ahots-sintetizadoreak arruntak bihurtu zirenean, eta mugikorretan instalatzeraino iritsi dira. Baina ez da erraza ahots robotiko eta inperzonal batekin nor bere burua identifikatzea: batzuetan, hurrek heldu-ahotsa erabili behar izaten dute, emakumeek gizon-ahotsa, edo hizkuntza gutxituetako hiztunek berea ez den beste hizkuntza bat. Ahotsa dohaintzan emateko kanpaina abiatu zuen EHUKo Aholab ikerketa-taldeak, ahots-banku bat sortzeko, eta ahotsak aukeran izan ditzaten ahotsik gabekoek. Oihartzun handia izan du proiektuak, batez ere Gabonetan, eta atzean dauden teknologia eta ikerketa erakutsi nahi izan dizkiegu.

Bestetik, aurtun, hainbat gai zientifiko eta teknologikoren inguruko hausnarketa-saio irekiak antolatu ditu Elhuyarrek, San Telmo museoan. Adituen hitzaldi hutsak izan beharrean, denon artean hausnartzea dute helburu: zientzialariek eta herri-tarrek elkarrekin sortzea. Oraingoan, garraio elektrikoaren inguruko saioa ekarri dugu aldizkarira. Galdera asko sortu ziren, eta haiei erantzuten saiatu dira saioan parte hartu zuten hiru adituak. Hurrengo zenbakietan ere izango dute tartea saioek, aberasgarriak direlakoan. ●

36

ELKARRIZKETA

Eneko Axpe Iza

NASAKO FISIKARIA



Agian mende bat behar-ko da, baina Axpe ziur da Marten plataforma egonkor bat jartzen amaituko dugula. NASAKo Artemis programan ari da lanean, gizakiak Martera bidaltzeko helburuz. "Marte da Unibertsoko planeta bakarra robotek bakarrik habitatzen dutena. Oraingoz".



Makinak norberaren ahotsaz hitz egin dezan

54

Ahots sintetetikoko sistemak oso mugatuak dira: emakumeek gizon-ahotsa erabili behar dute; hizkuntza gutxietako hiztunek, hizkuntza hegemonikoa... Norberaren ahotsaren bidez komunikatu ahal izatea da Aholaben xedea.

44



Itsasoari begira

Ozeanoan daude gizateriaren erronka zientifikorik handienak; ahalmen ikaragarria duelako, eta haren osasunaren erabateko gainbehera saihesteko denborarik gabe geratzen ari garelako, UNESCOren arabera. Itsas Zientzien Hamarkada izendatu dute 2021-2030ekoa. Baina, zein dira hamarkadako erronka nagusiak?

04 IKUSMIRAN
*Mikroskopioaren
argitan*

14 ALBISTEAK

26 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
*Arantza Etxeberria
Agiriano*

28 ANALISIA
Garraio elektrikoa

36 ELKARRIZKETA
Eneko Axpe Iza

44 ERREPORTAJEA
Itsasoari begira

52 ERREPORTAJEA
*Giza kanten
unibertsaltasunaz*

54 ERREPORTAJEA
*Makinak norberaren
ahotsaz hitz egin dezan*

58 ERREPORTAJEA
*Haragia jatearen
eta klimaren arteko
erlazioa aztergai*

62 MUNDU DIGITALA
*Sareko publizitatearen
eromena*

66 ISTORIOAK
*Eunice Foote,
aitzindari
laborategian eta
feminismoan*

70 EKINEAN
*Izar Agirresarobe
Pineda*

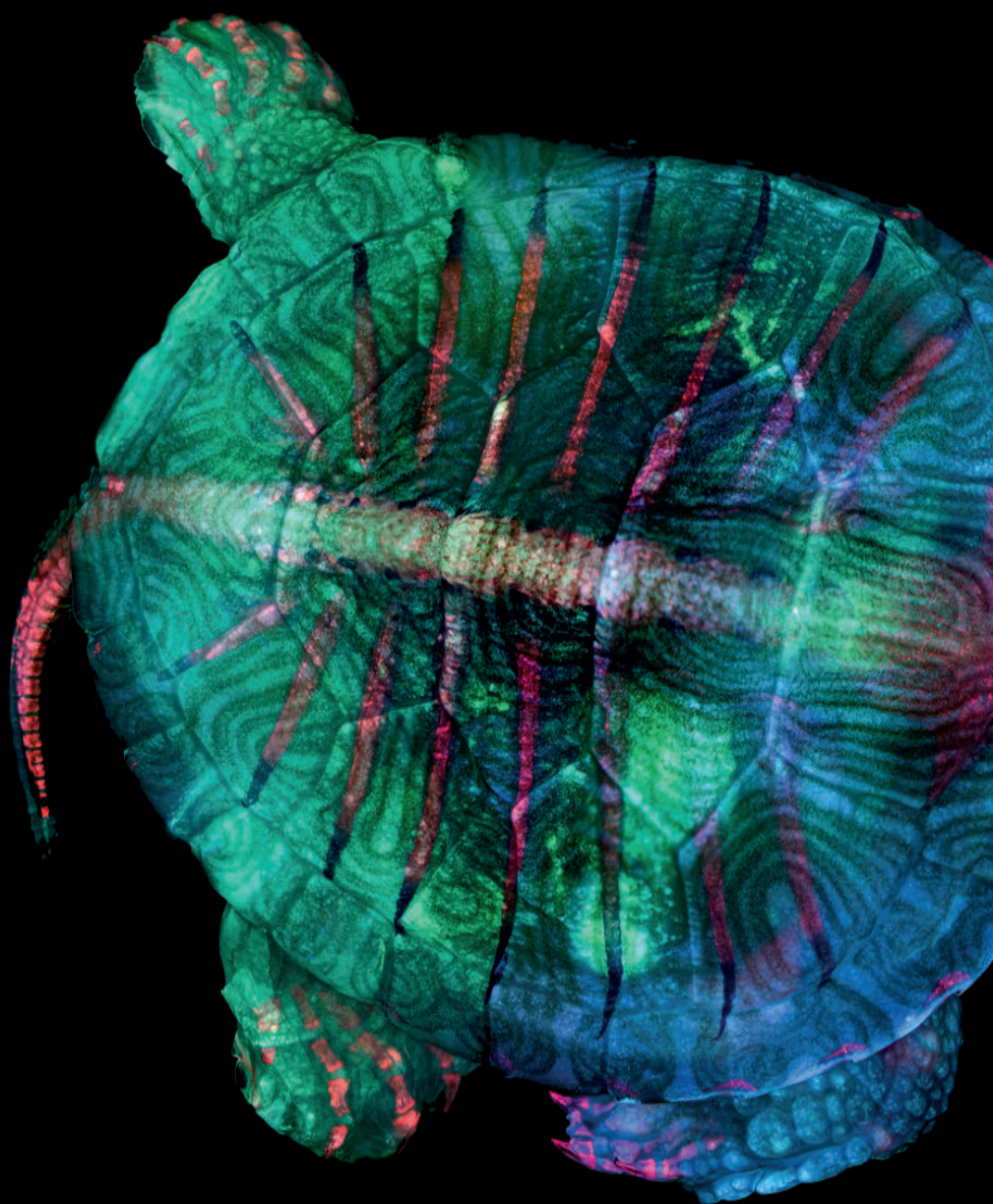
72 GAI LIBREAN
*Proteinak birziklatzea,
osasuntsu egoteko
giltza*

78 GAI LIBREAN
*Titanioa, baterien
barneko kuxin
egonkortzailea*

82 GAI LIBREAN
Jakin-minaren indarra



Eduki gehiago, webgunean
aldizkaria.elhuyar.eus



Mikroskopiaoren argitan

Nikon Small World 2019

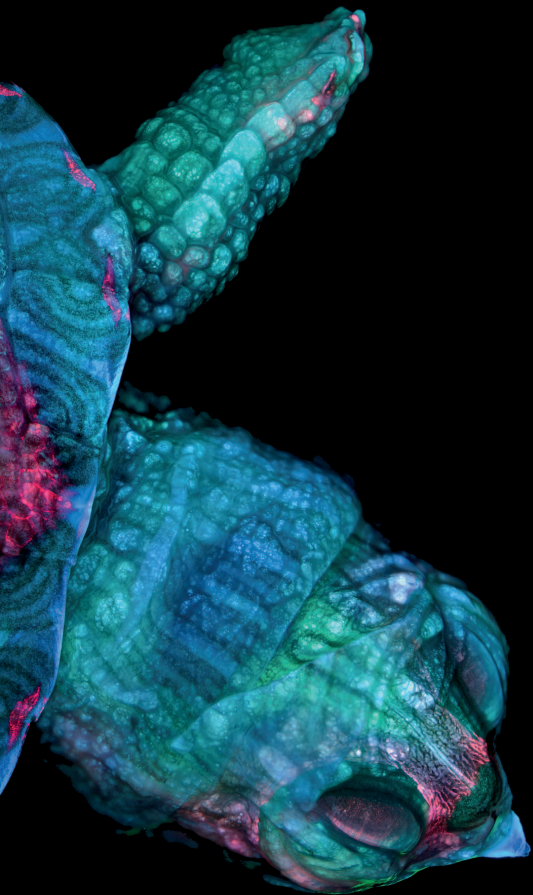
"Mikroskopiari esker, izaki txikienetara eta gure mundua osatzen duten osagaietara hurbildu gaitzke, eta bestela oharkabea pasatzen diren bizitzako gauza txikiei beha diezaiekegu", dio Teresa Kugler graduatu berriak. "Mikroskopia bidez ikusten ditugun irudi ederrek inspiratu egiten gaituzte", eranstean du Teresa Zgoda mikroskopia-tekniariak.

Inspirazio hori lagun, eta pazientzia, zehaztasuna eta eskarmentua oinarri, sortu zuten dortoka-enbrioi baten irudi hau. Mikroskopia estereoskopikoa eta fluoreszentzia erabili zituzten, eta dortoka-enbrioiaren tamaina (zentimetro pare bat) zailtasun bat izan zen, zati oso txiki bat gelditzen zelako plano fokalean. Horregatik, ehunka irudi josiz osatu zuten azken irudi koloretsua.

[Nikon Small World](#) lehiaketaren 2019ko edizioa irabazlea izan da irudi hau. Lehiaketara aurkeztu diren irudietatik beste hainbat ere nabarmendu zituen epaimahaiak, eta haietako batzuk dituzue jarraian.

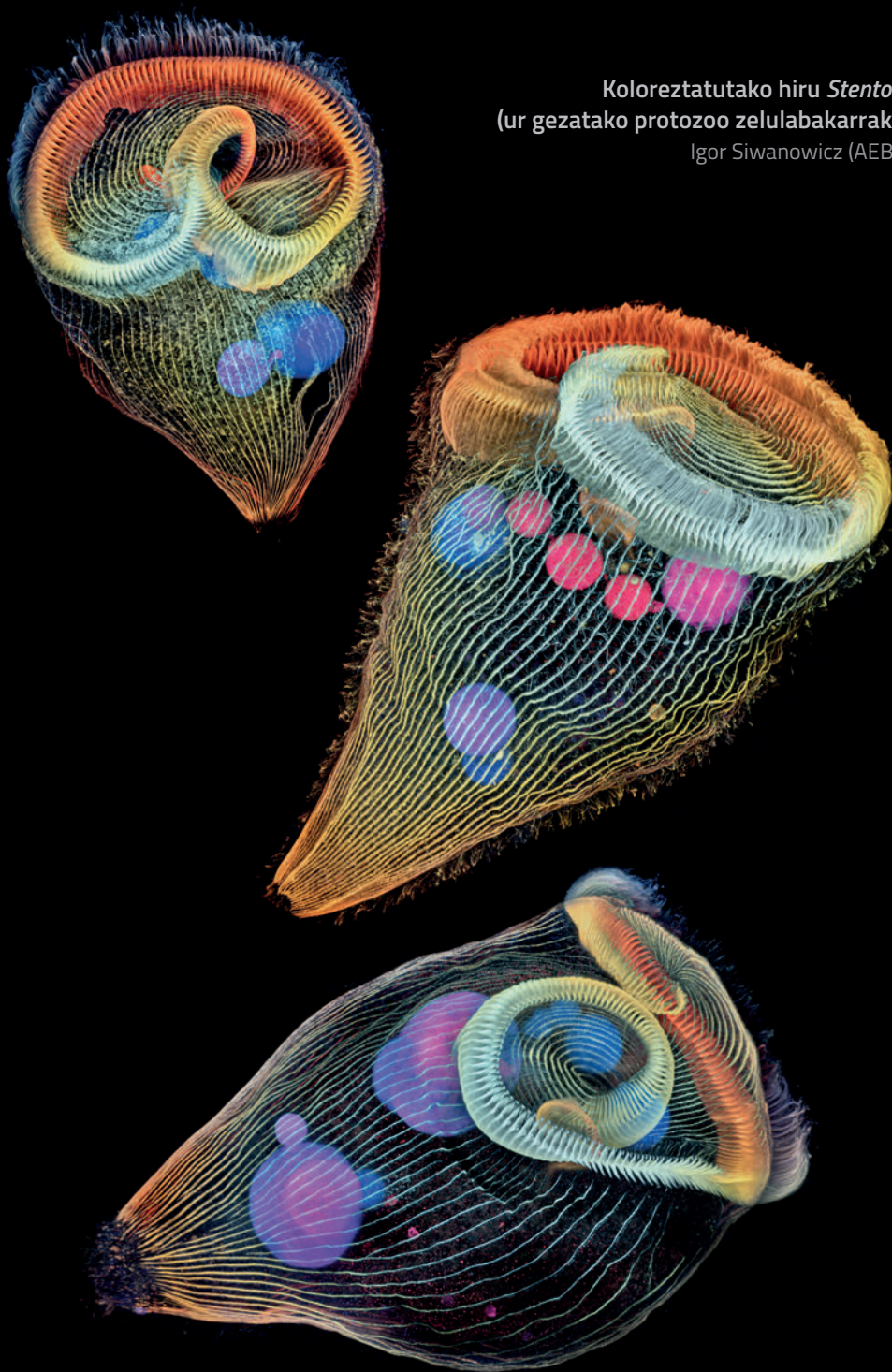
Dortoka-enbrioi fluoreszentea

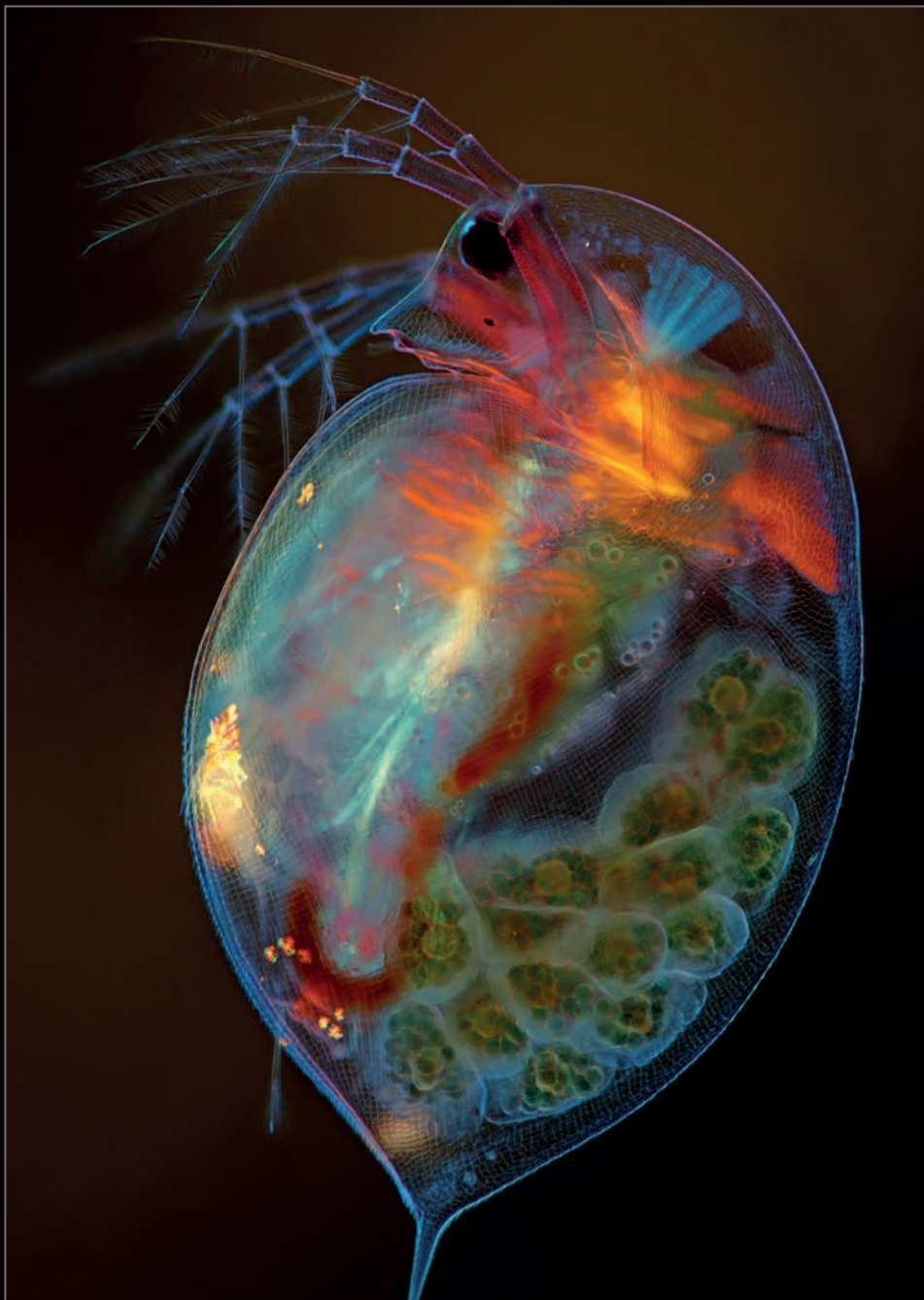
Teresa Zgoda eta Teresa Kugler (AEB)



Koloreztatutako hiru *Stentor*
(ur gezatako protozoo zelulabakarrak)

Igor Siwanowicz (AEB)

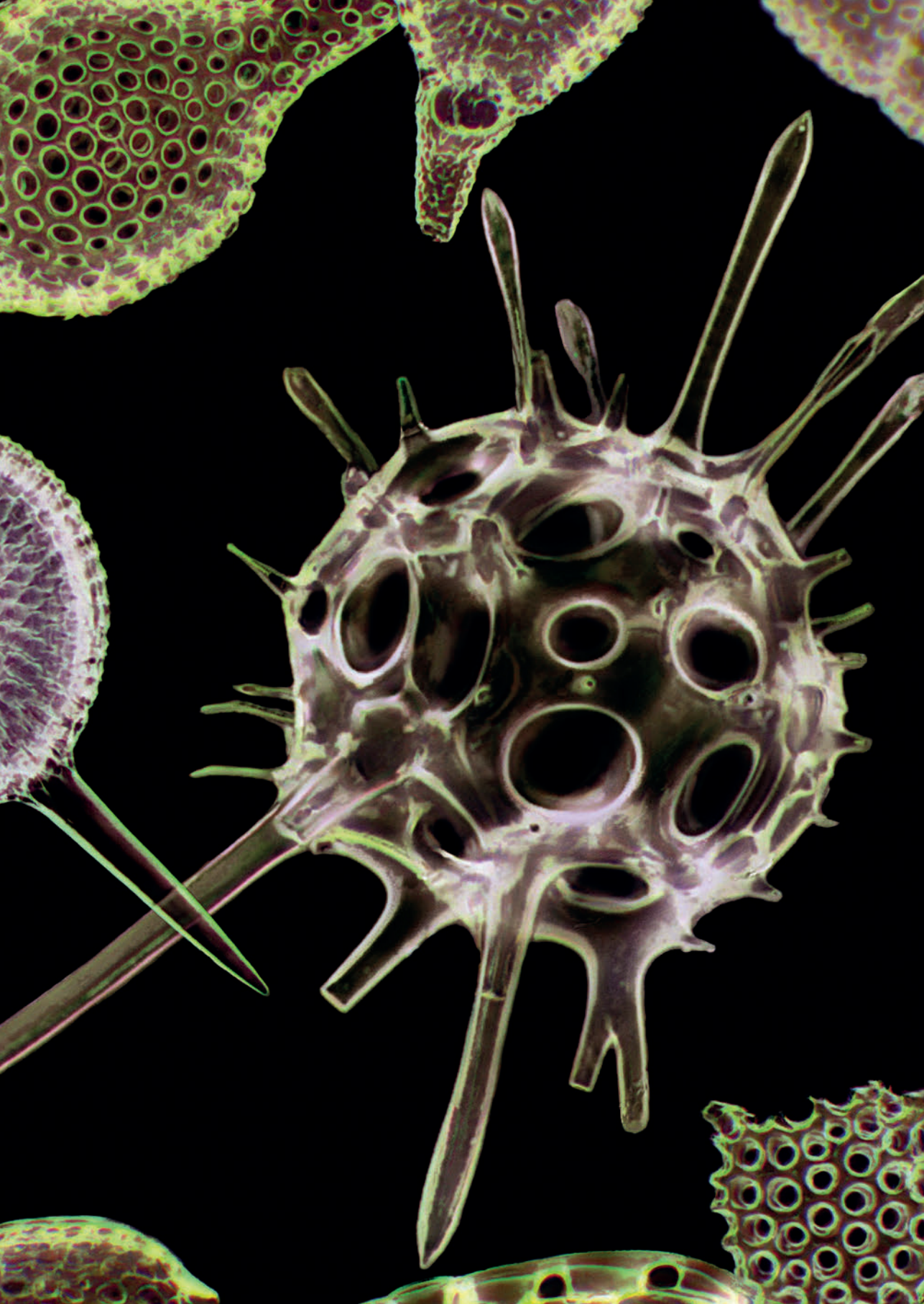


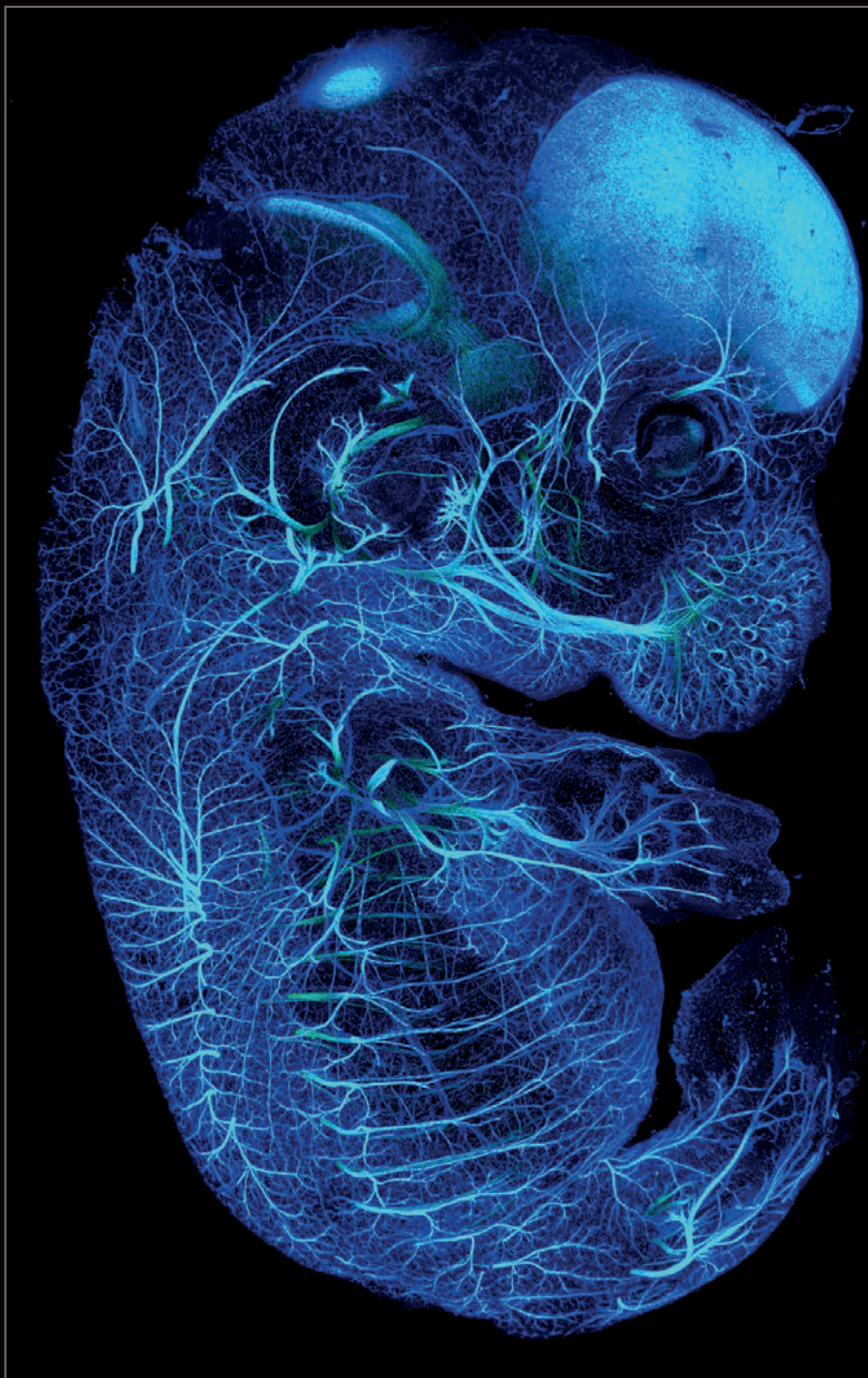


Ur-arkakuso bat (*Daphnia magna*), umedun
Marek Miś (Polonia)



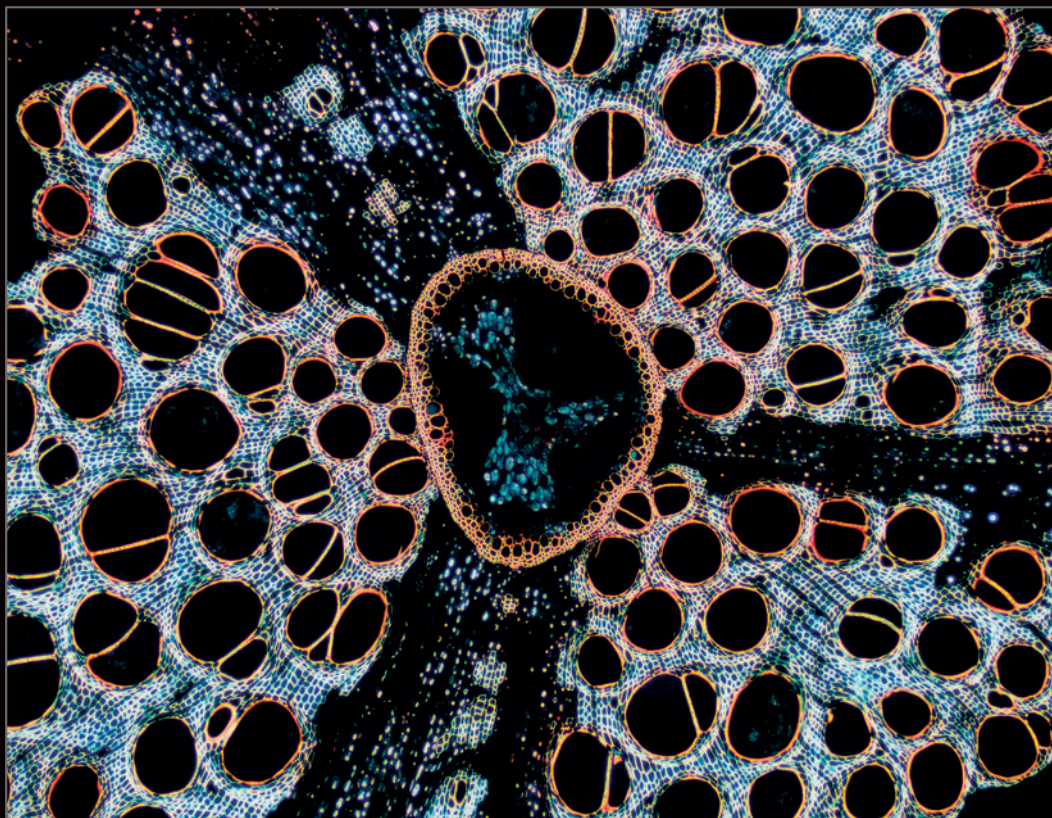
Erradiolario-eskeleto
beirakarak
Frank Reiser (AEB)

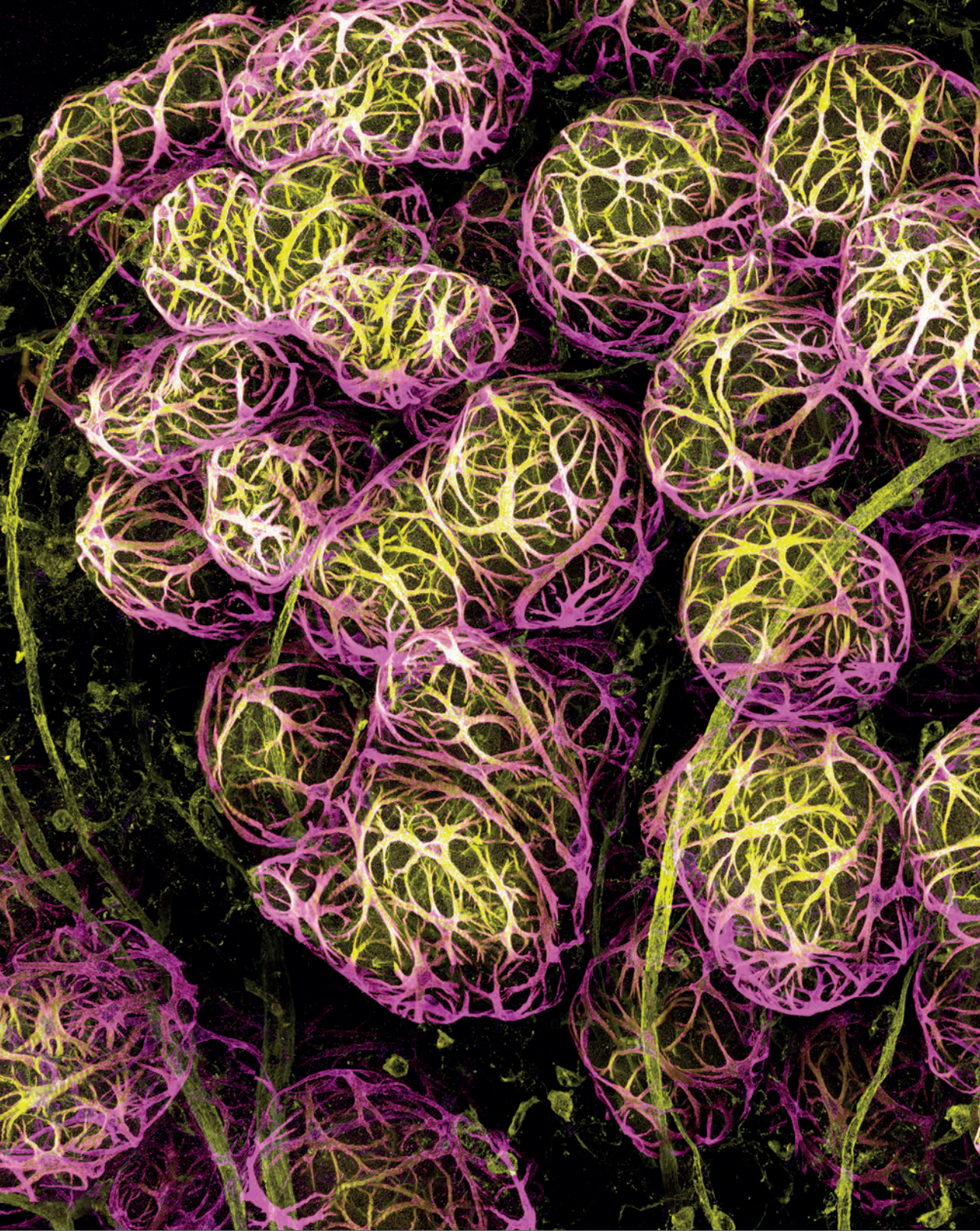




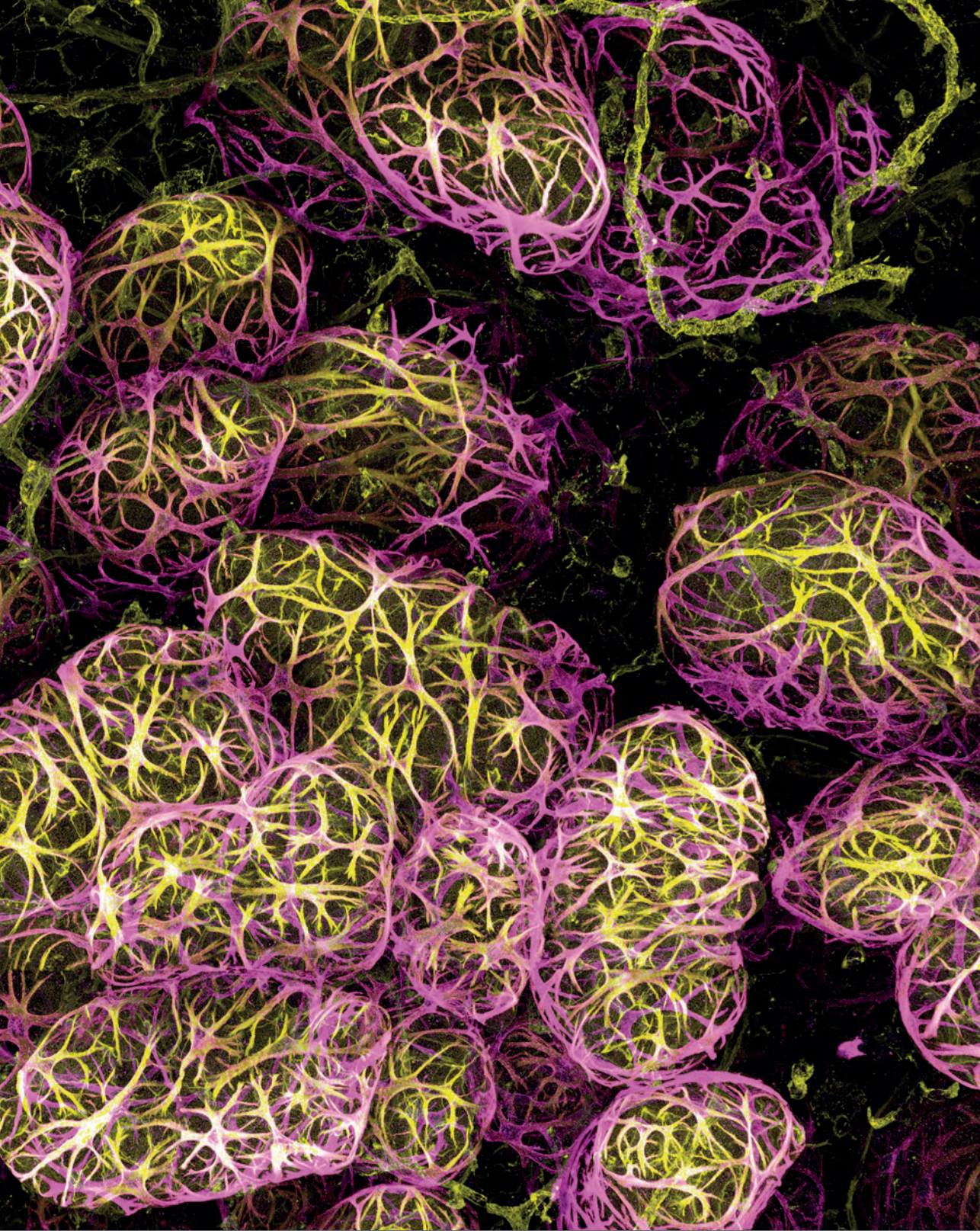
Hamahiru eguneko sagu-enbrioi bat gardendua, nerbioak (urdin argiz) eta endotelio-zelulak (adibidez, odol-hodiak; urdin ilunez) errazago ikusteko.
Nathan Burns (AEB)

Ipomoea cairica landare igokariaren
zurtoinaren zeharkako ebakidura
Edgar Javier Rincón (Kolonbia)





Sagu-bularrean esnea sortzen duten albeoloak inguratzen dituzten zelula mioepitelialak
Caleb Dawson (Australia)



Neandertalen arrasto genetikoak aurkitu dituzte afrikarretan

Orain arte kontrakoa uste bazen ere, afrikarrek ere badituzte neandertalen geneen arrastoak, nahiz eta neandertalak ez ziren inoiz lurralde afrikarreetan bizi izan, [Cell/aldizkarian argitaratutako ikerketa berri baten arabera](#). Orain arteko estimazioek zioten Europa, Asia eta Amerikako egungo gizakiek neandertalean geneen % 2 dituztela, baina afrikarrek ez dutela haien inolako arrastorik. Princetongo Unibertsitateko ikertzaileek, ordea, metodo estatistikoki berri bat erabilita argitu dute % 0,3ko arrasto neandertalak dituztela, eta, ondorioz, guztiok ditugula neandertalen geneak.



ARG.: Matilda Luk/Princeton University Office of Communications

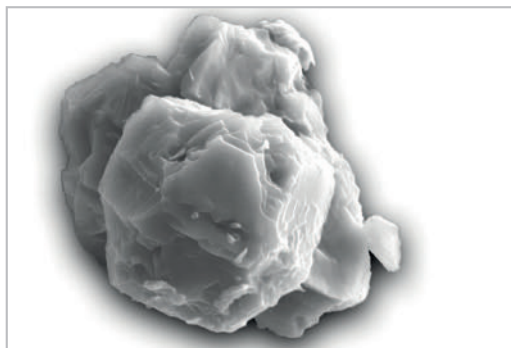
Zientzialariek uste dute hibridazio afrikar hori guxtienez duela 100.000 urte inguru gertatu zela, alegia, gure espeziea Europa eta Asiara zabaltzeko eta lurralde hura kolonizatu zuen irteera handiaren aurretik (*Out of Africa*). Beraz, neandertalen herentzia genetikoaren ikuspegiaz gain, gure espeziearen mugimenduen ikuspegia ere alda dezake ikerketa berriak, eta giza migrazioen historia erabat adarkatua eta konplexua dela berresten du. ●

Inoizko materialik zaharrena aurkitu dute meteorito batean

Lurrean inoiz topatu den materialik zaharrena aurkitu dute, duela 50 urte Australian eroritako meteorito batean. Silizio karburozko 40 pikor dira, mikra gutxiko tamaina dute, eta eguzki-sistema sortu baino lehenagokoak dira.

Silizio karburozko pikor horiek izarren hautsa dira, izar bat suntsitu ondoren meteorito batean harrapaturik gelditu zirenak, milaka milioika urtez, 1969an Australian erori arte. Murchison izena eman zitzaion meteorito hartatik, 100 kilo material jaso ziren, eta material horretan aurkitu dituzte orain 40 pikor horiek.

Izpi kosmikoek nola eragin dieten aztertuta, kalkulatu dute gehienek 3.600 eta 3.900 milioi urte artean dituztela, eta gutxi batzuek 5.500 milioi urte arteraino (Eguzkiak 4.600 milioi urte ditu, eta Lurra 4.500 milioi). Horrez gain, ikertzaileek iradoki dute material hori izarren sorkuntza bereziki oparoa izan zen garai batean sortu zela seguruenik, duela 7.000 milioi urte inguru. ●



Silizio karburozko pikor bat, 8 mikrometro inguru dituenak. ARG.: Janaína N. Ávila.

Gure planeta zianobakterioei esker oxigenatu zen



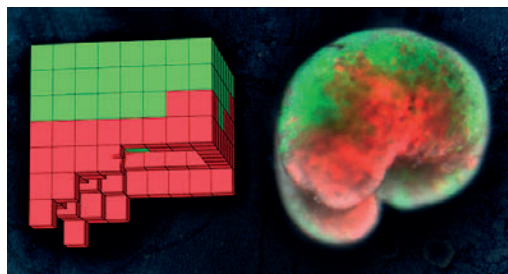
ARG.: Wikipedia

Planetaren oxigenazioa gakoa izan zen ezagutzen dugun bizia gera zedin Lurrean. Ezinbestekoa izan zen animaliak sor zitezen, esaterako. Baina ez dago argi nola gertatu zen oxigenazio-prozesua bera. [Science aldizkariak argitaratu duen eredu matematiko batek](#) dienez, planetaren oxigenazio-prozesu konplexu hark zianobakterio fotosintetiko sinpleak besterik ez zuen behar izan. Ez zen inongo iraultza tektoniko zein biologikoren beharrik izan, orain arte iradoki izan den bezala.

Erregistro geologikoak erakusten duenez, Lurraren oxigenazio-prozesua, lineala izan beharrean, hiru urrats nagusitan gauzatu zen. Gainera, bat egin zuten biziaren forma konplexuagoen garapenarekin: lehenengo urratsean, lehenengo eukariotoak sortu ziren; bigarren urrats batean, lehenengo animaliak azaldu ziren; eta, azken oxigenazio-urratsean, animaliak handitu eta dibertsifikatu ziren. Horrek eraman izan ditu zientzialariak ondorioztatzera bizi-forma garatuek ezinbesteko eragina izan zutela planetaren oxigenazio-prozesuan. Baina eredu berriak nahikoa izan du zianobakterio fotosintetikoaren garapena erregistro geologikoan ikusten den hiru urratseko patroia errepikatzeke. Hala, kolokan jarri ditu orain arteko hipotesi nagusiak. ●

Lehenengo robot biologikoak

Zelula amez osatuta daude, baina adimen artifizialaz diseinatu dituzte. Halakoak dira sortu dituzten lehenengo robot guztiz biologikoak, [PNAS aldizkarian argitaratu dutenez](#). 1 mm eskasekoak dira, giza gorputzean bidaiatu ahal izateko. Makina biologikoak izanik, ohiko robotak baino eraginkorragoak dira giza gorputzaren barruan lanak egiteko: gorputzean botikak garraiatu eta modu adimentsuan entregatzeko balio lezaketek, arterietako plakak kentzeko, edota kaltetutako ehunak bere onera ekartzeko.



Ezkerretan, adimen artifizialaz diseinatutako organismoaren plano anatomikoa. Eskuinetan, horretan oinarritutako bizidun funtzionala. ARG.: Sam Kriegman, UVM.

Makina biologikoak sortzeko, *Xenopus laevis* igel afrikarraren enbrioietatik zelula amak hartu, eta inkubatzen jarri zituzten ikertzaileek. Birmoldatu egin zituzten, aurrez diseinatutako gorputz-forma izan zezaten, eta, hortik aurrera, azaleko zelulak beren kabuz elkartu ziren, egiturari azal babeslea sortuta. Gihar kardiakoari esker, mugitzeko gaitasuna eskuratu zuten.

Xenoroboten zelulek igelen DNA badute ere, ez dute igel-formarik hartu; haien anatomia ez da biologikoki lehenetsia dagoena, ikertzaileek moldatutakoa baizik. Beraz, forma biologikoak nahieran sortzeak, aurrerapen medikoa izateaz gain, bizidunen kode morfogenetikoa deszifratzen lagundu lezakeela adierazi dute ikertzaileek. ●

Espezieen bizi-itxaropena kalkulatzeko metodoa

Genoma aztertuta, gaurko zein desagertutako espezieen bizi-itxaropena kalkulatzeko metodo bat garatu dute. Hala, gizakion berezko bizi-itxaropena 38 urtekoa dela kalkulatu dute CSIRO Australiako ikerketa-zentroko ikertzaileek. Metodo horren arabera, neandertalek eta denisovarrek ere gizaki modernoaren antzeko bizi-luzera zuten: 37,8 urte.

Ikerketan, 252 espezieen genomak erabili dituzte, eta ikusi dute ezen, ornodunetan, 42 gene jakinen metilazioari erreparatuta, espeziearen bizi-itxaropena kalkula daitekeela. Adibideen artean, egungo espezieak zein desagertutakoak aipatu dituzte; besteak beste, mamut iletua (60 urte), elefante afrikarra (65) eta balea groenlandiarra (268).



ARG.: Artxibokoa.

Ikertzaileen esanean, espezieen bizi-itxaropena ezagutzea beharrezkoa da biodibertsitate-politika egokiak ezartzeko. Horregatik, espero dute garatu duten metodoa baliagarria izatea. [Scientific reports aldizkarian argitaratu dute ikerketa.](#) ●

Onddo-espezie berria Pagoetako Parke Naturalean



Pseudosclerococcum golindoi, Pagoetako Parke Naturalean aurkitutako onddo-espezie berria. Oso toki hezeetan bakarrik ikusi dute. ARG.: Aranzadi.

Aranzadi Zientzia Elkarteko mikologoek onddo-espezie berri bat aurkitu dute Aian. Altzolarats errekan, Agorregiko burniolan eta Mindi errekan inguruko baso mistoan bakarrik ikusi dute, usteldutako *Platanus hispanica* zuhaitzen enborrean.

Pseudosclerococcum golindoi izendatu dute onddo-espezie berria, Jose Luis Albizu Aranzadiko mikologo zaraiztarren omenez. Oso onddo txikia da; beltza eta dilista baten tamainakoa. Hildako egurrean bizi da, eroritako enborren azpialdean. *Sclerococcum* generoko espezieen antzekoa da, baina asku zilindrikoak azaltzen ditu, eta muturreko kas-kua ez da amiloidea izaten. Desberdintasunak kontuan hartuta, espezie berriaz gain, genero berria ere sortu behar izan dute Aranzadiko ikertzaileek. *Mycological Progress* aldizkarian argitaratu dute aurkikuntza. ●

9 milioi erizain eta emagin gehiago behar dira

Osasunaren Mundu Erakundeak (OME) Erizainen eta Emaginen Nazioarteko Urtea izendatu du 2020a. Haren hitzetan, zeregin erabakigarria dute osasungintzan erizainek eta emaginek, harreman zuzena eta eraginkorra baitute herritarrekin. Hortaz, 2030erako garapen jasangarriaren helburuak gauzatu eta osasun-estaldura unibertsala lortzeko, [munduan 9 milioi erizain gehiago behar direla jakinarazi du OMEk](#). Batetik, pazienteak zaintzeko baliabide gehiago izan ditzaten; bestetik, osasun-politikan parte hartu eta erantzukizun-postuetan ardurak har ditzaten.



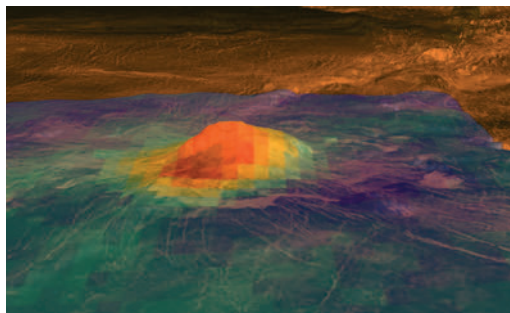
ARG.: Flickr.

2030rako garapen jasangarriko helburuen artean daude, besteak beste, familia-plangintzako zerbitzuetarako sarbide unibertsala ziurtatzea; bost urtetik beherako haurren heriotza-tasa % 2,5era murriztea; hiesaren, tuberkulosiaren eta malariaren epidemiak amaitzea; botika eta txerto seguruak denon eskura jartzea; substantzia adiktiboek gehiegizko erabilera saihesteko neurriak indartzea; eta nabarmen murriztea airearen, uraren eta luraren kutsaduraz gaixotutako eta hildakoen kopurua. Hala, OMEk dio erizainak XXI. mendeko osasun-erronken erdigunean jarri beharko liratekeela. ●

Litekeena da Artizarrean sumendi aktiboak egotea

1990ko hamarkadan, Artizarrak sumendi ugari dituela erakutsi zuten *Magallanes* zundaren radar bidezko irudiek, baina ez zekiten aktibo ote zeuden ala aspaldi itzalita, Marten gertatzen den bezala. Hamar urte geroago, *Venus Express* zundak erradiazio infragorritz egindako behaketek erakutsi zuten bazeudela jarduera bolkanikoa daukala esateko zantzuak. Eta, orain, frogatu dute laba-jario oso gazteak dituela.

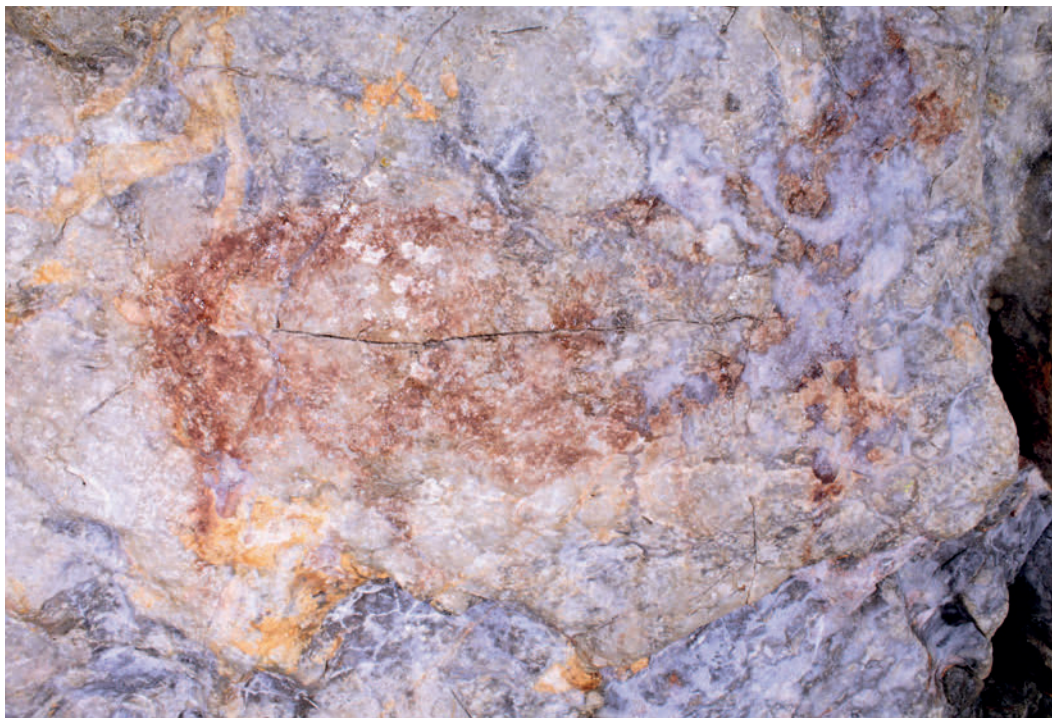
Ondorio horretara iristeko, Artizarreko atmosfera sortu zuten laborategian, eta planetaren azaleko mineralak denborarekin nola eraldatzen diren ikeritu dute. Horrela, ikusi dute olibinak (erupzioetan sortzen den mineral bat) azkar erreakzionatzen duela atmosferarekin, eta magnetitaz eta hematitaz estaltzen dela. Laborategiko aldaketak bat egiten du Artizarrean behatutakoarekin. Hortaz, ikerketek iradokitzen dutena egia balitz, eguzki-sisteman gaur egun jarduera bolkanikoa duen bigarren planeta izango litzateke. [Science Advances aldizkarian argitaratu dute ikerketa](#). ●



Artizarreko Imdr eremuko Idunn sumendiaren tontorra.

ARG.: ESA/NASA/JPL

Danbolinzuloko margoak, puzzlea osatzeko pieza esanguratsu



Danbolinzuloko margoetako bat. Nahiko egoera kaskarrean badaude ere, lagungarriak izan dira lehen zegoen hutsunea osatzeko. ARG.: Blanca Ochoa Fraile *et al.*

Danbolinzulo haitzuloan (Zestoa, Gipuzkoa) aurkitutako horma-irudiek informazio baliotsua eman dute Paleolitoko testuingurua ulertzeko. Besteak beste, bost ibex, bi zaldi eta giza itxurako figura bat identifikatu dituzte. Haiak aztertuta, ondorioztatu dute Magdaleniar aurrekoak direla (duela 20.000-30.000 urte), kantauriar-iberiar estilokoak, eta, beraz, Euskal Herrian ez dagoela lehen uste zuten bezainbesteko hutsunerik arte-mota horretan. Horrez gain, ikerketa lagungarria da ezagutzeko non egiten duten bat arte-tradizio kantauriar-iberiarrak eta frantziar-kontinentalak.

EHUko Geografia, Historiaurrea eta Arkeologia Saileko Blanca Ochoa Frailek gidatu du [iherketa](#), eta, azaldu duenez, urte luzez ez dute azaltzerik izan zergatik Euskal Herrian ez zeuden Magdaleniar aurreko horma-irudiak, Kantabrian eta Asturiasen hain ugariak izanik. Azken hamar urteotan egindako indusketek, ordea, erakutsi dute egon badaudela; hain zuzen, lehendik aurkitutako kobazuloen azterketa zorrotzei eta aurrerapen metodologikoei esker, Paleolitoko artelana duten 17 leku aurkitu dituzte.

Zientzia eta teknologia

Euskadi Irratiaren
sintonian
Guillermo Roaren
eskutik

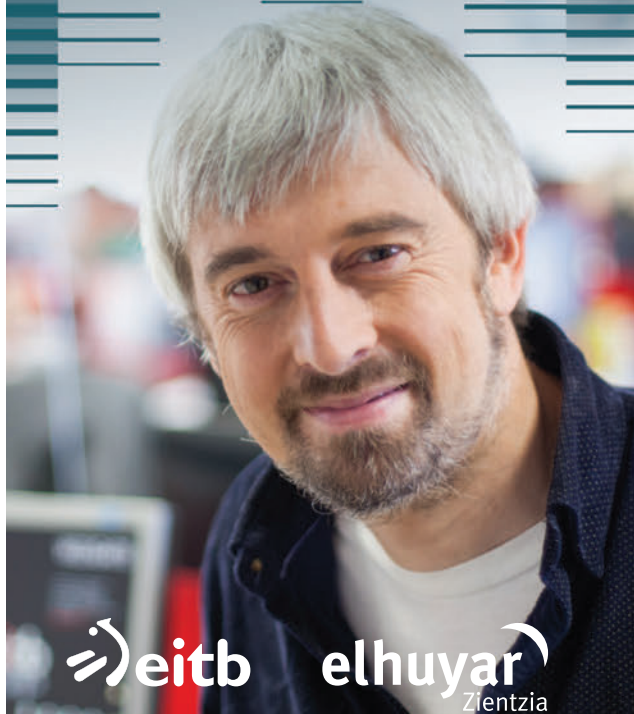
Horietako bat da Danbolinzulo. Antxieta espeleologia-taldeak aurkitu zuen 1980an, baina orduan ez ziren konturatu margoak zeudenik. 2014an, orde, haitzulora itzuli ziren, eta orduan ikusi zituzten. [EHUko M. Jose Iriarte Chiapussok eta Alvaro Arrizabalaga Valbuenak aztertu zituzten](#), eta 2015ean hasi ziren lanean Ochoa eta haren ikerketa-taldea.

Ezusteko aberastasuna

Aitortu duenez, ustekabeko aurkikuntza egin zuten: "Guk 7-8 irudi egongo zirela espero genuen, eta 30 unitate grafiko inguru topatu genituen". Dioenez, gehienak egoera kaskarrean daude, bereziki 3. panelekoak, kanpoko klimaren eta geologiaren eraginaren ondorioz. Baina ondo bereizten dira irudi batzuk, eta ez dago zalantzarik kantauriar-iberiar estilokoak direla. "Estilo horretako margoak dituen ekialdeen kokatutako kobazuloa da".

20.000-30.000 urte dituztela kalkulatu dute, baina, Ochoaren arabera, oraingoz ezin izan dute gehiago zehaztu. "Magdaleniar aldiko margoak, Pirinioetatik iparraldera ohikoak direnak, erraz [datatzen dira](#). Batetik, beltzak direlako, eta, beraz, pigmentua bera data daiteke, materia organikoz egina baita. Bestetik, arte higigarri gehiago dagoelako. Aldiz, margo gorriak datatzeko uranio-serieen teknika erabiltzen dugu, eta ez da hain zehatza. Horrez gain, ez dago hainbeste arte higigarri".

Edonola ere, ikerketa oso lagungarria izan da hobe-to ulertzeko Pirinioetatik iparralderako lurraldeen eta eremu kantauriarraren eta Iberiar penintsularen arteko lurretan (gaur egun Euskal Herria) orduko gizakiek zituzten ohiturak eta ingurunearekin zuten harremana. ●



 **eitb**

 **elhuyar**
Zientzia

OSTIRALETAN: 22:00etan

LARUNBATETAN: 15:00etan

Interneten: zientzia.eus/zientzia-irratia/

Garun-organoideak, haurren garuneko minbizia ikertzeko

Trentoko Unibertsitatean (Italia), garun-organoideak sortu dituzte haurren garuneko minbizia ikertzeko. Garunen antzeko miniaturazko ehunka organo sortu dituzte laborategian, zelula ametik abiatu eta hiru dimentsioko kultibo zelularrak eginda. Tumoreen *in vitro* eredu horiek meduloblastoma —haurren garun-minbizirik erasokorrena— ikertzeko erabili dituzte. Izan ere, meduloblastoma duten haurren % 70ek bakarrik irauten dute bizirik diagnostikoa jaso eta handik bost urtera, tratamenduak eraginkorrak ez izateaz gain, haien alboondorioak gogorrak baitira.



ARG.: Alessio Coser, Trentoko Unibertsitatea.

Horretarako, garun osasuntsuetan eta garuneko tumoreetan oinarritutako organoideak sortu dituzte ikertzaileek, haur pazienteen zelulak hartuta. Onartu dute tumoreetan oinarritutako organoideak sortzea izan dela zailtasunik handiena. Organoideak esfera irregular gisa hazi ziren kultiboetan, kakahuete baten tamainaz, baina ikusi dute gaixotasun-zantzuak badituztela. Hortaz, ikertzaileek adierazi dute tumoreen ereduok baliagarriak izango direla tumore pediatrikoak modelizatzeko eta tratamenduak probatzeko. [Nature Communications aldizkarian argitaratu dute ikerketa.](#) ●

Mikroglia arduratzen da garunean neuronen bizi-zikloa ixteaz



ARG.: EHU.

Neuronen heriotza ez da garuna zahartzean bakarrik gertatzen den prozesua. Askotan, neurona jaioberriek beren buruaz beste egiten dute, nahikoa neurona badela hautematen dutenean. Aspaldi zekiten zientzialariek mikroglia izeneko zelula txikiak direla hildako neurona horiek fagozitatatu eta garuna garbitzeaz arduratzen direnak, baina susmoa zuten ez zela hondakinen bilketa pasibo soil. Hala, [Achucarroko eta EHUKo ikertzaileek frogatu dute](#) mikroglia-lana prozesu guztiz aktiboa dela. Argitu dute mikroglia eta zelula jaioberrien artean nolabaiteko komunikazio-seinale bat dagoela: sekretoma. Molekula hori jariatuta, hildako neuronak jasotzeaz harago, mikroglia neuronen bizi-zikloa ixteaz arduratzen dela argitu dute.

Sekretomak ematen omen die zelula jaioberriei zaitzen jarraitzeko ala neurona bihurtzeko agindua. Ikertzaileek uste dute mikroglia heriotzaren sentsorea balitz bezala jokatzeko duela: zelula jaioberri ugariren heriotza hautematen duenean, mikroglia adierazten du neurona gehiegi sortzen ari direla eta ekoizpena gelditu behar dela. Nolabait, bizitzaren eta heriotzaren arteko orekari eusten dio, sekretomaren bidez. ●

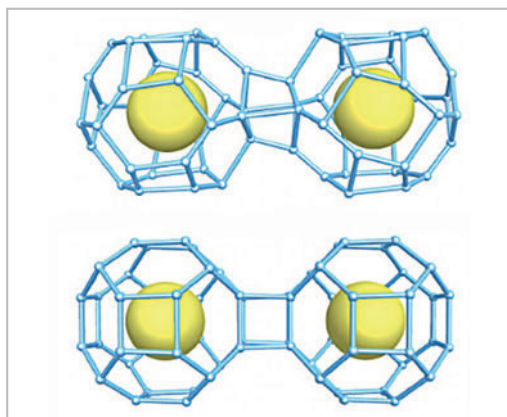
Argitu dute zein den marka guztiak hautsi dituen supereroalearen misterioa

Fisikaren erronkarik handienetakoa da giro-tenperaturan eta giro-presioan supereroaleak diren materialak aurkitzea. Oraingoan, LaH_{10} -a da marka guztiak hautsi dituen, $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ eta 130 gigapascal-etan baita supereroalea, inoizko tenperaturarik altuenean eta presiorik baxuenean (nahiz eta, oraindik, presio atmosferikoa baino milioi bat aldiz presio handiagoa den). Lorpen horrek zeharo harritu zituen zientzialariak 2019an, kalkulu teorikoen arabera ez baitzegoen aurreikusia hain presio txikitik lor zitekeenik. [Ion Errea Lope fisikari](#) donostiarraren taldeak eta kolaboratzaileek, ordea, azalpena eman diote esperimentalari ikusitako horri. Are gehiago, etorkizunean presio baxuagoko material supereroaleak identifikatzeko oinarriak ezarri dituzte.

LaH_{10} -a bezalako konposatuak laborategian diseinatuak eta sortuak dira, material supereroaleak lortzeko ahaleginean. EHU eta CFMko ikertzaileak [Nature aldizkarian argitaratu duen lanaren arabera](#), orain arte kontuan hartu gabeko faktore bat integratu behar da kalkuluetan: atomoen fluktuazio kuantikoak. “Atomoak objektu kuantikoak dira, eta etengabe mugitzen ari dira —dio Erreak—. Ezin dira egon geldik puntu batean; zero absolutuan ere (-273 K), fluktuatzen ari dira. Fluktuazio ho-



Ion Errea, EHUko eta CFMko ikertzailea. ARG.: Elhuyar.



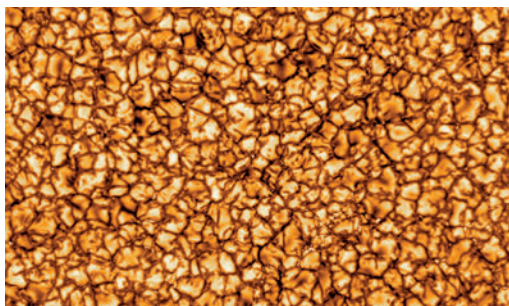
LaH_{10} -a fluktuazio kuantikoak kontuan hartu gabe (goian) eta kontuan hartuta (behean). ARG.: *Nature*.

riek izugarrizko eragina izan dezakete materialeen propietateetan, batez ere atomo txikien kasuan, hidrogenodunetan”.

LaH_{10} -aren kasuan, esaterako, hidrogeno atomoek sare bat sortzen dute elkarri lotuta, hidrogeno metalikoz egindako kaiola moduko bat, eta barruan lantanoa sartzen da. Fluktuazio kuantikorik gabe, kaiola hori deformatu egingo litzateke; oso tenperatura hotzak beharko lirateke egitura ondo mantendu eta materiala supereroalea izateko. Fluktuazio kuantikoak dira, hain zuzen, konposatuaren egitura ondo mantentzeko eta egonkortzeko dutenak. Hortaz, kontuan hartu behar dira konposatu supereroaleak sortzeko kalkuluetan.

“Gure lanak erakutsi du ezen, fluktuazio kuantiko horiek kontuan hartuz gero, tenperatura oso altuetan supereroaleak diren konposatuak egonkorra direla uste genuen baino presio baxuagoetan ere”. Hala, LaH_{10} -a uste zena baino 100 gigapascal gutxiagotan egonkortu daiteke. ●

Eguzkia inoiz baino gertuagotik



ARG.: NSO/AURA/NSF.

Daniel K. Inouye eguzki-teleskopio berriak lehen irudiak eman ditu, Eguzkiaren azala aurrekaririk gabeko xehetasunez erakusten dutenak. Irudian ikusten diren gelaxkak Eguzkiaren plasma-burbuilak dira, barrualdetik azalerantz ateratzen direnak. [National Science Foundation-ek adierazi du](#) gelaxka bakoitzak Iberiar penintsularen neurria duela.

Teleskopioaren helburu zientifiko nagusia Eguzkiaren atmosferako eremu magnetikoak neurtzea da, eremu magnetiko horiek baitira eguzki-erupzioen eragileak eta, hortaz, Lurreko sistema askotan eragin dezaketenak: satellite bidezko komunikazioak eten ditzakete, aireko bidaietan eragin, sare elektrikoan eta gailu elektronikoetan akatsak sortu, eta abar. Eguzkiaren jardura eta horrek gure planetan duen eragina hobeto ezagutzeko balioko du eguzki-teleskopio berriak.

Lau metroko irekidura du teleskopioak; munduko eguzki-teleskopioen artean handiena da. Bederatzi urtez aritu dira eraikitze-lanetan, eta hauek izan dira lehenengo irudiak. Datozen hilabeteetan, teleskopioa probatzen eta hobetzen arituko dira, Eguzkia ikertzen duen nazioarteko komunitate zientifikoak lanerako prest izan dezan. ●

Palma-olioa ekoiztea, gero eta kaltegarriagoa

Ikerketa baten arabera, baso zingiratsuetan palma-olioa ekoizteko lurra prestatzeak eta palmondo gazteak hazteak kalte handia eragiten dio ingurumenari —landaketa helduek baino askoz handiagoa—. Isurtzen diren berotegi-efektuko gasak bikoizteraino.

Palma-olioaren eskaera hirukoiztu egin da azken hemezortzi urteetan, 20 milioi tonatik 70 milioi tona baino gehiago sortzera igaro baita. Malaysia munduko bigarren ekoizlea da. Hango palma-ekoizleek baso zingiratsuak ekidin izan dituzte, eskatzen zuten prestaketa-lan handiagatik. Baina lurra urritu den heinean, ohikoa bihurtu da baso zingiratsuak drainatu eta palmondoak landatzea.

Zohikaztegi tropikal horiek drainatzean lurzoruko oxigeno-maila handitzen da, eta horrek materia organikoaren deskonposizio-tasa handitzen du; ondorioz, drainatutako zohikaztegietan CO₂-isuri handiak sortzen dira, eta baita berotegi-efektu askoz handiagoa duten beste gas batzuenak ere (CH₄ eta N₂O_g). Kalkulatu dutenez, baso zingiratsuak palmondo-landaketa bihurtzea eragiten ari den berotegi-efektuko gasen isuria Malaysiako isuriaren laurdena izan liteke. [Nature Communications aldizkarian argitaratu dituzte ikerketaren emaitzak](#). ●



Baso zingiratsu baten deforestazioa eta drainatzea, palmondo-landaketa bat ezartzeko, Malaysian.

ARG.: Stephanie Evers.

Antartika inbaditu dezaketen espezieak

Ikerketa batek datozen hamar urteotan Antartikako Penintsula inbaditzeko arrisku handiena ekarriko duten munduko animalia- eta landare-espezieak identifikatu ditu. Ikertzaileen arabera, hamahiru espezie dira arrisku handiena sortzen dutenak; tartean, hainbat muskuilu eta karramarro, eta baita loredun landareak, akaroak eta bestelako artropodoak ere.



ARG.: David Barnes @BAS.

Ehunka ikerketa eta datu-base aztertu dituzte espezie inbaditzaile arriskutsuenen bila. Izan ere, poloetako komunitate biologiko itsastar zein lurterra oso zaurgarriak dira munduko beste tokietatik iritsitako espezieen inbasioaren aurrean. Kasu batzuetan, komunitate biologikoak suntsitzeko arriskua ikusi dute *Global Change Biology* aldizkariak argitaratutako lanean.

Hazten ari den turismoa, ikerketa zientifikoko jarduerak eta arrantza aipatu dituzte, besteak beste, espezie arrotzen eramaile gisa. Inbaditzaileek aurrerago jo ez dezaten, biosegurtasunerako kontrol integralak ezartzeko eskatu diete ikerketaren egileek han aritzen diren zientzialariei eta turismo-eta arrantza-sektoreari. ●

Industria-iraultzaren hastapenetatik metatu ziren poluitzaileak Himalaiako glaziarretan



Dasuopu da izotz-zutabe bat jaso den lekurik garaiena. ARG.: Ikerketa Polar eta Klimatikoan Byrd Zentroa.

Industria-iraultzaren ezaugarri nagusietakoa energia-kontsumoa izan zen: ikatza izan zen aldaketa bultzatu zuen erregaia. Orain frogatu dutenez, errekuntza haren aztarnak iraultzaren hasieratik bertatik metatu ziren Himalaiako goi-glaziarretan.

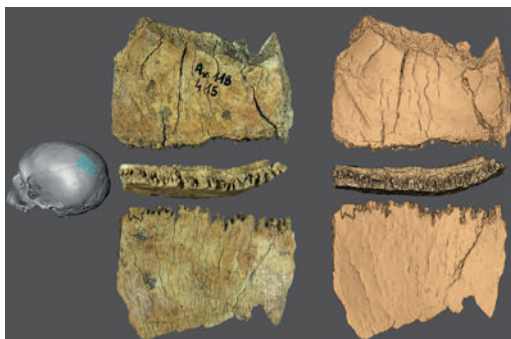
Dasuopuko izotz-zutabe bat ikertuta irisi dira ondorio horretara. Hura da izotz-zutabe bat hartu duten lekurik garaiena: 7.200 metrora dago, Shishapangman. 1997an hartu zuten, eta, orain, 23 metalen aztarnak neurtu dituzte, 1499-1992 epealdiari dagokion zatian.

Ikerketak agerian utzi du Britainia Handian sortu zen industria-iraultzak eragin nabarmena izan zuela airean, izotz-zutabearen ordura arte baino metal toxiko gehiago aurkitu baitute 1780tik aurrera. Metal horien artean daude kadmioa, kromoa, zinka eta nikela; guztiak, ikatzaren errekuntzaren azpi-produktuak.

Iraganean metatutako poluzioak ekar dezakeen arriskua ere aipatu dute ikertzaileek. Izan ere, glaziarrek urtean, ura poluituta joango da mendian behera, eta metal toxikoak bizidunetan metatzeko eta kontzentratzeko arriskua dago. *PNAS* aldizkarian argitaratu dute ikerketa. ●

Neandertalenak direnak (eta ez direnak), Axlorren

Jose Migel Barandiaran Aierbek Axlor haitzuloan (Dima, Bizkaia) 1967-1974an egindako indusketaren aztarna paleontologikoak berraztertu ditu EHUK zuzendutako ikertzaile-talde batek, eta [han bizi izan ziren neandertalei buruzko](#) informazio berria argitaratu du.



Axlorreko VIII. mailan aurkitutako neandertalaren parietalzatia. ARG.: Asier Gómez-Olivencia/Ana Pantoja-Pérez/ Antoine Balzeau.

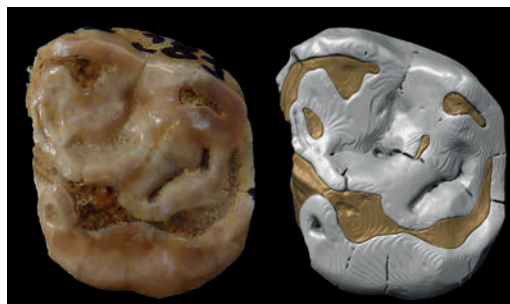
Asier Gómez Olivencia paleontologoak zuzendu du lana, eta bi ondorio nabarmendu ditu. Batetik, maila arkeologiko desberdinetan berreskuratutako neandertalen lau aztarna aztertu eta aurkeztu dituzte: maila zaharrenean (VIII. maila), hezur parietalaren zati bat; bi ebakortz V. mailan (bat esnekoa); eta esneko hagin bat IV. mailan. “Euskal Herriko neandertal-fosilen bildumarik handiena da”, azpimarratu du Gómezek.

Bestetik, gaur egun Bilboko Arkeologi Museoa dauden Axlorreko hortzak berraztertu dituzte, eta frogatu dute, neandertalenak zirela uste zuten arren, gure espeziearenak direla. Joseba Rios Garaizar arkeologoak kozuzendu du azterketa hau eta Barandiaranek idatzitako landa-koadernoan aurkitutako informazio estratigrafikoa nabarmentzen du. Barandiaranen oharak iradokitzen du hortz horien testuinguru estratigrafikoa zalantzazkoa dela,

orain ikusi dutenez, hortzak “lur arinean” aurkitu zituztela idatzi baitzuen.

Mikrotomografia axial konputerizatuaren bitartez aztertu dituzte giza aztarnak; hala, fosilen barne-egitura ere ezagutzeko aukera izan dute. Gainera, lortutako datuak errekonstrukzio birtuala eta metodo estatistiko berrienak erabilia analizatu dituzte. “Teknika berriei esker, iraganean azterutako fosiletatik informazio berria lortu dugu”, azaldu du Gómezek. Are gehiago: bilduma paleontologikoak berrikustea giza fosil berriak topatzeko modua dela baieztatu du.

Gómezekin batera, diziplina askotako ikertzaileak aritu dira lanean, tartean, Londresko Unibertsitatekoak, Parisko Historia Naturaleko Museokoak, Madridgo Unibertsitate Konplutensekoak eta Bartzelonako Unibertsitate Autonomokoak, EHUren eta Espainiako Giza Eboluzioaren Ikerketa Zentroaren gidaritzapean. *American Journal of Physical Anthropology* aldizkarian argitaratu dute ikerketa. ●



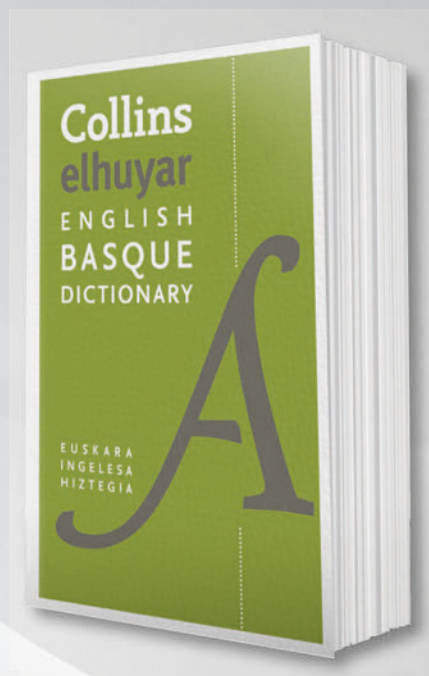
Axlorren aurkitutako neandertalaren esneko hagina. ARG.: Asier Gómez Olivencia.



**Albiste gehiago,
webgunean**

Elhuyarrek dauka zuk
behar duzuna, eta zuk
behar duzun moduan...

elhuyar.eus/denda



Collins Elhuyar euskara-ingelesa hiztegia

Collins.elhuyar.eus



Elhuyar euskara-gaztelania hiztegia



Dictionnaire Elhuyar



Elhuyar Dictionary



Elhuyar ikaslearen
hiztegia



Elhuyar sinonimoen
kutxa



hiztegiak.elhuyar.eus



Kindle-rako



Mugikorretarako

Arantza Etxeberria Agiriano
Filosofoa



“Filosofiak zientziaren sare zabalaren parte izan behar duela uste dut”

Ana Galarraga Aiestaran • Elhuyar Zientzia

Arantza Etxeberria Agirianok (Oñati, 1962) Madrileko Unibertsitate Konplutensean egin zituen Filosofiako ikasketak. Gero, EHUn egin zuen doktoretza, eta Sussexeko Unibertsitatean, berriz, doktoretza-ondorengoa. EHUko Logika eta Zientziaren Filosofia Saileko irakasle da, eta bertako IAS-Research taldeko ikertzailea. Besteak beste, gai hauek landu ditu: autonomia eta indibidualtasuna biologian eta medikuntzan, garapenaren biologia ebolutiboa, heriotzaren ikuspegi biologikoa, eta, Zientziaren Filosofian, sailkapenak zientzian eta gizartean (generoa, arraza).

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

Azkenaldian, biologia erlazionalean nabil; iruditzen zait asko dagoela lantzeko alderdi horretan, bai zientzian, bai filosofian. Uste dut orain arte asko begiratu zaiela bizidunen ezaugarri intrintsekoei. Orain, berriz, uste dut oso garrantzitsua bihurtzen ari dela ikuspegi hori: banakoa ez dela hain indibidualista, hain determinista, eta gehiago dela erlazioetatik datorren emaitza.

Horren adibide dira —emakumeek egindako ikerketa da, gainera— disruptore endokrinoak. Garai batean uste zuten gorputza autonomoa zela, eta ez zela inguruko eragileekiko hain menpekkoa. Zentzu horretan, disruptore endokrinoen gaia nahiko paradigmatikoa izan da. Beste adibide asko daude: elikaduraren eragina epigenetikaren bitartez, mikrobiotarekin lotutako hainbat alderdi, minbizien sorrera... Oro har, koeboluzioaren hainbat eta hainbat adibide.

Nire ustez, horrek guztiak badu zerikusia filosofia-rekin, korronte indartsu bat baitago indibidualismoa kritikatzeko eta ikuspegi erlazionalak azpimarratzeko. Eta hor eragin handia izan du filosofia feministak, horixe landu baitu bereziki, alderdi erlazionala: zaintza, zaugarritasuna, identitatearen ikuspegi indibidualistari kritika...

Hortaz, nik biraketa erlazionala deituko niokeen hau oso garrantzitsua delakoan nago, eta itxaropen handia daukat biologiaren, medikuntzaren ikuspegi berri honek ekar dezakeen guztian.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Etorkizun hurbilean espero dut gero eta hurbilago egotea elkarrengandik filosofia, zientzia, humanitatea eta artea, eta uste dut dagoeneko badaudela hori gertatzen ari dela erakusten duten zantzuak. Espero dut gehiago hartzea filosofia zientziaren ataltzat, ikuspegi hau orain arte ez baita asko nabarmendu ez zientziaren filosofian ez zientzian. Gehiago ikusi da filosofia zientziaren tutore-lana egiten, hau da, filosofiak esaten dio zientziari nondik joan daitekeen; edo justu kontrakoa, zientziak erakutsi behar dio filosofiari mundu enpirikoa.

Ezagutza-arlo bakoitzak ditu ebidentziak ulertzeko modu bat, bere metodoak... Nire ustez, zientzia izango litzateke azaltzen duena nola dauden trabatuta arlo horiek guztiak. Adibidez, esaten badugu medikuntzan egin dela aurkikuntza bat, baina kimikak ezin badu azaldu, ez dugu zientifikotzat hartzen. Bada, nik filosofia hori ikusten dut, besteekin trabatuta. Filosofiak badu bere entitatea, baina zientziaren sare zabala horren parte izan behar duela uste dut. Hortaz, ezingo litzateke onartu zerbait medikuntzan edo beste zientzia batean, filosofikoki erabat aldrebesa bada. ●



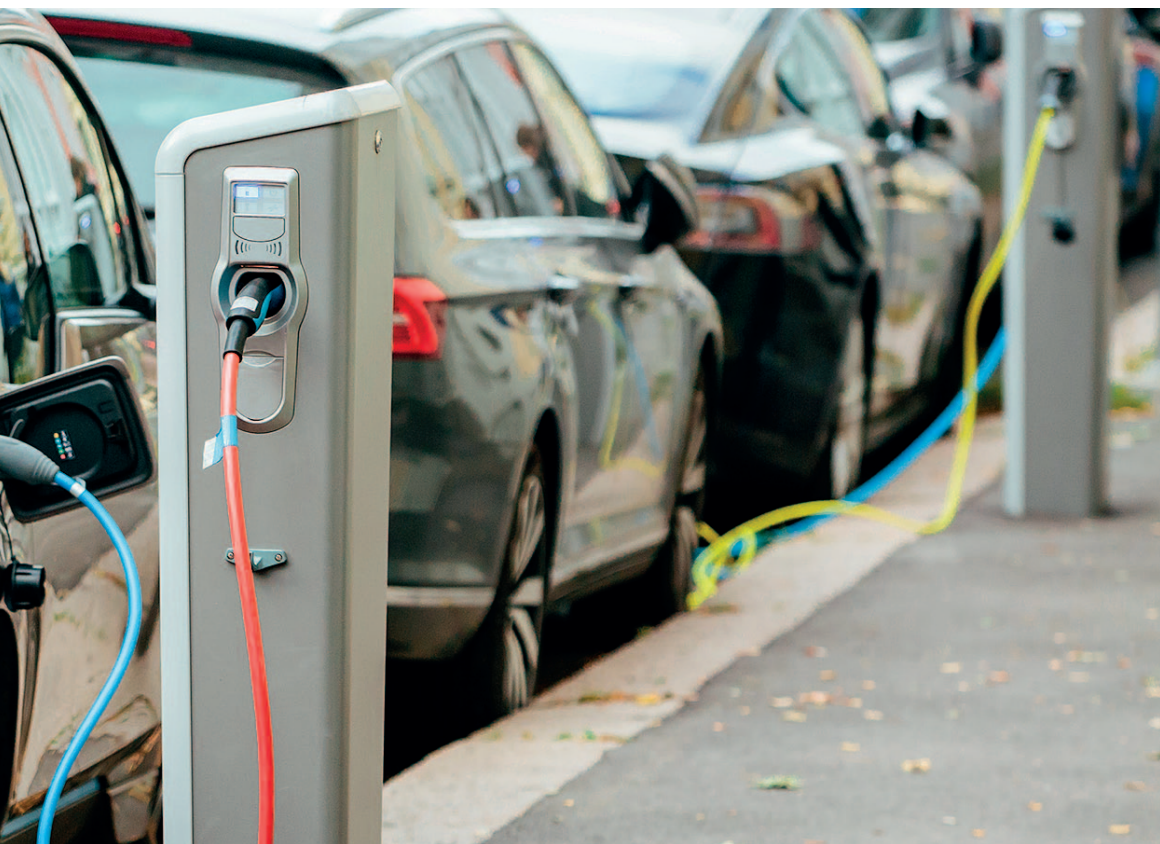
ARG.: Scharfsinn/Shutterstock.com

Garraio elektrikoa

Aurreikusten da hogeit hamar urte barru ibilgailu gehienak elektrikoak izango direla. Uste izatekoa da herriak eta hiriak atseginagoak bihurtuko direla horrela, zarata eta kea gutxituko direlako. Energiaren ikuspegitik, trantsizio energetikorako ere lagungarria izan daiteke. Baina azpiegitura berriak eta hiriak egokitzea eskatuko du. Kasurik sinpleenean, kargapuntuak ugaritzea eta elektrizitate-ekoizpena nabarmen handitzea. Galdera asko sortzen dira: nola

lortuko da beharko den elektrizitate guztia? Nondik eskuratuko ditugu bateriak sortzeko beharko diren lehengai preziatuak? Benetan jasangarriagoa al da garraio-mota hori?

Horretaz guztiaz hitz egiteko, Elhuyarrek garraio elektrikoaren inguruko hausnarketa-saio ireki bat antolatu zuen San Telmo museoan, ZientziaKIDE proiektuaren barruan. Hiru aditu eta aritu gonbidatu zituen ikusleekin batera eztabaida-saio batean parte hartzera. Helburua zen hausnartzea ea garraio elektrikoa irtenbide egokia ote den gure herri eta hirietako garraio-eredurako. Mahai-inguruan hirurek botatako ikuspuntuak jaso ditugu hurrengo orrialdeetan. Hauek dira adituak:



Oihana Otaegi Madurga, Vicomtecheko Garraio Sistema Adimendunak eta Ingeniaritza saileko zuzendaria. Auto autonomoetan aditua da; besteak beste, ikusmen artifizialean.



Oihana Otaegi Madurga

“Ez da nahikoa auto elektrikoen erabilera pribatua sustatzea”

Gorka Hoyos, Kalapie elkartearen lehendakaria. Donostian bizikletaren erabilera sustatu duen eta hirigintza eta garraioari buruzko gogoeta sakonak egin dituen elkarte da Kalapie.



Gorka Hoyos Berastegi

“Asmakizun teknologiko batek salba gaitzan espero dugu”

Arrate Alonso Gómez, Mondragon Unibertsitateko Seinalearen Teoria eta Komunikazioak taldeko ikerzailea. Elektromugikortasunean aditua da.



Arrate Alonso Gómez

“Hiri-plangintza eguneratzea eskatuko du”

Oihana Otaegi Madurga

Garraio Sistema Adimendunak eta Ingeniaritza
Vicomtech



Energia-ekoizpenarekin lotutako berotegi-efektuko gasak dira klima-aldaketaren kausa nagusia. Energia-kontsumo osoaren % 30 eragiten du garraioak; hortaz, beharrezkoa da mugikortasunerako erabiltzen dugun energia murriztea. 2000 Watt kontzeptuak ezartzen du gizarte iraunkorra eta justua lortzeko beharrezkoa den energia-kontsumo indibidualaren muga; sektore guztietan du inpaktua, baita mugikortasunean ere. Nahikoa litzateke lurreko pertsona bakoitzeko 2000 watteko etengabeko potentzia (energia primarioa) eskuragarri izatea, oparotasuna eta bizi-kalitatea bermatzeko.

Aldaketa sakonak gertatzen ari dira, bereziki garraioari dagokionez: autonomia luzeagoa duten bateriadun ibilgailu elektriko berriak ikusi ditugu merkatuan, ibilgailu autonomoa lortzeko teknolo-

giaren garapenaren erdian gaude... Horrek guztiak aukera ematen digu garraio efizientean sinesteko, bai energia eta klima aldetik, eta baita segurtasun-mailan ere.

Garraio-zerbitzu integralen bidean

Ibilgailu autonomoek bultzatuko dute mugikortasun elektrikoa eskala handian barneratzea. Alde batetik, automatizazioak berak energia-eraginkortasuna hobetu dezake, azelerazio eta desazelerazioak murrizten dituelako eta gai delako autoa beti abiadura optimoan mantentzeko. Horrek lagunduko du azpiegiturretan ibilgailuek fluxu hobe izaten etengabe, eta garraio-sistema osoaren optimizazioa ekarriko du. Bestetik, mugikortasunaren sektoreko beste berrikuntza batzuekin lotu daitezke ibilgailu horiek (elektrikoak eta automatikoak), hala nola auto partekatuek edo Mobility-as-a-Service, hiriko garraio-aklokuak eskaintzeko zerbitzua. Harpidetza-sistema horien bidez posible izango da garraio-zerbitzu integratuak lortzea.

Mugikortasun benetan iraunkorra lortzeko, ez da nahikoa auto elektrikoen erabilera pribatua sustatzea; kalean denbora gehiago igarotzen duten ibilgailuen alde egin behar da, eta ibiltzen diren kilometroak maximizatu. Testuinguru horretan, eragin



“Ez da nahikoa auto elektrikoen erabilera pribatua sustatzea”

handia izango du ibilgailu autonomoen erabilerak, kontuan izanik haiek erabiltzeko malgutasuna eta 24 orduko zerbitzua emateko gai direla. Gainera, auto partekatu edo zerbitzu gisa mugikortasun-sistema publikoarekin uztartzen badira, aldeaz aurreretik planifika daiteke, zerbitzuen ordutegiaren arabera, bateriak noiz eta nola kargatu, sare elektrikoan egonkortasun eta malgutasun handiagoa bermatzeko.

Laserrak ekarri dituen berrikuntzak

Badira, oraindik, auto autonomoa lortzeko gainditu beharreko zenbait muga. Adimen artifizialak eta sare neuronal sakonek aukera eman digute autoen pertzepzio-sistemak hobetzeko: orain arte, kamerak erabiliz hautematen zituzten inguruko objektuak; orain, geroz eta gehiago laser bidez hautematen eta neurtzen dituzte, LIDAR sistemak erabiliz. LIDAR teknologiak erronka berriak dakartza, hala nola puntu-kopuru handia prozesatu ahal izatea eta sistema osoaren prezioa murriztea (LIDAR eta prozesamendu-hardwarea).

Autoen erreakzioa, gure etikari lotuta

Sistema hauek oso konplexuak dira, eta sistema eta auto autonomo horiek balioztatzea da agertzen zaigun lehenengo muga, hau da, egoera guztietan seguruak direla erakustea. Gaur egun, ez dago teknologia horiek balioztatzeko sistema homogeneorik. Erabiltzen diren testatze-sistemek, kilometroak eta kilometroak gidatu, eta erreakzio guztiak gordetzen joaten dira, eta ez dute bermatzen ibilgailuak gai direnik edozein egoerari aurre egiteko.

Bigarren muga erantzukizunarena da. Orain arte, egoera orotan, argi gelditzen zen norena zen erantzukizuna, eta gidariak beti zuen autoaren erantzukizun osoa. Baina halako sistemak errepedeetan jartzen direnean, norena da erantzukizuna: gidaria-rena, auto-fabrikatzailearena edo pertzepzio-sistema garatu duen enpresarena? Erantzukizuna etikarekin lotuta dago, minimizatu nahi den kalte-motaren arabera programatuko baitute autoa, egoera baten aurrean modu jakin batean erreakziona dezan. ●

“Asmakizun teknologiko batek salba gaitzan espero dugu”

Agerian dago, ekonomia-hazkundeak bultzaturik, eremu jendetsuenetan ibilgailu motordunak sartu eta pilatu ditugula irizpide, kontrol eta mugarik gabe. Mundu mailan ibilgailuak libreki gehitu ditugu mugimenduan, [1.300 miloi baino gehiago izatera iritsi arte](#). Eta ez hori bakarrik, ibilgailu motordunen fabrikazioak eta salmentek goranzko joera izaten jarraitzen dute: 2000. urtean 40 milioi auto fabrikatetik, [2016an 72 milioi fabrikatzera igaro gara](#).

Ibilgailu horiek bai geldirik bai mugitzeko behar duten lur-eremua kudeatzeko, hirien espazioak, eraikuntzak eta konexioak (barrukoak eta hirien artekoak) baldintzatu dira, eta autoak bere unibertso propioa izatea lortu du. Horretaz gain, gizartearen lobby handienetakoa bilakatu du automobilgintza.



tzak atzetik duen gizarte-ekonomiak (ibilgailuak fabrikatzea eta konpontzea, ikerkuntza, lanpostu-kopuruak, erregai fosilak lortzea eta kudeatzea, errepideak, zirkulazioa kudeatzea, aseguruak...). Autoengatik eta autoetarako eraiki ditugu hiriak, eta lurreko espazio handi baten jabe dira.

Ekologikoak?

Orain, autoen erabilerak urteetan sortutako eta metatutako kutsadura bizi eta jasaten dugu, eta nabariak dira aldaketa meteorologikoaren ondorioak. Esperantza txiki batean oinarrituz, presaz jokatu nahi dugu asmakizun teknologiko batek salba gaitzan. Hala, lortu dugun status soziala eta mugitzeko erosotasuna galdu gabe, ibilgailu elektrikoak jarri dira modan, mugikortasun iraunkorraren erdigunean, egoeraren salbatzaile gisa. Etorkizunean gure hiriak garbiagoak eta isilagoak bilakatuiko direlakoan, albiste eta publizitate bonbardaketa handia jasaten hasiak gara, bide horretan.

Diesel-ibilgailuen, gasolinakoen eta ibilgailu elektrikoaren kutsadura-mailak konparatzen dituzten ikerketak kaleratzen hasiak dira. Batzuetan, [ibilgailu elektrikoak dira produktuaren bizi-zikloan CO₂-emari gutxiago sortzen dutenak](#); beste batzuetan,



Gorka Hoyos Berastegi

Kalapie elkartea

ordea, [kontrako iritzikoak dira](#). Baina ikerketa denek garbi uzten dute auto elektrikoen baterien fabrikazio-prozesuan eragiten den kutsadura bizi-ziklo osoaren kutsaduraren parekoa dela. Beraz, argi dago mota guztietako autoek energia-iturri eta -kontsumo bat dutela eta "ekologiko" izatetik urrun gelditzen direla elektrikoak.

Bestalde, kontutan hartzen badira bateriak sortzeko existitzen den mineral-kantitatea, baterien birziklapenaren eta bigarren bizitzaren kudeaketa, ibilgailu elektrikoak mantentzeko energia-iturri garbiak, ibilgailuen prezioa, etorkizuneko ibilgailu elektrikoen kopurua eta abar, pentsa dezakegu zaila edo ezinezkoa dela ibilgailu elektrikoak trantsizio energetikoren soluzioa izatea, autoen erabilera drastikoki jaisten ez bada, behintzat.

Autoak erdigunetik kanpora

Joan-etorriak autoetan egin beharrean, kutsatu gabe oinez edo bizikletaz egitean datza benetako irtenbidearen parte bat. Artikuluaren hasieran esan

dudanez, autoak hirien espazio handi bat bereganatzen joan dira, *big banga* izango balitz bezala, kolapso-egoera batera iritsi den arte. Eta, orain, *big crunch* bat bultzatu beharrean gaude, espazio horiek murriztu eta pertsonentzako eremu aktibo bihurtu daitezen berriro.

Herbehereetara, Friburgora edo Kopenhagera jo gabe, gertu dugu espazio publikoa eraldatuz ondorio emankorrak izan dituen hiria: Pontevedra. 1999an autoak hiriaren erdigunetik ateratzen hasi zenetik, nabarmen hobetu da hiritarren bizi-kalitatea, besteak beste, [arnasten duten airea askoz ere garbiagoa delako eta jendea kaleetatik libreki mugi daitekeelako](#). Zer unibertso nahi dugu gure gizartearentzat? Autoena ala pertsona aktiboena? ●

Arrate Alonso Gómez

Seinalearen Teoria eta Komunikazioak Taldea
Mondragon Unibertsitatea



Garraio elektrikoak mundua aldatzeko ahalmena dauka. Gehiegikeria iruditzen zaizu? Aztertu ditza-gun zenbait datu. Elektromugikortasunak zuzeneko eragina du Garapen Iraunkorreko 17 Helburuetako zazpitan. Lurralde aberastuen ikuspuntutik, eragina du osasun eta ongizatean, energia eskuragarria eta ez-kutsatzailea izatean, klima babesteko ekintzetan eta hiri eta komunitate iraunkorretan. Lurralde txirotuetan, berriz, horietaz gain, genero-berdintasuna susta dezake. Zelan? Adibidez, SUM Bilbao 2019 kongresuan (<https://sumbilbao19.com/>) aurkeztutako [“Santa Ana en Clea” proiektuaren bitartez](#), non emakumeen autonomia eta lan-munduratzeari bultzatzen den bizikleta elektrikoaren eta ohiko bitartez, eta pobrezia desagertzearen alde egiten duen, desberdintasunak murriztuz.



Argia da, beraz, garraio elektrikoak zer eragin izan dezakeen, mundu mailan bilakaera positiboak sustatzeko.

Baina bilakaera iraunkorra gerta dadin, eraldaketak zenbait arlotan egin behar dira, hala nola teknologia-, gizarte- zein araudi-mailan.

Dinamika eta aktore berriak

Teknologia aldetik, lehenik eta behin, beharrezkoa da egokitzapenak egitea sare elektrikoetan. Alde batetik, sarea egoki dimentsionatu behar da sarrera konektatuko diren gailu berriei erantzuteko, oraingoa txiki geratuko baita. Bestetik, funtsezkoa da energia-iturri berriztagarriak egungo sare elektrikoan integratzea ere. Digitalizazioari esker, errazagoak izango dira bilakaera horiek.

Bestalde, ezinbestekoa da hiri-plangintza gaurkotzea ere, hau da, gailuak kargatzeko azpiegitura berriak sortu eta erabiltzaile zein garraio-zerbitzu berritzaileei dagokien espazioa ematea. Hainbeste dinamika eta eragile berri aurreikusten dituen mugikortasun-ekosistema berri horretan, ezin da bide-segurtasuna ahaztu. Egun, konektibitateari esker, badago segurtasun-informazioa zuzen eta

“Hiri-plangintza eguneratzea eskatuko du”

sasoiz elkarbanatzea. Beraz, sentsoare modura lan egin ahal izango dute garraiobideek zein azpiegiturak, egoera arriskutsuak aldeztuz aurretik identifikatuz eta neurri egokiak sasoiz hartuz larrialdiak ekiditeko. Horren oinarria, batik bat, ITS-5G eta 5G haririk gabeko teknologiak dira. Eraldaketa horiek guztiek zerbitzu berriak agertzea eragingo dute.

Hezkuntza eta transferentzia

Gizarte mailan, gakoak hezkuntzan eta ikerketa eta transferentzian (I+T) daude. Hezkuntza formalean, ikasleetatik hasi eta unibertsitate arte. Kultura eta balioetatik abiatu, eta aurretiaz esandako eraldaketa teknologikoaren erronkei aurre egingo dieten profesionalen gaitasunetara. Gizarte mailako aldaketak motelak izanik, inoiz baino beharrezkoagoak dira egungo egoeraz ohartzen diren pertsona kritikoak, zeinak jabetzen baitira beren jokabideek zer eragin duten mundu mailan; pertsona laguntzaileak eta eraldatzaileak.

Heziketa formalaz gain, ezinbestekoak dira elektromugikortasunaren inguruan antolatutako jardunal-

diak zein mahai-inguruak ere, pertsonen informazioa era ulergarri batean eta hitzaldi partizipatiboen bidez helarazteko.

Ezagutzak unibertsitatetik edo ikerketa-zentroetatik industriara transferitzean datza I+T, mugikortasun-ekosistema berri horrek ahalbidetuko dituen zerbitzu eta produktuen bitartez lehiakortasun-abantaila lortzeko. Hala, eraldaketara egokitzeko eta negozio berriak sustatzeko aukera izango dute, eta lan-aukerak areagotuko zaizkie. Dagoeneko, gure kaleetan ikus ditzakegu bilakaera horren lehenengo aztarnak: auto elektrikoetarako kargagailuak, autobus elektrikoak, bizikleta zein patinete elektrikoak... —nahiz eta azkeneko horiek, batzuetan, gogaikarriak suertatzen diren oinez zein aulki gurgildunetan mugitzen diren pertsonentzat—. Araudia gaurkotzea funtsezkoa izango da, erabilitzaileen eskubideak eta elkarbizitza positiboa bermatzeko. ●

Eneko Axpe Iza

NASAKo ikertzailea

*“Sormenik gabe ezin zara zientzialari
bikaina izan”*

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia

Argazkiak: Luis Jauregialtzo/©Argazkipress



Eneko Axpe Iza (Barakaldo, 1986) euskarazko rapero ezagunenetakoa bat da Euskal Herrian, eta hemendik urruti, Silicon Valleyn, NASAko fisikaria. Horren lekuko, ekarri dituen bi opariak: bere azken biniloa eta Ilargiko arroka-pusketa bat. Artemis programaren barruan ari da lanean, gizakiak Ilargira eta Martera bidali nahi dituen programa estatubatuarrean. Astronauten hezurren dentsitate-galera aurreikusteko erabiltzen duten eredu matematikoa garatu du. Baina, espazioko ikerketaz harago, dena zipriz-tinduko luke fisikarekin Axpek: sukaldaritza, musika... Hibridatzea du gustuko.

NASAko fisikaria zara, eta ehun-ingeniartzan egin duzu lan, euskal sukaldariekin ere kolaboratu duzu... Nondik nora hain lan desberdinetan?

Bueno, berez, materialen fisikan hasi nintzen ikeritzen Leioan. Positroien teknika batekin egiten nuen lan. Baina, une batean, ordura arte polimeroetarako eta metaletarako erabiltzen zen teknika hura zelulekin probatu nahi izan nuen. Pentsatu nuen baliagarri izan zitekeela minbiziaren aurrerapena eta haren propietate estrukturalak ulertzeko. Horretarako, oso ondo ulertu behar nituen materia biologikoaren propietate estrukturalak, eta bi egonaldi egin nituen Oxforden.

Hiru dimentsioko kultibo zelularrak ikertzen ere ari-tu nintzen. Hezurren bat hautsi duten pazienteei hezurrak osatzea zen helburua: zelulak hartu, haie-tatik hiru dimentsioko egiturak sortu eta hezurrean txertatzea. Horretarako, ezinbestekoa da egitura horren propietate estrukturalak eta mekanikoak hezuraren berdinak izatea, elikagaiak eta oxige-noa ondo heda daitezen. Nik, fisikari gisa, oso ondo ulertzen nituen kultiboaren propietate fisiko horiek.

Gero Cambridgera joan nintzen, ehun-ingeniari-tzan sakontzeko, eta 3D bioinprimagailuak erabil-tzen hasi nintzen. Europan, oraintxe bertan, 46.000 pertsona daude transplanteen zain. Hamarretik bi zain hilko dira. Hamarretik lau, inplantea egin eta bost urte pasatu aurretik. Transplantea behar duten pertsonen zelulez organoak sortzen baditugu labo-rategian, errefusatzeko ekiten eta itxaroten ematen duten denbora hori guztia aurreztu dezakegu.

Eta nola iritsi zinen NASARA?

Hezurrak oso ondo ezagutzen nituen. Enbrioia-ikertzen genituen, ulertzeko zelan sortzen den hezurra. Eta NASAn oso interesatuta zeuden, Mar-tera joateko misioak diseinatzen hasiak zirelako. Benetan kezkatuta zeuden astronauten hezurrekin.

Izan ere, astronauten osasuna asko kaltetzen da es-pazioan. Gure gorputza Lurrean egoteko diseinatu-ta dago. Lurretik kanpo, erradiazio kosmikoa, eguzki-partikulak eta protoiak jasotzen ditugu, eta mutazio asko eragiten dituzte. Mikrograbitateak ere ekar-tzen ditu arazoak: presio arteriala aldatzen da eta bihotzean arazoak izaten dira; burmuinean dagoen likidua aldatu egiten da; eta, hezurretan, dentsitatea galdu, eta poroak sortzen zaizkie. Osteopenia eta osteoporosiarekin itzultzen dira. Ezin dira ibili.

Zer egingo dute Marteratzean? Marteraino joan eta itzultzeko hiru urte behar dira. [Hara iristean, makal eta ahul egongo dira](#), ezingo dute ibili zenbait egu-netan. Misioa kolokan jar dezake horrek. Aurreikusit beharreko arazo bat da NASArentzat.

Zehazki, zer gertatzen zaie hezurrei?

Hezurretan osteoblastoak eta osteoklastoak ditu-gu, beste organoak bezalaxe hezurrak ere etengabe berritu behar baitira: osteoklastoek hezurra jan egi-ten dute, birxurgatu; osteoblastoek, berriz, hezur berria sortzen dute. Hala, oreka bat dago.

Osteoblastoek mekanosentsibilitatea dute. Ibil-tzean ematen dugun pausu bakoitzeko, input me-

“Plataforma egonkor bat jarriko dugu gizakiok Marten, ziur naiz”

kaniko bat jasotzen dute: hezurra erabiltzen ari dela ikusita, ulertzen dute hezurra sortu behar dutela. Espazioan, ordea, mikrograbitategatik ezin gara ibili, eta ez dute input hori jasotzen. Hezurra sortzeari uzten diote osteoblastoek, eta osteoklastoek hezurra jaten jarraitzen dutenez, oreka hautsi eta poroak sortzen dira, menopausian bezalaxe.

Zer lan egiten duzu NASAn?

NASARA iritsi nintzenean, uste zuten hilero hezurdentsitate mineralaren % 1 galtzen zutela astronautek, estatistikak aztertuta. Baina konturatu nintzen aurreikuspen horiek baliagarriak zirela soilik astronauten bidaia laburretarako; adibidez Ilargirako misio baterako. Datu horiek ezin ziren Marteko bidaia luze baterako estrapolatu, eta eskatu zidaten eredu matematiko berri bat garatzeko. Stanfordeko mediku batekin hizketan, esan zidan koman dauden paziente askok arazo bera pairatzen dutela. Input mekaniko hori gabe, dentsitate minerala galtzen dute hezurretan, eta osteoporosia garatzen dute. Baina, gehienez, % 31 galtzen dute; gero, egonkortu egiten da. Hala, eredu bat egin nuen NASaren datuak eta koman dauden pazienteen datuak nahastuta. Houstonen aurkeztu genuen, NASAko Human Research Program konferentzian, eta NASAk sari bat eman zidan.

Bestetik, hidrogelekin ere lan egiten dut, Stanfordeko Unibertsitatean. Ehun-ingeniaritzan erabiltzen genituen, eta konturatu nintzen hautsitako hezurrak tratatzeko erabil zitezkeela hidrogel injektagarriak, itsasgarri baten antzera. Astronauten hezurretako hausturak konpontzeko balio lezake horrek. Ideia hori ere bidali nuen NASAko txapelketa batera, eta finalera iritsi nintzen.

Oraindik ikerketa piloa egin behar da, 2040ko hamarkadan jendea Martera bidaltzeko; hasi alderdi psikologikotik, baita elikatze (hidroponia eta aeroponia erabiliko dituzte) eta osasuna mantentzeko ere. Espazio-ontzitan bizitzea zaila da. Dena birziklatzen da, baita astronauten pixa ere. Astronauten izerdia eta pixa jasotzen du makina batek, araztu, eta ur garbia ateratzen du, edateko erabiltzen dutena. NASA buru-belarri dabil ikertzen Martera iristeko. Txinako Espazio Agentzia oso indartsu dabil, eta txinatarren aurretik iritsi nahi du NASAk, bai ala bai.

Zertarako joan behar dugu gizakiok Martera?

Bi arrazoi ikusten ditut: batetik, Marten bizia egon daitekeelako edo egon ahal izan zelako iraganean. Ura topatu da; hortaz, aukerak handitzen doaz. Beharbada, unibertsoko bizi-arrastoren batetik eratorri ginen gu geu, bakterio batetik. Ebatzi beharreko galdera da hori.

Bestetik, demagun gerra nuklear bat pizten dela. Edo imajinatu Lurrera asteroide bat datorrela, eta pikutara doala gure planeta. Zer egingo dugu, gizateria suntsitzen utzi? Hortxe nire galdera. Dino-sauroak desagertu egin ziren, zergatik ez gara gu desagertuko?

Gure bigarren etxe onena Marte da. Begira, agian mende bat beharko dugu, baina plataforma egonkor bat jarriko dugu gizakiok Marten, ziur naiz. Dagoeneko robotak daude han, lanean. Marte da Unibertsoko planeta bakarra robotek bakarrik habitatzen dutena. Argazkiak egiten ari dira, arroak hartzen, soinuak grabatzen...





“Euskal Herriko Barakaldon jaio beharrean, AEBko Barakaldo batean jaio izan banintz, ezingo nukeen ikasi”

Baina hausnartu duzue inoiz zer eboluzio izango lukeen gizakiak Marten luzaroan biziko balitz?

Hara, zer interesgarria! Nola eboluzionatuko lukeen gure gorputzak bertan, baldintza horietan? Oso galdera ona da, baina esango nuke ez dela egin ariкета hori. Marteko grabitatea hemengoaren herena izanik, gure hezurak oso ahulak izango lirateke. Bihotzaren tamaina ere aldatuko litzateke. Izpi kosmikoetatik etengabe babestu beharko genuke, mutaziorik eragin ez dezaten gure gorputzean. Eta hango atmosferan ezin dugunez arnasarik hartu, gailu artifizialak beharko genituzke. Horrek guztiak eragina izango luke gure gorputzean.

NASAko Astrobiologia Sailean, oraindik ez dute bizirik aurkitu Lurretik kanpo, baina etengabe ari dira bilatzen eta imajinatzen nolakoa izango litzatekeen. Datu horiek kontuan hartu beharko genituzke ikusteko nola eboluzionatuko genukeen guk geuk Lurretik kanpo. Gauza bat argi dago: gu garen bezalakoak izatera iritsi gara oso baldintza jakin batzuetan, gure planeta txiki honetan. Gure itxura eta fisiologia ezingo lirateke mantendu beste baldintza batzuetan.

Interes zientifikotik harago, ba al dago Marten bestelako interesik?

Nire iritzia, zintzoki, hauxe da: gizartean, hiru botere-mota daude; militarra, ekonomikoa eta soft power-a, botere biguna. Azken horretan, AEBk irabazi dute alde handiarekin. Ikusten ditugun zinemako film gehienak estatubatuarak dira, ez txinatarak. Zer ikasten dute hurrek? Ingelesa, ez txinera. Jendea kaletik nola doa jantzita? AEBn bezala. AEBra zoazen lehenengo aldian, badirudi jada han egona zarelara, zure parte ere badela. Aldiz, Pekinera joanez

gero, talka kultural izugarria sentitzen duzu. Hori da soft power-a. Denon ahotan jarri zuten AEB espazioko lasterketek, Ilargira lehenengo pertsona bidali zutenean. Orain Marte da helburua. Baina Asia oso fuerte dabil.

Europako eta AEBko zientzia-sistemak ezagutzeko aukera izan duzu. Zer desberdintasun ikusi dituzu haien artean?

Eredu anglosaxoia oso desberdina da gurearekin alderatuta, finantziatutik hasita. Dirua egiten duten enpresek dirua itzultzen diote unibertsitateari. Guk ez dugu mezenasgorik hemen, eta uste dut kultura hori aldatu beharko litzatekeela. Hango unibertsitateek darabilten diru-kopurua beste magnitude batekoa da.

Bestetik, asko bultzatzen dute diziplina anitzek elkarrekin lan egitea. Ni fisikaria naiz, baina ikasi behar izan dut biologia, medikuntza... Diziplina guztietako jendearekin egin dut lan. Eta hori da politena: fisika sartzea medikuntzan, kuantika sartzea biologian, fisika sukaldaritzan... Gaur egun, diziplina anitzeko talde baten barruan lan egiten ari ez dena, guztiz atzeratuta dago.

AEBn, gainera, zientzialari batzuk izarrak dira. Hemen, jendeak ezagutzen al du zientzialaririk? Etxenike, agian, baina nork ezagutzen du [Arkaitz Carracedo](#)? Inork ez. Han, zientzialari gazteak famatuak dira, izarrak. Zientzia Hollywood bihurtzen dute. Guk oso maila jasoa ematen diogu, halakoak garelako, baina gazteak ez dira horrela erakartzen. Euskal Herrian aspergarria da zientzia.

Desabantailarik ikusten al diozu hango zientzia-sistemari?

Bai, noski. Hango hezkuntza ez da doakoa. Ni Barakaldoko eskola publikora joan nintzen, eta bizitza guztian bekak izan ditut. Euskal Herriko Barakaldon jaio beharrean, AEBko Barakaldo batean jaio izan banintz, ezingo nukeen ikasi. Ez nintzateke iritsiko iritsi naizen tokira. Hemendik, eman zaidan aukera eskertu nahi dut, zeren hau ez da pertsonaren aha-leginaren emaitza bakarrik, gizartearena ere bada.

“Jendeak ideiak izan, baditu, baina sormena goitik sustatu behar da”

Orain, AEBn, hasi dira kolektibo baztertuentzat (latinoak, beltzak eta abar) laguntzak bultzatzen. Baidute bekaren bat. Zeren konturatu dira ez dakitela noren buruan egon litekeen minbiziaren aurkako txertoa lortzeko ideia! Agian, Otxarkoagako auzo txiro batean dago horretarako gaitasuna duena. Ezin dugu gaitasun hori galtzen utzi.

Jakina da musikari gisa sormena baliatzen duzula, baina zientzian ba al duzu aukera sormen hori adierazteko?

Bai, noski. AEBn asko bultzatzen da sormena. Edozein ate jo dezakezu esanez “ideia bat daukat”, eta atea irekitzen dizute. Hemen, ordea, “ideia bat daukat” esaten baduzu, bihar itzultzeko erantzuten dizute. Ez gaude prest gauzak aldatzeko. Han bai. Oso dinamikoak dira haiek; oso estatikoak, hemen.

Gogoratzen al duzu zientzian izandako inspirazio-uneren bat?

Bai. Tesia egiten hasi nintzenean, materialen zientzia baino ez zen: metalak, polimeroak eta abar. Baina, egun batean, klik bat egin zidan barrenean; argi ikusi nuen erabiltzen nuen positroien teknika hura zelula batean ere erabil zitekeela. Emozionatuta, lagun biologo bati deitu nion, [Ainara Castellanos Rubio](#) lagunari; parrandan zebilen une hartan. Nire bizitzako elkarrizketarik garrantzitsuena izan genuen! Esan nion, erdi txantxetan: “Zure zelulak akabatuko ditut nire positroiekin. Ze tamaina du zelula batek? Zer gertatuko litzateke...?”. Ez nuen lorik egin gau hartan. Artikulu zientifikoak irakurtzen eman nuen. “Bai, aplikatu daiteke, aplikatu daiteke...”, zebilkidan buruan, eta ideia hura nire lehenengo artikulu zientifikoa bilakatu zen.

Iruditzen zaizu zientziaren barruan nahikoa baloratzen dela sormena?

Sormena beharrezkoa da zientzian, benetako aurrerapausoak emateko. Sormenik gabe izan zaitezke zientzialari ona, baina inoiz ez bikaina. Jendeak ideiak izan, baditu, baina sormena goitik sustatu behar da. Ezinbestekoa da unibertsitateko irakasle eta tesi-zuzendariek beren ikasleen sormena sustatzea.

Eta badago beste kontu bat: ideia onenak azaltzen dira diziplina asko elkarrekin lanean arituta. Lagun hura biologoa zen, ni fisikaria. Ezinezkoa litzateke ekarpen hori diziplina bakarrean egitea. ●

STEAM ESPERIMENTUAK

haurrentzat

Etxeko zientzialari txikientzako liburua



LIZ LEE H

elh

17,50 €

www.elhuyar.eus/denda





Itsasoari begira

Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute · Elhuyar Zientzia

Ozeanokoak dira planetako ekosistema-rik ezezagunenetakoak. Han daude giza-terriaren hurrengo erronka zientifikorik handienak, Nazio Batuen arabera. Indar eta ahalmen ikaragarriko gunea da, baina egoera kritikoan dago. Gizartea itsasora begira jarri eta erronka horiei heltzeko deia egin du UNESCOk. Itsas Zientzien Hamarkada izendatu du 2021-2030ekoa, itsasoari begira jar gaitezen. Hamarkada-ko erronka nagusiez hitz egin dugu itsa-soko lau aditurekin.

Itsasoari zor dizkiogu gure planetako prezipitazioak, ur edangarria, klima epela, elikaduraren parte handi bat, baita arnasten dugun oxigenoaren zati oso handi bat ere. Funtsezko baliabidea da, Lurrean bizia egon dadin. Baina osasun-egoera gero eta larriagoa du, eta [Nazio Batuek berek jarri zuten 2030erako helburu gisa ozeanoaren kudeaketa zuhurra eta ja-sangarria egitea](#). "Gure zibilizazioa denborarik gabe geratzen ari da ozeanoen osasunaren erabateko gainbehera saihesteko", dio [UNESCOk argitara-tutako Itsas Zientzien Txosten Orokorrak](#). Uraren azidifikazioa, plastifikazioa, beroketa, eutrofizazioa eta kutsadura dira, gaurko egunez, itsasoak dituen arazo larrienetako batzuk. Haren kudeaketa jasan-garriak, beraz, gure kontraesan eta muga askoren aurrean jartzen gaitu.

Ibon Cancio Uriarte
Biologoa
PiEko-EHuko ikertzailea



Ganix Esnaola Aldanondo
Fisikaria
PiEko-EHuko ikertzailea



“Ahalmen farmazeutiko handiko tokia da itsasoa. Nora begira dago industria bioteknologikoa?”

Nazio Batuek esana da ozeanoa ondo ezagutzea dela gizateriak une honetan duen erronka zientifiko handienetako bat. “Ez ahaztu bizia itsasoan sortu zela”, dio Ibon Cancio Uriarte PiE Plentziako Itsas Estazioko biologoak. “4.000 milioi urte eman ditu biziak itsasoan eboluzionatzen, lehorrean ez bezala, eta ikaragarria da hango biodibertsitatea”. Dibertsitate hori ikusezina da guretzat, baina milioika espezie daude identifikatu gabe.

“Dibertsitate ikaragarri horretan, etengabeko lehia daude organismoak: elkarri aurka egiteko konposatuak ekoizten dituzte, esaterako, eta horietako askok interes handia dute ikuspuntu medikotik. Itsasoko mikroorganismoek, adibidez, ez dakigu apenas ezer, baina biodibertsitate handi horrek ahalmen farmazeutiko handiko tokia bihurtu du itsasoa. Nora begira dago industria bioteknologikoa? Itsasoari begira jarri behar du behingoz, etorkizuneko antibiotikoak, probiotikoak eta antioxidatzaileak bilatzeko, besteak beste”.

Ahalmen energetiko handiko lekua ere bada ozeanoa. Golkoko itsaslasterrak, esaterako, ur epela mugitzen du Mexikoko Golkotik Ipar Atlantikora. 100 m-ko sakonera eta 1.000 km-ko zabalera du: 80 milioi m³/s-ko emaria. Alegia, Amazonas ibaia-
ren fluxua baino 300 aldiz indartsuagoa. Beste forma asko ere baditu ahalmen energetiko horrek: olatuen indarra, mareak, gradiente termikoak, gazitasun-gradienteak, haizea... “Ozeanoko energiak

“Ikerketari dagokionean, itsasoari bizkarra emanda bizi den gizartea gara euskaldunok”

Europar Batasunak kontsumitzen duen energiaren % 10 ekoitz lezake, eta % 0,4 besterik ez gara sortzen ari orain; haren ahalmenaren oso zati txikia. Bitartean, erregai fosilez eta energia nuklearrak hornitzen jarraitzen dugu”, dio Jesús María Blanco Ilzarbe EHuko ingeniariak eta itsasoko energiaren ikertzaileak.

Baliabide mineral garrantzitsuak ere eskaintzen ditu. Arazoa da itsas hondoren % 5 bakarrik da-goela mapatuta. “Portugal, adibidez: munduko lurralderik handienetakoa da. Lur gutxi du, baina itsas hondoa izugarri handia, Portugal kontinentetik Azoreetara eta handik Madeiraraino. Hango itsas-hondoa ezagutuko balute, baliabide ikaragarriak lortu ahal izango lituzkete”, dio Canciok.

Ozeanoko baliabideen oparotasun hori da, ordea, kasu askotan neurririk gabe ustiatu eta modu ez-jasangarrian kudeatzera eraman gaituena. Ozeanoaren funtzionamendua eta hango bizia ondo ezagutzea da kudeaketa jasangarria egiteko ga-koetako bat. 2021-2030eko hamarkada Itsasoaren Hamarkada izendatuta, itsas zientzien garapena bultzatu nahi ditu UNESCOk.

“Itsasoaren ondoan bizi gara euskaldunok, baina, ikerketari dagokionean, itsasoari bizkarra emanda bizi gara”, dio Ganix Esnaola Aldanondo fisikariak, etsipenez. Ozeanografia fisikoko ikertzailea da EHUn. “Arrantza kenduta, eta itsasotik erauz dai-

Eider Andonegi Odriozola
Ozeanografoa
AZTIko ikertzailea



Jesús María Blanco Ilzarte
Ingeniaria
EHUko ikertzailea



“Arrantzaren kudeaketa-eredua aberastu behar dugu, ekosistemaren ikuspegia barneratuz”

“Energia-egiturek ozeanoko floran eta faunan duten eragina murriztu behar dugu”

tezkeen baliabide energetikoez harago, ez gara askorik egon itsasoari begira. Beste herrialde batzuekin alderatuta, askoz ere ikertzaile-komunitate txikiagoa dugu itsasoan lanean, 1:100 ratioan, kasu askotan”.

“Egia esan, Ilargia hobeto ezagutzen dugu itsasoa baino”, dio Ibon Canciok. AEBri erreparatu besterik ez dago: ur azpian dute beren jabetzako lurraldea-

ren % 50, baina 1.600 aldiz gehiago inbertitzen dute espazioa esploratzen ozeanoa esploratzen baino.

Zientzian, distira egiten duen oro ez da urre

“Gezurra badirudi ere, itsasoa ikertzeko arazo handienetako bat datuena da”, —dio Eider Andonegi Odriozola AZTIko ozeanografoak—. “Gatazka handi bat dago. Batez ere Europako hegoaldeko herrialdeetan ohikoa da datuak partekatu nahi ez izatea.



Itsasoko biodibertsitateak bizidun eta fenomeno harrigarriak ezkututzen ditu. *Costasiella kuroshimae* nudibrankioa, esaterako, fotosintesia egiteko gai da, jaten dituen algen kloroplastoak bere eginda. Kleptoplastia deitzen zaio fenomeno horri. ARG.: Scuba Ponnie/Shutterstock.com.

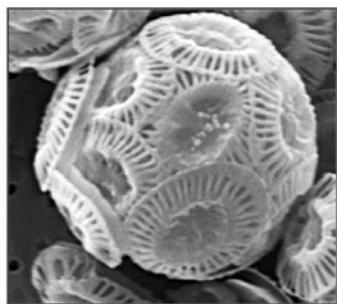
Planetako bigarren birika kolokan?

Basoak eta ozeanoak dira planetaren bi birikak. Ozeanoetako fitoplanktonak sortzen du atmosferako oxigenoaren % 50 baino gehiago, eta [gizakiok atmosferara igortzen dugun CO₂-aren % 30 xurgatzen du](#). Ozeanoetako fotosintesiak klima-aldaketa leuntzen du horrela, baina atmosfera zaintzeko lan horretan, azidifikazioa datorkio bueltan: CO₂ hori guztia uretan disolbatzean, itsasoaren pH-ak behera egiten du.

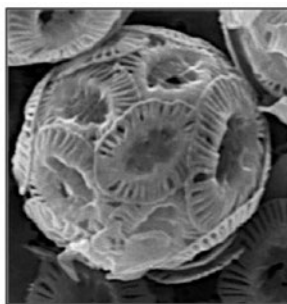
[Industria Iraultzatik hona % 26 handitu da itsas zabaleko uraren azidifikazioa](#), eta askoz ere gehiago handitzea espero da. Ozeanoaren kimika aldatzen ari da, eta itsas bizitzak pairatu duen aldaketa bortitzena izan daiteke. Azidotasunak kaltzio karbonatoz egindako egiturak disolba-

tzen dituenaz, itsasoko bizidunen egitura karedunak desegiten ditu. Ez bakarrik moluskuenak, krustazeoenak eta koralenak; itsasoan animalia askoren larba-egoeran dira behar-beharrezkoak egitura karedunak, hain zuzen ere beren bizitzako egoera zaurgarrienean.

Are gehiago, plankton-espezie askok ere badute egitura kareduna. Eta ozeanorik azidoenetan, dagoeneko, hasi dira ikusten ondorioak: [ondo osatu gabeko fitoplanktona azaldu da](#), kaltzifikazio eskasekoa. Hortaz, planktona —itsasoko elika-katearen oinarria eta planetaren birika den hori— kolokan jar dezake azidifikazioak? Planeta mailako krisia izan liteke, hala gertatuz gero.



-

CO₂ + temperatura

+

Dagoeneko hasi dira azidifikazioaren ondorioak pairatzen ozeanoko bizidunak: ondo osatu gabeko fitoplanktona azaldu da ur azidoenetan. Eskuineko kokolitoforeak kaltzifikazio eskasa azaltzen du ur arrunteko alearen aldean (ezkerrean).

ARG.: UAB.

Tabu moduko bat dago. Guretzat, ekosistemen dinamikak ikertzeko, arazo larri bat da hori, ezinezkoa baita institutu bakoitzak datu horiek guztiak ikertzea”.

“Nik ez dakit zer den, datuen banaketaren kultura-falta edo zer den”, dio Esnaolak. Itsasoaren gainazala aztertzeke, beharrezkoak ditu sateliteetako datuak. “Aurreiritziengatik, normalean AEBko agentziekin esperoko nuke arazoak izatea, baina askoz ere errazago eskuratzen ditut NASAko datuak Espainiako Meteorologia Agentziarenak baino”.

“Itsasoaren parte handi bat guztiona da, baina haren ustiaketa nazio gutxi batzuen eskuetan dago”

UNESCOk adierazi du funtsezkoa dela ozeanoaren informazio-sistema partekatu eta ireki bat sortzea. Are gehiago, ikerketa-baliabideak partekatu eta kolaborazio-sareak indartzeko eskaera publikoa egin du. Haren iritziz, ezinbestekoa izango da munduko zientzia ozeanikoaren arkitektura aldatzea, hamarkada honetarako jarri dituzten helburuak lortzeko.

Izan ere, herrialde guztiek ez dituzte ikerketarako baliabide berak. “Itsasoaren parte handi bat guztiona da —dio Canciok—, baina haren ikerketa eta ustiaketa nazio gutxi batzuen eskuetan dago, horretarako baliabideak dituztenen eskuetan bakar-bakarrik”. Eskualdeen interesak ere desberdinak dira: Asian joera handia dute itsas teknologia eta ingeniariartzarako; Europan, ozeano eta klimaren arteko harremana ulertu nahi izateko; Afrikan, giza elikadura eta osasuna asetzeko.

Zientzia guztiak inplikatzeko deia

Sistema sozioekologiko konplexua da itsasoa, eta benetako kudeaketa jasangarria lortzeko ikuspegi integrala izatea eskatzen du. Hartara, zientzia-alor

guztiei egin die deia UNESCOk, itsasora begira jar daitezten: fisikariak, soziologoak, biologoak, ingeniariak, ekonomialariak, medikuak...

“Denok elkarrekin lan egiten ikasi behar dugu —dio Andonegik—. Ez bakarrik zientzialariek, itsasoko beste eragileek ere: arrantzaleak, surflariak, administrazioa, herri-erakundeak... Begira zein den gure errealitatea: administrazioarekin elkartzen garenean, eragile bakoitzak bere helburua duenez eta gatazkak sortzen direnez, ez gara mahai berean esertzen. Ez dugu elkarrekin eztabaidatzen. Horrek ezin du horrela jarraitu”.

“Are gehiago, esango nuke gizarte osoa inplikatu behar dela. Gizarte hezia behar dugu”, dio Canciok. Esnaolak ere bat egiten du: “Itsasoko baliabideen ustiaketa basatia ez da amaituko gizarteak gogor eskatzen ez duen arte. Aldaketak aldarrikatuz, edo ustiaketa-modu jakin batetik datozen produktuak ez kontsumituz... Kasuistika zabala da, baina beharrezkoa”.

Ikerketa-erronka nagusiak

Hamarkadari begira, ikerketa-esparru bakoitzak dituen erroka nagusiez hausnartu dute Canciok, Andonegik, Esnaolak eta Blancok.

Itsas ekosistemen behaketan erroka handia ikusten du Canciok: “Tresna genomikoak txertatu behar ditugu itsas ikerketan. Behatoki genomikoak sortu behar ditugu: horrek erakutsiko digu nola aldatzen ari diren ekosistema itsastarrak, zenbateraino galtzen ari garen bioaniztasuna, eta itsasoko baliabide bioteknologikoen ikerketa eta ustiaketa jasangarria indartuko du, mikroorganismoena batez ere”.

Andonegik arrantza-sektoreari ikuspegi kritiko batetik begiratu dio: “Arrantzaren kudeaketa-eredua hobetu behar dugu. Arrainen stock-ak nola dau den aztertu eta arrantza-kuotak ezartzen direnean, epe laburreko ondorioak baino ez dira begiratzen: zenbat harrapatu daitekeen, datorren urtean bio-

masa manten dadin. Gainera, espezie bakar bati begira egiten da kudeaketa. Ez da aztertzen espezie horren harrapaketak handitzeak zer eragin duen espezie horrekin erlazonatutako beste espezie guztietan. Esaterako, antxoaren harrapaketak handitzeak predatzaileetan ere nola eragingo duen jakin behar da. Predatzaileen gantz-edukia asko murriztu eta beren nutrizio-ahalmena murriz dezakete". Argi du Andonegik: "Ekosistema-mailako kudeaketa egin behar da, erlazio trofiko osoak kontuan hartuko dituen. Gainera, klima-aldaketak ere erronka handiak jarri dizkigu mahai-gainean. Espezie-mugimenduek arrantza aldatuko dute".

Esnaolak ozeanografia fisikoari erreparatu dio. Satelite-irudiez baliatuta, ozeanoaren gainazalean zer gertatzen den ikertzen du. "Zientzialariek ez dakigu azaletik behera zer gertatzen den. Hamarkada honetan, gakoa izango da ozeanoaren egitura bertikal guztia ondo ulertzea". Oinarri sendoa jarriko luke etorkizunerako, ondo ulertzea zirkulazio termohalino, korronteen eta mantenugaien zirkulazioa, eta, oro har, ozeanoaren dinamika baldintzatzen duten prozesu guztiak.

Olatu eta mareen energiaren teknologia hastapenetan dago oraindik. "Gehiago garatzeko, ondo eza-gutu behar dugu olatu eta mareen barne-funtzionamendua, eta eredu atmosferiko sendo bat behar dugu. Izan ere, olatuak haizearen eraginez sortzen dira, eta hark bideratzen ditu norabide batean edo bestean. Horren ezagutza fluidodinamikoa da teknologia-mota honek hamarkada honetarako duen erronka handienetakoa", uste du Blancok.

Bestalde, itsasoaren baliabide energetiko garatzena haizearen indarra da. "Gaur egun itsasoan jartzen diren aerosorgailu handiek ez dute zerikusirik duela bost urte eskas jartzen zirenekin. Tamainan asko handitu dira: 100 metroko luzera duten palak dira jada. Gainera, batzuk itsas hondoan finkatuak daude, baina besteak flotagarriak dira. Egitura flo-

tagarriek asko handitu dute itsas parkeak garatzeko aukera", azaldu du Blancok.

Lehen kostatik oso gertu jartzen ziren aerosorgailuak, haietan lortutako energia kontsumo-punturaino ekarri behar delako. "Arazo hori gainditzeko doa jada, akoplamendu elektrikoaren eskema berriekin, urpeko kableekin, bai eta plataforma horiek garraiatzeko gai diren itsasontziekin ere. Orain, erronketako bat da hobeto ezagutzea itsasoak zer ezaugarri dituen kostaldetik urruti, eta itsas zabaleko haizearen eredu matematiko onak egitea, aerosorgailuak kartzeko tokirik onenak identifikatzeko".

*"Itsasoko baliabideen
ustiaketa basatia ez da
amaituko gizarteak gogor
eskatzen ez duen arte"*

Esnaolak garrantzia eman dio datozen hamarkadetan kliman eta ozeanoan gertatuko diren aldaketak ulertu eta aurreikusteko gai izateari: "Ez dugu instalatuko olatuetatik energia eskuratzeko egitura bat, ingurumenean kalte egingo duena, baldin eta ziur ez bagaude datozen 50-100 urteetan aprobetxagarria izango dela. Hau da, ez duela balioko bakarrik 20 urterako, eta gerora etorriko diren aldaketengatik, ez duela errentagarritasunik izango", dio Esnaolak.

"Halako egiturak ezartzen ditugunean, lan handia egin behar dugu oraindik ozeanoko floran eta faunan duten eragina minimizatzeko —hausnartu du Blancok—. Esaterako, animaliek migratu ahal izan dezaten, halako makina handiek eragozpenik eragin gabe. Egitura erraldoiak jartzen ari gara, eta turbinak sortzen duten soinuak espezie asko desorientatzen ditu. Norvegia eta Danimarkako unibertsitateetan aztertzen ari dira jada nola interakzionatzen duen marrazoen, baleen edo foken sonarrak halako



Haizearen energia da itsas energiaren teknologia guztien artean gehien garatu dena. Olatu eta mareen energiaren teknologia garatzeak ikerketa gehiago egitea eskatzen du; itsasoaren barne-funtzionamendua hobeto ezagutu eta eredu atmosferiko sendoagoa izatea, besteak beste. ARG.: Shaun Wilkinson/Shutterstock.com.

egiturekin, ikusteko nola jaso dezaketen seinale bat esanez "hemen egitura bat dago, eta ez da arriskutsua". Horretarako, ordea, jakin behar dugu nola ulertzen duten animaliek sonarraren bidez. Beharrezkoa da. Bestela, egitura erraldoiak sartuko ditugu itsasoan, haiek zer eragin izango duten jakin ere egin gabe".

Itsasoko animalien biomimetika imitatzeko erronka ere badute ikertzaileek. "Marrazoen kasuan, ez da ulertzen nondik ateratzen den eraso edo ihes egin behar dutenean sortzen zaien indar ikaragarria. Giharrei begira bakarrik ez dago azaltzerik. Hidrodinamika ulertu behar dugu: azaleko mikroespikulen mugimenduak bakarrik azaldu lezake hori. AZTI eta PiE-EHUrekin lanean aritu gara, marrazoen espikula imitatzeko. Itsaso barruan sartzen ditugun egitura erraldoi horien mugimendua eta hidrodinamika errazteko balioko du".

Protokoloen esperoan

Ikerketaz harago, ikertzaileen eta kudeatzaileen arteko harremana sakondu eta koordinazio-meka-

nismoak hobetzeko beharra ere ikusi du UNESCOk. Bestetik, hamarkada honetan egiten den lanak isla izan beharko luke legedian. "Espero izatekoa da hamarkada honetan hainbat protokolo adosten joango direla Nazio Batuak", dio Canciok. Aurrekoa bioaniztasunaren hamarkada izan da, eta hainbat protokolo sinatu dira. Kartagenako protokoloa onartu zen —genetikoki eraldatutako organismoen ingurukoa— eta Nagoyako protokoloa —adierazten duena norbaitek beste herrialde bateko baliabide genetikoak hartu eta onura ekonomikoa lortzen badu, onura ekonomiko horren parte bat jatorrizko lurraldeari itzuli behar zaiola—.

"Espero dut horrelako egitasmoak sortzen hasiko direla itsasoaren hamarkadan ere. Adibidez, Nagoyako protokoloak hutsune handi bat du jurisdiziorik gabeko itsasguneetan, itsasoaren bi herenek ez baitu inolako jaberik. Nor arduratuko da hango bioaniztasuna zaintzeaz? Hango onura guztiak lurralde aberatsak ari dira eskuratzen, horretarako baliabideak dituztenak. Nagoya 2.0 behar dugu". ●

Giza kanten unibertsaltasunaz

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Aspaldiko eztabaida da musika unibertsala ote den. Kultura guztietan egiten da musika, eta hizkuntza unibertsala dela ere esan izan da. Alabaina, aditu ugari ukatu egiten dute ideia hori; haien arabera, dibertsitate musikala handiegia da elementu komunen bat topatzeko kultura guzti-guztietan. Auzia argitzeko orain arte egin den ikerketarik osatuenean, ordea, ondorioztatu dute baietz, musikak badituela ezaugarri komunak kultura denetan.

AEBko, Kanadako eta Alemaniako zenbait unibertsitatek egin dute lana, datuen zientzia berriena azken ehun urteetako grabaketa etnografikoekin eta diskografikoekin uztartuta. [Emitzak Science aldizkarian argitaratu dituzte](#), eta erabiltzaile guztien eskura jarri dituzte osatutako [datu-baseak eta aurkezpen interaktiboak](#).

“Guztiek dituzte kanten lau testuingurutarako: dantza, sendatzea, maitasuna eta sehaska-kanta”

Musika bokalari jarri diote arreta, hau da, ahots hutsez egiten denari, hori baita denen muina. Guztira, ezagutzen diren kultura guztien adierazgarriak diren 315 kulturatako kanten aztertu

dituzte, eta ikusi dute denetan badirela kanten lau testuingurutarako: dantza, sendatzea, maitasuna eta sehaska-kanta.

Testuinguru bakoitzaren barruan, hiru parametroren arabera sailkatu dituzte: formalitatea (ekitaldi arautuekin lotua), bizigarritasuna (testuinguru pizgarriak) eta erlijiositatea (espiritualtasunarekin erlazionaturakoak). Eta baieztatu dute kulturatik kulturara alde txikiagoa dagoela hiru parametro hauetan, kultura bakoitzean testuinguru bateko eta besteko kanten artean baino.

Webgunera sartu ziren 29.357 bisitarik betetako galdeketa ere ondorio hori indartu du, nahikoa sendotasunez asmatu baitute zer testuingurutarakoak diren entzundako kanten (% 42,2tan; ausaz % 25 litzateke). Gehien asmatu dituztenak testuingurua dantza dutena dira; ondoren datoz sehaska-kanten eta sendatzekoak; eta azkenik,



ARG.: Dick Powis Washington University in St. Louis.

ia-ia aliritzira asmatzearen pare (% 26,2), maitasuna. Hala ere, ikertzaileek ohartarazi dute bisitari gehienak mendebaldeko kulturakoak zirela; hain justu, beste kulturetako musikak entzutera ohi-tuenak daudenak.

“Dibertsitate handiagoa dago gizarte bakoitzaren barruan, gizarte desberdinen artean baino”

Monotoniaren eta kaosaren artean

Bestalde, frogatu dute, hizkuntzekin gertatzen den bezala, musikak ere botere-legea betetzen duela kultura guztietan: melodia-unitate sinple gutxi batzuk sarri errepikatzen dira, eta haien artean sartzen dira, askoz ere maiztasun txikiagoa-

rekin, unitate luze eta konplexuak. Horren bidez, monotoniaren eta kaosaren arteko oreka lortzen dute.

Horrenbestez, ondorioztatu dute gizarte guztietan dagoela musika; dibertsitate handiagoa dagoela gizarte bakoitzaren barruan, gizarte desberdinen artean baino; testuinguru berean, ezaugarri batzuk komunean dituztela denek; eta arau batzuk ere unibertsalak direla.

Ikertzaileek onartu dute, lan zabala den arren (orain arteko zabalena), oraindik musika eta alderdi ugari geratzen direla aztertzeko, eta ikertzen jarraitzeko asmoa dutela aurreratu dute, jakiteko zer mekanismoren bidez den musika esperientzia unibertsal bat. ●

Makinak norberaren ahotsaz hitz egin dezan

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Inma Hernaez Rioja Bilboko Goi Ingeniaritzako Eskolako irakasle katedraduna da, eta Aholab ikerketa-taldearen sortzailea. Taldea 1995ean jaio zen, EHUren barruan, eta euskarazko hizketa automatikoa lantzen dute. Nahiko lan isila izan da, orain arte. Hain zuzen, azken proiektuak, [AhoMyTTS](#), izan dituen oihartzuna eta harrera hain izan dira handiak, ezen sistema eten egin behar izan zuten, tarte batez.

Arrakasta horren atzean, urte askotako lana dago, eta abiapuntuan, berriz, bizipen pertsonal

bat: Hernaezen ahizpak ahotsa galdu zuen, operazio baten ondorioz. Eta hari eta hura bezalakoei komunikatzen laguntzeak bultzatu du bere ibilbidean. "Ahizpa izan da gure garapenen lehen erabiltzailea. Behin, ahizparen lagun min bati omenaldi bat egin zioten, eta omenaldi hartan ahizpak hitzaldi txiki bat eman zuen, aplikazioari esker. Aukera hori emateak sekulako indarra eman dit ikerketan aurrera egiteko".

Hastapenetatik gaur egunera, garapena nabarmena izan da. Orain dela 20 urte, ahots-sintesiko tek-

Nahikoa da erabiltzaileak ehun esaldi grabatzea, batzbesteko ahotsari egokitzeko berea. ARG.: Branislav Nenin/Shutterstock.com.





niketan kalitate ona lortzeko, pertsona baten grabaketa-ordu asko behar ziren. Adibidez, Sirik duen ahotsa lortzeko, 30 ordu inguru beharko zituztela esan du Hernaezek. Gainera, estudio batean grabatu behar zen, oso kalitate onarekin.

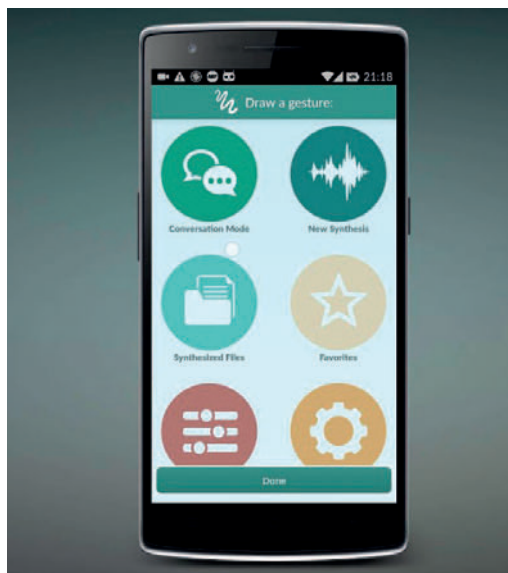
Teknika "moztu eta itsatsi" prozeduran oinarritzen zen. Ez ziren hitzak edo esaldiak mozten, baizik eta unitate txikiak: difonemak, trifonemak, bokalak edo kontsonanteak testuinguruarekin... Gero, testuinguruaren arabera, algoritmoak erabakitzen zuen zer unitate aukeratu datu-basetik. "Korpusean oinarritutako sintesia deitzen zitzaion. Oso garestia zen", zehaztu du.

Erabilgarritasuna eta kalitatea helburu

Hurrengo urratsa 2002. urtearen inguruan etorri zen, sintesi estatistiko-parametrikoki esker. Teknika horretan, lehenik, ahots-seinaleak parametrizatu egiten dira, eta, gero, parametro horiek elkar lotzen dira, tratamendu estatistiko baten bidez. Azaldu duenez, kalitatea ez da aurreko sistemarena bezain ona, baina askoz ere grabaketa gutxiagorekin baleko emaitza lortzen da. Gainera, estatistikoa izateak malgutasun handia ematen dio, eredu estatistikoa edozein lagini egokitu baitaioke.

Honela azaldu du prozesua. "Badugu batazbesteko ahotsa. Ahots hori ez da inorena, ahots eta hizlari askorekin egina dago. Ez dira edozein hizlari, hizlari profesionalak izaten dira; haien grabaketatik abiatuta lortzen da batazbesteko ahotsa. Gero, ahots hori edozein erabiltzaileraren ahotsera egokitu daiteke, eta, horretarako, nahikoa da ehun esaldiko lagin bat izatea".

Ehun esaldi horietan, soinu-konbinaketa guztiak daude, eta grabaketak ordu erdi inguru hartzen du. Aurrerapausoa agerikoa da, beraz, asko errazten baitu edonork izatea bere ahotsera moldatutako ahots sintetikoa. "Berez, esaldi gehiago grabatuz gero, kalitate hobea lortzen da, baina ezin diogu hori baino ahalegin handiagoa eskatu jendeari", dio Hernaezek.



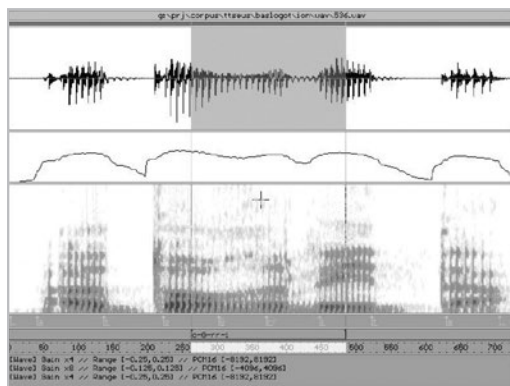
Norberaren ahots sintetikoa erabiltzeko aplikazioa erraz implementatzen da Android mugikorretan. ARG.: Aholab.

Beste muga batzuk ere baditu. Esaterako, ez da emozioak adierazteko gai: "Emoziodun korpus bat grabatuz gero, lor daiteke, baina, proiektu honetan, esaldiak neutroak dira, eta ez dugu egiten testuaren azterketa, emozioak bilatzeko. Hala ere, testuan jar daiteke, baina ez dugu egiten".

“Lanean jarraitzen dute kalitatea hobetzeko (algoritmo berri bat dute) eta laborategitik erabiltzailearengana egiten den bidea laburtzeko”

Baina alde onak nabarmenak dira: sintetizagailuak ez du memoria hartzen, erraz inplementatu dute Androiden, mugikorrean denbora errealean funtzionatzen du... Horrek guztiak aukera ematen dio edonori erabiltzeko egunerokoan. Eta hori zen hasierako helburua.

Izan ere, Hernaezek aitortu du gaur egun badaudela kalitate hobea ematen duten sistemak, bereziki, sare neuronaletan oinarritutakoak: “Egungo sintesiteknologia izugarri ona da. Nik erakutsiko nizkizuke esaldi batzuk, eta zu ez zinateke gai izango bereizteko sintetikoa den ala naturala. Baina ezingo genuke Androiden sartu, edo denbora errealean erabili”.



Garatu duten proiektua sintesi estatistiko-parametrikorearen teknikan oinarritzen da. ARG.: Aholab.

Laborategitik erabiltzailearengana

Eta koska hori da: egunerokoan, komunikatzeko ahots sintetikoa behar dutenek dauden sistemak erabili behar dituzte, eta horiek oso mugatuak dira. Hala, kasu askotan, emakumeek gizon-ahotsa erabili behar dute; edo hizkuntza gutxitue-

tako hiztunek, hizkuntza hegemonikoa; edo haurrek, Sirirena. Erabiltzailearen ahotsaren eta sintetizagailuak eskaintzen duenaren tartea txikitzea izan da Aholaben xedea.

Garatu duten sistema, beraz, erabiltzailearentzat ahalik eta erosoan eta erraz izan dadin saiatu dira. Hau da funtzionamendua: “Erabiltzaileak lehenik ehun esaldi horiek grabatzen ditu, euskaraz edo gaztelaniaz, eta automatikoki sortzen da bere ahots sintetikoa duen aplikazio bat. Segidan, mezu elektronikoa bidez jasoko du, eta nahikoa du hor klik egitea, bere Android mugikorrera jaisteko. Ahotsa sistemako ahots gisa grabatzen da; beraz, komunikatzeko gure aplikazioan ez ezik, beste aplikazioetan ere erabil dezake, adibidez, liburuak irakurtzeko e-reader askotan, edo Adoben. Eta denbora errealean komunikatu daitezke”.

Mugikortasuna oso mugatua dutenek, berriz, tableta eta palanka edo iris-irakurgailua erabiltzen dutela zehaztu du. Kasu horretan, Windowsen integratzen dute.

Hain zuzen, erabiltzaileen artean daude alboko esklerosi amiotrofikoa duten pertsonak. Berez, ahotsa galdu duen edonori laguntzeko helburua du proiektuak, baina galera bat-batekoa denean (iktus baten ondorioz, esate baterako), zaila da bere ahots sintetikoa lortzea. Alboko esklerosi amiotrofikoa dutenek, berriz, pixkanaka galtzen dute mugitzeko ahalmena. Hortaz, diagnostikoa jasotzen dutenetik, denbora dute grabaketa egiteko eta beren ahots sintetikoa sortzeko.

Azken hiruzpalau urtetan, berriz, laringektomia egin behar zitzaizen pazienteekin aritu dira, Biocrucesekin batera. "Laringektomizatutakoek ahots esofagikoarekin hitz egin dezakete, baina, elkarlan honen bidez, medikuek informazioa ematen zieten pazienteei, ebakuntzaren aurretik grabaketa egiteko. Hartara, ondoren bazuten aplikazioa, lehen asteetan ezin baitute hitz egin", azaldu du Hernaezek. Dioenez, elkarlan horrek bultzada handia eman dio proiektuari.

Orain, lanean jarraitzen dute kalitatea hobetzeko (algoritmo berri bat dute) eta laborategitik erabiltzailearengana egiten den bidea laburtzeko. Ume-ahotsa ere eskuragarri jartzeko ahaleginak egiten ari dira, baita beste hizkuntza batzuetan ere eskuragarri izan dezaten, adibidez, katalanez. Azken helburua: behar duten guztiek izan dezatela ahots sintetikoaren bidez komunikatzeko aukera, ahalik eta modu pertsonalizatu, natural eta samurrenean. ●



Erabiltzaileen artean, alboko esklerosi amiotrofikoa duten pertsonak daude. Mugikortasuna oso mugatua dutenek tableta eta palanka edo iris-irakurgailua erabiltzen dute. ARG.: Sasirin Pamai/Shutterstock.com.

Haragia jatearen eta klimaren arteko erlazioa aztergai

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Berotze globalari galga jartzeko neurrien artean, haragia jateari uztea proposatu dute aditu batzuek; bereziki, hausnarkariena (txahalak, arkumeak, antxumeak...). Izan ere, digestioaren ondorioz, abere horiek metano asko askatzen dute atmosferara, eta metanoa da, hain zuzen, berotze-efektu handienetakoa duten gasetako bat. Hala ere, aditu guztiak ez datoz bat hausnarkariei egotzitako erantzukizunarekin.

"Klima-aldaketa eta hausnarkariak: aingeruak ala deabruak?". Izenburu hori jarri zioten BC3 klima-aldaketa ikerketa-zentroan egindako eztabaida-saio bati. Pablo Manzano Baena (Helsinki Unibertsitatea) eta Agustín Del Prado Santeodoro (BC3) ikertzaileek beren ikuspegia eman zuten lehenik; gero, Arantza Aldezabal Rotetak (EHU) eta Haritz Arriaga Sasietak (Neiker) hartu zuten hitza, labur, eta, bukaeran, arloko beste ikertzaile eta eragile batzuek ere parte hartu zuten eztabaidan.

Larreak, berotegi-efektuko gasak, abeltzaintza-ereduak, osasuna eta ongizatea, biodibertsitatea, ekonomia... Ertz askotatik aztertu zuten gaia. Horrenbestez, ondorioak ere anitzak izan izan ziren; baina, abiapuntuko galderari erantzunez, bi ideia azpimarra daitezke: batetik, haragi-kontsumoak kliman duen eragina konplexua da, ez da mugatzen hausnarkariak sortzen duten metanora; eta, bestetik, abeltzaintza eta artzaintza estentsiboak onuragarriak dira ingurumenerako.

Manzanok ikuspegi sozioekosistemikotik heldu zion auziari, eta [Climate research aldizkarian berriki argitaratu duen ikerketaren ondorioak](#) azaldu zi-

tuen. Haren arabera, gizakia abeltzain izan aurretik, beste belarjale batzuek hartzen zuten gaur egun ganaduak hartzen dituen lekuak, eta haiek ere isuriko zuten metanoa atmosferara. "Gainera, kontuan hartuta abeltzaintzak 10.000 urte dituela, eta gizakiak bultzatutako klima-aldaketak, berriz, 200 baino ez, ez dirudi abeltzaintzaren eragina hain besterainokoa izan behar duenik".

Abeltzaintza bertan behera utziko balitz ere, leku askotan arazoa berdina edo antzekoa izango litza-tekeela iragarri zuen: "Ez da asko ikertu zer eragin duten termitek kliman, baina, eremu tropikalean, oso litekeena da, artzaintza desagertuz gero, haiek hartzea gaur egun ganaduak hartzen duen lekua. Gainera, belarjalerik gabe, sasia mugarik gabe hasiko litzateke, eta horrek suteak izatea erraztuko luke. Eta suteek ere berotegi-efektuko gasak askatzen dituzte atmosferara".

Manzanoren iritziz, abeltzaintza beste hazkuntza-sistema batzuekin ordezkatzeko ez da irtenbidea. Aitzitik, metano-isuriak gutxitzea lortuta ere, areagotu egiten da ingurumenean eragiten den kaltea. Hori bai, ondo aztertu behar da nolakoa izan behar



Abeltzaintza estentsiboak lur-eremu handiegia hartzen duela arrazoitzen dute batzuek; horren ordez, uste dute hobe izango litzatekeela nekazaritzarako erabiltzea. Eremu horren zatirik handiena, ordea, ez da egokia nekazaritzarako. ARG.: Mikel Ortega/CC-SA-2.0.

duen abeltzaintzak isuriak gutxitzeko, eta, aldi berean, emankortasuna areagotzeko.

“Irtenbideek tokian tokikoak izan behar dute. Esaterako, herrialde pobreetan, aproposak izan daitezke simaurra baliatzen duten gasezko sukaldeak, etxe barruko aire-kalitatea hobetzeaz gain, metanoa karbono dioxido bihurtzen baitute, eta azken horrek metanoak baino eragin txikiagoa du berotegi-efektuan”.

Nola eta zer neurtzen den

Del Pradok, bere aldetik, haragia ekoiztean sortzen diren berotegi-efektuko gasen kantitatea neurtzeko sistemak kritikatu zituen. Izan ere, hausnarkariak, isolatuta, haragitarako erabiltzen diren beste espezie batzuek (txerriak, hegaztiak...) baino askoz ere gehiago isurtzen dute, batez ere, zelulosaren digestioan sortzen den metanoagatik. Alabaina, ekoizpen-sistema osoaren inpaktua aztertuz gero,

ondorioa bestelakoa da, ekoizpen-mota nolakoa den, asko aldatzen baita isuritako gas-kantitatea, eta, beraz, berotegi-efektuan sortutako inpaktua.

Ganaduaren aurkako beste arrazoi bati ere aurre egin zion. Hain zuzen, abeltzaintza estentsiboak lur-eremu handiegia hartzen duela arrazoitzen dute batzuek; horren ordez, uste dute hobe izango litzatekeela nekazaritzarako erabiltzea. Del Pradoren esanean, ordea, eremu horren zatirik handiena ez da egokia nekazaritzarako: “Gehiena sasiak eta baztertutako lurra dira, beste ezertarako balio ez dutenak”.

Datuak ere eman zituen: hasunarkariak kontsumitzen duten materia lehorraren % 14k baino ez du lehiatzen gizakiaren elikadurarekin. Monogastrikoen elikaduran erabiltzen diren osagaiek, ordea, neurri handiagoan lehiatzen dute gizakiarenarekin (artoa, lekaleak...).

Bestalde, haragia jatearen eragina klima-aldaketan benetan da txikia beste kontsumo-ohitura batzuekin alderatuta, adibidez, hegazkinez edo autoz bidaiatzea. Esaterako, Bilbotik Amsterdamerako joan-etorriko hegaldi batek urtean pertsona batek haragia kontsumitzearen pareko isuriak sortzen ditu, gutxi gorabehera.

“Ezin da parekatu abeltzaintza estentsiboak kliman sortzen duen eragina haztegi intentsiboek sortzen dutenarekin”

Horrek guztiak ez du esan nahi, ordea, ezin daitekeela hobetu abere-ekozpena, klima-larrialdiaren

mesedetan. Besteak beste, Del Pradok abere-hazkuntza optimizatzea proposatu zuen, ahalik eta baliabide gutxien behar izateko. Horrekin batera, isuriak sortzen dituzten prozesuak ondo aztertu eta hobetu beharko lirateke. Eta beste neurri bat ere gehitu zuen: botatzen den janari-kantitatea murriztea.

Amaieran, Aldezabal eta Arrieta ere bat etorri ziren ekoizpen-sistemak bereiztean, ezin baita parekatu abeltzaintza estentsiboak kliman eta, oro har, ingurumenean sortzen duen eragina, haztegi intentsiboek sortzen dutenarekin. Hortaz, hasierako galderak (aingeru ala deabru) ez du erantzun biribilik; aitzitik, ertz asko ditu, eta horietako bat garbi dago, solasaldian parte hartu zuten guztien iritziz: lekuko abeltzaintza estentsiboaren haragia jatea ez da bekatu. ●

Haragi-kontsumoak kliman duen eragina konplexua dela arrazoitu zuten jardunaldian. ARG.: Artxibokoa.



Euskal Herriko

txoko
guztietara
iristen
gara

Eta nahi baduzu...
baita **zure etxera** ere

Gazteberri: Urtebeteko harpidetza, 12 zenbaki: 18 euro*.

Argibideak: harpidetzak@gazteberri.eus

*Euskal Autonomia Erkidegorako eta Nafarrorako prezioa.

Sareko publizitatearen eromena

Sarean erabiltzaile bakoitzari bere gustuen arabera pertsonalizatutako publizitatea erakuts dakioke, eta denek irabazten dute: iragarleek aukera handiagoak dituzte iragarkia erosceta bihurtzeko, eta beren inbertsioaren errentagarritasuna handitzen da; eta erabiltzaileek ez dute hain intrusibotzat jotzen publizitatea, beren gustuekin bat doalako eta erabilgarritzat jo dezaketelako. Hala da teorian, baina hala da benetan?

Onlineko publizitatea gero eta garrantzitsuagoa da. Prospekzioen arabera, [publizitate-gastu guztiaren erdia baino gehiago onlinekoan egingo da](#) 2021ean. Gaur egun, teorian, webeko publizitatearen joera da pertsonalatuagoa, efektiboagoa eta errespetuzkoagoa izatea, gaur egun nagusi den iragartze-metodologiaren bidez: [publizitate programatikoa](#).

Eta zer da publizitate programatikoa? Bada, publizitatearen azoka birtual automatizatu moduko bat da. Bertan, hedabide eta webguneek publizitatea egiteko tokia eskaintzen dute, eta iragarleek iragarkiak jartzen dituzte erabiltzaile-tipologia eta bestelako parametro batzuk definituta. Bisitari bat hedabidearen orri batean sartzean, bisitariaren profila ezagututa, orriaren iragarkietarako tokia-gatik enkante moduko bat egiten dute iragarleek, eta, azkenean, helburu-profilera hobekien egokitzten den eta gehien ordaintzeko prest dagoen iragarleari esleitzen zaio tokia. Hori guztia software batek egiten du (hortik, programatikoa) eta milisekundotan gertatzen da.

Publizitate programatikoaren bidez, agente guztiek irabazten dute. Batetik, bere gustuen araberako iragarkiak erakusten zaizkionez bisitariari, batzue-tan, intereseko zerbait erosteko aukera ere izango du. Bestetik, aukera handiagoa denez iragarrita-

koa erosceta bihurtzeko, iragarleek inbertsioaren errentagarritasuna handitzen dute.

Publizitate programatikoko hainbat zerbitzu dau-de. Google, Facebook, Alibaba, Amazon, Instagram, Twitter eta halakoenak dira [ezagunenak, gehien erabiltzen direnak eta diru gehien jasotzen dutenak](#).

Ederregia egia izateko...

Baina publizitate programatikoak baditu gauza txar-rak; askotxo, egia esan. Hizkuntzari dagokionez, aipatzekoa da publizitate programatikoan euskarak eta euskal komunikabideek duten arazoa. Izan ere, ez da erraza azoka birtual erraldoi horietan lehia-tzea audientzia konparatiboki txikia duten euskal komunikabideentzat, non iragarki bakoitzeko gu-txi ordaintzen den. Eta plataformetako batzuek (Googlek eta Twitterrek, kasu) ez dute onartzen euskarazko publizitaterik. Euskarazko iragarkiak ez dira iristen euskal komunikabideetara edo eus-kal publikora, eta euskarazko komunikabideetan beste hizkuntzetako iragarkiak ateratzen dira. Hori guztia kontuan izanik, [Euskal PMP \(Euskal Private Market Place\)](#) ekimena jarri zuten martxan [Eusko Jaurlaritzak, EITBk eta Tokikom-ek, irailean](#): eus-karazko komunikabideak bilduko dituen publizitate programatikoko plataforma bat, non euskarazko iragarkiak jarri ahal izango diren.

Igor Leturia Azkarate
Informatikaria eta ikertzailea



Publizitateagatik diru-sarrera gehiago lortzeko, hedabideak audientzia handitu beharrean izaten dira, eta horrek praktika eta efektu kaltegarriak dakartza: sentsazionalismoa, [clickbait](#)-a, [amen-omen](#) edo [fake news](#)-ak...

Beste bat da irakurle edo ikusle faltsuena: agentzia asko daude hedabideen audientzia handitzen espezializatuak; horietako batzuek bidezkoak diren metodoak erabiltzen badituzte ere, beste batzuek trafiko faltsua lortzen dute, *bot* eta *malware*-en bidez. Beste amarru bat da web-orri baten benetako bisitari bati ehunka edo milaka iragarki "bistaratzea", baina benetan hari eragozpenik sortu gabe (pixel bateko tamainarekin, modu garden batean, beste

irudi batzuen atzean...); hau da, bisitariak benetan ez dituzte ikusten. Orria noizbehinka automatikoki freskatzeari bada beste tranpa bat. Eta, azkenik, iragarki-ikustaldiak neurtzeko metrika faltsuak erabiltzea da beste metodo zalantzazko bat: jotzea bideo-iragarki bat ikusi dela, nahiz eta erabiltzaileak hasieran emanaldia eten; artikulua luze baten beheko aldean dauden iragarkiak ikusitzat jotzea, eta abar.

Horrelako teknikak erabiltzen dituen webgune batean ez genduke inoiz publizitaterik kontratatuko, ezta? Kontua da publizitate programatikoan bitartekarien bidez egiten dela dena, eta ez duzula jakiterik zure iragarkiak non bistaratzen diren. [Hala, ikerketa batzuek diote iragarkien bistaratze](#)



ARG.: Everything possible/Shutterstock.com.

[faltsuak % 50-80 bitartekoak izan daitezkeela](#). Horrek adierazten du zer garrantzitsua izan daitekeen Euskal PMP moduko konfiantzako bitartekari eta komunikabideak erabiltzea.

“Gero eta gehiago entzuten da onlineko publizitatea izango dela lehertuko den hurrengo burbuila”

Erabiltzaileei dagokienez, jendeak ez du sentitzen publizitate programatikoari esker orain jasotzen dugun onlineko iragarkiak [egokiagoak](#) edo [ez hain intrusiboak](#) direnik. Eta hori sentiaraziko baligute ere, gure pribatutasunaren kontura izango da. Izan ere, gure profilari egokitutako iragarkiak jasotzeko, guri buruzko datuak behar dituzte, eta horretan jarduten dira sareko agente asko, guri buruzko informazioa pilatzen, berek baliatzeko edo beste batzuei saltzeko: irabazi-asmoa duten enpresen nabigatzaileak (esaterako, Google Chrome edo Microsoft Edge), sare sozialak, doako app-ak, webgune asko... Gero eta jende gehiago ari da erreakzionatzen haien aurka; nabigatzaileetarako luzapenak instalatzen dituzte, publizitatea ezkutatzen duten edo gure nabigazio-datuak biltzen dituzten *tracker*-ak nahasi edo blokeatzeko.

Gainera, hirugarrenen *cookie*-en bidez egiten den aipatutako *tracking* edo jarraipenaren aurkako gerra bat dago azkenaldian. Safari hasi zen lehenbizi, eta [Firefoxek ere, azken bertsioetan, *tracker*-ak blokeatzen ditu](#), besterik adierazi ezean. [Googlek](#)

[ere iragarri du Chrome bi urte barru hirugarrenen *cookie*-ak baztertuko dituela](#). Lehen begiratuan ez dirudi logikoa publizitate pertsonalizatutik bizi den Googlek pertsonalizazio hori zailduko dion neurriak hartzea, baina neurri horrek bere konpetentzia kalitetzen du gehiago. Izan ere, Googlek jasotzen du guri buruzko lehen eskuko nahikoa informazio bere tresnetatik: Android, Chrome, Maps, Search, Gmail, Youtube...

Aipatutako guztiagatik, [gero](#) eta [toki gehiagotan](#) entzuten da onlineko publizitatea izango dela lehertuko den hurrengo burbuila. Izan ere, erabiltzaile zenbat eta gehiagok egiten badio uko publizitateari eta pribatutasuna galtzeari, eta nabigatzaileek gure historialaren jarraipena egitea galarazten badute, gero eta benetako bisita gutxiago izango dituzte iragarkiek eta ez zaizkio erakutsiko erabiltzaile profil egokiari. Baina badira ia bost urte horrelako iragarpenak entzuten ditugula, eta leherketa ez da gertatzen, ziurrenik ondorioak ikaragarriak izango liratekeelako denontzat. Hedabide gehienek eta Googlek berak ezingo liokete eutsi publizitatearen sarrerarik gabe, eta, orduan, horiek denak ez erortzeko irtenbide bakarra litzateke beren zerbitzuak ordaintzea, eta mikroordainketak egiteko azpiegiturak, teknikak eta ohiturak garatu eta hedatu beharko lirateke. Badaude horretarako proposamen interesgarriak, [Brave nabigatzailea](#), adibidez. Baina ez dakit nik jendea prest egongo litzatekeen; ez ote garen gehiegi ohitu dena doan jasotzera... ●

Izan berria laguna

Susta ezazu euskarazko kalitatezko kazetaritza

BERRIALagun izateko aukerak

BERRIALaguna

Aukeratu kuota:

Hilean 10 €

Urtean 100 €



BERRIALagun harpideduna*

Aukeratu harpidedza mota:

Asteartetik igandera, hilean 37 €

Asteartetik ostiralera, hilean 24 €

Ostiraletik igandera, hilean 22 €

Asteburukoa, hilean 16 €



BERRIALagun iragarlea

Aukeratu kuota:

Urtean 80 €

Urtean 150 €

Urtean 225 €

Urtean 300 €

Urtean 500 €

Urtean 1000 €



Ikusi BERRIALagunen abantailak



Eunice Foote

Aitzindari laborategian eta feminismoan

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

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

Joseph Henry fisikariaren txanda zen. Pauso irmoz igo zen oholtzara. Ehunka zientzia-gizon zituen aurrean. Arnasa hartu, eta honela hasi zen: "Zientzia ez da ez inongo herrialdetakoa, ez inongo sexutakoa. Emakumeen esferak ez du soilik biltzen edertasuna eta erabilgarritasuna, egia ere biltzen du".

1856ko abuztuaren 23a zen; Zientziaren Aurre-rapenerako Amerikako Elkartearen (AAAS) zortzigarren urteko bilkura, Albany (New York). Ordura arteko jendetsuena izan zen.

Zientzialari estatubatuarren artean azken aurkikuntza eta aurrerapenak partekatzea zen bilera haien helburua. Henry aurkeztera zihoan lana, ez zen berea, Eunice Foote-rena baizik. Footeri ez zioten bere lana aurkezteko aukerarik eman, emakumea zelako; horregatik hasi zuen horrela aurkezpena Henryk. "*Circumstances Affecting the Heat of Sun's Rays*" zen Footeren lanaren izenburua ("Eguzki-izpien beroari eragiten dioten egoerak"), eta, bertan, besteak beste, CO₂-ak berotze-efektua zuela erakusten zuen, lehenengoz.

Bilera hartan aurkeztu zen lanik garrantzitsuenak izan zen, nahiz eta bilkuraren aktetan ez zuten jaso, ez Henryren aurkezpena, ez Footeren dokumentua ere. Hiru hilabate geroago argitaratu zuten, AAASen [American Journal of Art and Science](#) aldizkarian. Lehenago egin zioten kasu *Scientific American* aldizkarian. Iraileko zenbakiko zutabe batean Footeren lana goraipatu zuten: "Batzuen ustez, emakumeek

ez dute ikerketa zientifikorako behar den indar mentalik. Emakumeen betebeharren izaera dela eta, horietako gutxik izan dute zientzia modu esperimentalean lantzeko aukera, baina horretarako aukera izan dutenek erakutsi dute gizonen adinako ahalmena eta trebetasuna dutela ikerketarako [...]. Foote andrearen esperimentuek garbi erakusten dute emakumeek gaitasun handia dutela edozein gai originaltasunez eta zehaztasunez ikertzeko".

Esperimentu sinpleak bezain argiak egin zituen Foote. Kristalezko bi ontzi zilindriko, aire-ponpa bat, eta lau termometro izan ziren erabili zuen ekipamendu guztia. Lehenengo, ontzi batetik airea atera zuen, eta bestean gehiago sartu. Bi ontziek tenperatura bera hartu zutenean, eguzkitan jarri zituen, bata besteren ondoan. "Airea kondentsatuta zuen ontziak 43 °C hartu zituenean, besteak 31 °C baino ez zituen", idatzi zuen. "Ez neukan baliabiderik airearen kondentsazio- eta arrarifikazio-maila neurtzeko".

Horrela atera zuen lehenengo ondorioa: "Eguzki-izpien eragina handitu egiten da airearen dentsitatearekin, eta txikitu airea arrarifikatu ahala". Eta, gaineratu zuen: "Horrek eguzki-izpiek leku desberdinetan duten indarrari eragin behar dio, eta horregatik izango da hain ahula haien eragina goimendietako gailurretan".

Hezetasunarekin zer gertatzen zen aztertu zuen ondoren, eta hortik etorri zen bigarren ondorioa:

“Gaur egun berotegi-efektu gisa ezagutzen duguna aurkitu zuen Footek”

“Eguzki-izpien eragina handiagoa da aire hezean aire lehorrean baino”.

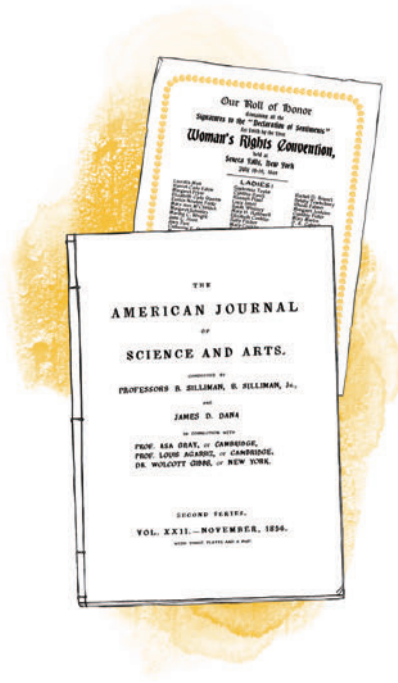
Azkenik, ontziak hainbat gasekin beteta egin zituen probak. Eta horra hirugarren ondorioa: “Eguzki-izpien eragin handiena karbono dioxidoarekin topatu dut”. Aire arruntarekin konparatuta, CO₂-z betetako ontzia gehiago berotzen zela ikusi zuen, eta hozten askoz denbora gehiago behar zuela ere bai. Garbi ikusi zuen horrek atmosferan izan zitzakeen ondorioak: “Gas horrekin osatutako atmosfera batek tenperatura altua emango lioke gure Lurrari; eta, batzuek dioten bezala, historiako garai batean airean gaur egun baino proportzio handiagoan egon bazen, nahitaez, tenperatura handiagoa izango zen, horren ondorioz”.

Gaur egun berotegi-efektu gisa ezagutzen duguna aurkitu zuen Footek. John Tyndall irlandarrak hiru urte geroago aurkituko zuen efektu hori bera. Askoz baliabide hobeekin egindako esperimentu sofistikatuago eta zehatzagoekin, Tyndallek frogatu zuen ur lurrunak, CO₂-ak eta hidrokarburo gasek (metanoak, esaterako), erradiazio infragorria xurgatzeko ahalmen handia dutela, eta horrek berotze-efektu bat duela Lurrean. Geroztik, Tyndall izan da berotegi-efektuaren aurkitzailea.

Footeren lana, berriz, ez da ezagutu duela urte gutxi arte; ezta Foote bera ere. Gaztetan, Tory Female Seminary eskolara joan zen. Emma Har Willardek sortu zuen eskola hura, eta emakumeentzako lehen zientzietako ikasketa-plana ere ezarri zuen, baita ikasleentzat soilik diseinatutako munduko lehen laborategiak jarri ere. Hantxe ikasi zuen Footek esperimentuak egiten.

Emakumeen eskubideen aldeko aktibista ere izan zen. 1848an Seneca Fallseko Batzarrean parte hartu zuen, Estatu Batuetan emakumeen eskubideen alde egin zen lehen batzarrean, eta batzar hartatik ateratako [Sentimenduen Adierazpena](#) sinatu zuen.

Gasek hainbat presio eta tenperaturatan dituzten propietate elektrikoak ere ikertu zituen, 1857an argitaratu zuen beste lan batean. Hurrengo urteetan papera egiteko makina berri bat sortu zuen, eta patente bat erregistratu zuen, “bota- eta zapata-zoletarako betegarri” batena: “pieza bakar bat, indiar kautxu bulkanizatuz egina, botek eta zapatek kirrinka ez egiteko”. ●



BAT ALDIZKARIA 113. ZENBAKIA

TXILLARDEGI-HAUSNARTU

EUSKAL SOZIOLINGUISTIKA

SARIAK (2019)

BELEN URANGA > Hitzaurre gisa.

MIGUEL GALICIA LAMBARRI > Ebaluazioa: euskararen aldeko ekimenen labirintoan orientatzeko gakoa.

JON FERNANDEZ SAN MARTIN > Ondarroako nerabeen hizkuntza ohiturak sare sozialetan. Kode alternantzia eta erregistroak.

XABIER MADORRÁN DE LA IGLESIA > Teknologia berriak eta hizkuntza gutxituak: ikt-en eragina euskaran.

JOSU OZAITA AZPIROTZ > Etnografia euskararen kultur aniztasunean: hemen da iragana ala etorkizuna.

LAURA ALBERDI ZUMETA > Eta hik zer uste dun/k? Azpeitiko gazteak hitanoaren inguruan hizketan: usteak, balioak eta diskurtsoak.

LANDER MUÑAGORRI GARMENDIA > Zergatik kantatu euskaraz? Euskal abeslarien hizkuntza hautua 2010eko hamarkadan. Izaro, Huntza eta En Tol Sarmiento musika taldeen kasuak.



harpidetu edo oparitu

URTEAN 40 EURO

ABANTAILAK:

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

www.soziolinguistika.eus/bat/harpidetza

943 592 556 — bat@soziolinguistika.eus

“Gehien erakarri ninduena izan zen gauzak zalantzan jartzen direla”

Ana Galarraga Aiestaran · Elhuyar Zientzia

Izar Agirresarobe Pineda
Filosofoa



Izar Agirresarobe Pineda

Donostia, 1993.

- Filosofiako gradua, Psikologiako gradua, eta **Filosofia, Zientzia eta Balioak masterra** egin ditu EHUn.
- Filosofiako praktikak egin ditu Elhuyarren, eta Psikologiako praktikak Ekin Emakumeak elkartean (Arrasaten).
- Egun, **doktoretza** egiten ari da **IAS-research ikerketa-taldean**.

Izar Agirresarobe Pineda filosofoa da, eta laster doktoretza egiten hasiko da, zientzian ere interes handia duen gai bat ikertzeko: plazeboa. Bi mundu horiek, filosofikoa eta zientifikoa, beregan nola gurutzatzen diren galdetuta, tarte txiki bat hartu du pentsatzeko, erantzun aurretik: "Filosofian, gauzen naturaren gainean hausnartzen da, eta kontzeptuak aztertzen ditugu. Eta ikusten dugu kontzeptuen inguruan sortzen diren arazo batzuk praktikan eragiten dutela. Zientzian, berriz, posible da kontzeptuen inguruan dauden eztabaida horietatik ideiak sortzea gero praktikara eramateko". Horrenbestez, elkar lotuta daude filosofia eta zientzia Agirresaroberentzat.

Lotura hori, baina, gerora iritsi da. Izan ere, unibertsitatera sartzeko hautaketa-proba egin aurretik, Psikologia ikasteko asmoa zuen. Horretarako nota nahikorik ez zuen lortu, ordea, eta Filosofia egiten hasi zen. Eta hara non, lehen mailan bertan, ohar-tu zen hura zela bere bokazioa: "Gehien erakarri ninduen izan zen gauzak zalantzan jartzen direla. Ordura arteko ikasketetan, bazirudien gauzak irakasten zizkiguten bezalakoak zirela, eta ez zitzaion arretarik jartzen eztabaidari eta galderak egiteari. Eta niri asko gustatzen zait ezagutzea zenbat modu dauden gauza bat ikusteko eta ikertzeko".

Zientziarekiko interesa, berriz, hirugarren mailan piztu zitzaion, Zientziaren Filosofia ikasgaiari. Aitor-tu duenez, aurretik zientziari buruz zuen ikuspe-gia beste bat zen: "Matematikarekin, fisikarekin... lotzen nuen, eta zerbait zurruna zela iruditzen zitzaidan". Gerora, ikusi zuen ez dela horrela, eta matematikaren filosofia ere badagoela, adibidez.

Elhuyarrera praktikak egitera joan zenean aurkitu zuen plazeboa. "Agustin Arrieta Urtizberea irakasleak [Sendabide ala iruzurbide. Medikuntza alternatiboa proban](#) liburua gomendatu zidan, eta Elhuyarren harekin lanean ari nintzela deskubritu nuen plazeboa". Hainbesteko jakin-mina sortu zion, ezen gradu-amaierako lanerako ere gai hori auke-ratu baitzuen.

Jarraian, unibertsitatean sartu aurreko asmoari heldu eta Psikologia egitea erabaki zuen. Nahiz eta hasieran ez zitzaion iruditzen baliagarria izango zitzaionik plazeboa eta plazebo-efektua ikertzeko, denborarekin ohartu da gai batzuk ikasi izana, neuropsikologia edo osasunaren psikologia, adibidez, ondo datorkiola orain. Hain zuzen, berriro itzuli da filosofiarantz eta plazeborantz.

Plazeboa eta plazebo-efektua, sakonean

Doktoretza egiteko bidean hasi berria da, plazeboa ikertzeko proiektu batean, [IAS-Research taldearen barruan](#). «Plazeboa eta plazebo-efektuaren arteko harremana ikertzea interesatzen zait; izan ere, intuitiboki, badirudi plazeboak beti sortzen duela plazebo-efektua, baina egile batzuek zalantzan jartzen dute hori. Horrez gain, plazebo hitza ezabatzea proposatzen dute zenbait egilek, eta horrek zer ondorio ekarriko lituzkeen aztertu nahiko nuke. Eta, bestalde, plazeboaren erabilera zer oinarri metodologiko duen, baita etikan plazeboaren erabilera arautzeko zer arau dauden ere».

Hori ikertzeko, IAS-Research taldearen laguntza ez ezik, Eusko Jaurlaritzaren diru-laguntza bat ere jaso du doktoretza egin ahal izateko. Hortaz, ez du ezkututzen pozik eta ilusioz gainezka dagoela. Ongi hornituta eta indartsu abiatu du bidea. ●



**Elkarriketa osoa
webgunean**



UPV/EHU Kultura
Zientifikoko Katedraren
lankidetzan egindako atala.

Proteinak birziklatzea, osasuntsu egoteko giltza

Gaur egun daukagun informazio guztiarekin, inor gutxi jarriko luke ezbaian hondakinak birziklatzea ezinbestekoa dela ingurumena babesteko. Bestela, pentsa: nola biziko ginateke berez hain emankorra eta aberatsa den Lur planeta hondakinez beteko bagenu? Oso nekez. Hondakinak neurrigabe pilatuz gero, besteak beste, naturak eskaintzen dizkigun baliabideak agortuko lirateke, animalia- eta landare-espezie ugariaren habitatak desagertuko lirateke, eta horrek guztiak planeta osatzen duten elementuen arteko desoreka eragingo luke. Laburki esanda, hondakinak ez birziklatzeak hondamendia lekarke.

Hondakinak birziklatzeak mundu mailan duen inpaktuaren parekoa dauka zelula mailan proteinak birziklatzeak. Proteinak dira zelulen funtzionamendua bermatzen duten molekula nagusiak. Haien ardura da, besteak beste, erreakzio kimikoak gauzatzea, geneak erregulatzea, molekulak garraiatzea eta zelulen egitura mantentzea. Zelula bakoitzak milaka proteina ditu, eta, gainera, oso era dinamikoan osatzen dira proteinak. Izan ere, unean uneko zelularen beharrei edo kanpoko estimuluei erantzuteko, etengabe ari da zelula mota askotako proteinak ekoizten eta deuseztatzen. Hortaz, ezinbestekoa da aurkako bi prozesu horien arteko oreka mantentzea, zelularen funtzionamendu zuzena bermatzeko. Horregatik, ez da harritzekoa gure gizartea gogor astintzen duten gaixotasun askoren jatorrian egotea proteinen sintesi- eta degradazio-prozesuen desorekak. Proteinen pilaketa patologikoaren ondorioz garatutako gaitzen artean ditugu, esaterako, alzheimerra, parkinsona eta huntingtona, guztiak ere aski ezagunak [1,2] (1. irudia).

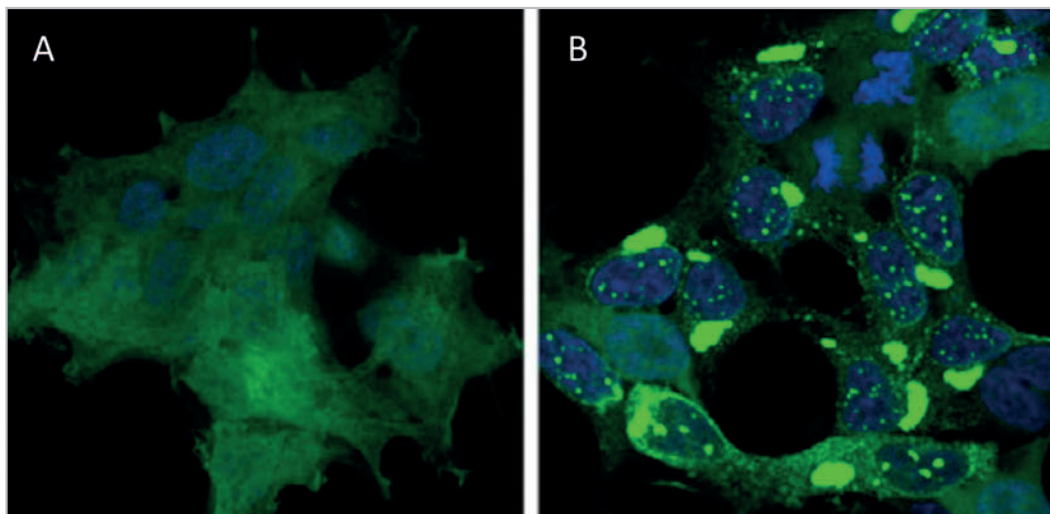
Proteinak: egokiro tolestu ala akabo!

Proteinak ekoizteko informazioa geneetan dago gordeta. DNA-katean dago zehaztuta noiz eta zer proteina sortuko den. Proteinen ekoizpen-fabrikatik, alegia, erribosometatik ateratzen den proteina baten egitura perlazko lepoko baten parekoa da, perlak aminoazidoak izanik. Alabaina, proteina horrek, funtzionala izateko, hiru dimentsioko egitura jakin bat izan behar du. Zelulan 20 aminoazidomota aurkitu ditzakegu, eta proteina bakoitzaren aminoazido-sekuentziak zehazten du zein izango den proteina horren hiru dimentsioko egitura funtzionala, hots, egitura natiboa. Zeluletako baldintzak oso bereziak dira, eta, ondorioz, proteinek egitura natiboa lortzeko, txaperoi molekular izene-ko proteinen laguntza behar izaten dute maiz. Gizakiok ehundik gora txaperoi ditugu, eta horietako bakoitza ehunka itu-proteinaren toleste-prozesuaz arduratzen da. Mutazioen ondorioz txaperoien jardura kaltetuta dagoenean, itu-proteinen toleste-prozesua ez da egokia izaten, eta, ondorioz, protei-



**Idatzi zuk zeuk
Gai librean atalean**

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



1. irudia. Zelulen mikroskopia bidezko irudiak. Berdez, zelulen zitoplasman dagoen proteina baten seinalea hautematen da. Urdinez, ordea, zelulen nukleoa dago markatuta [3]. (a) Zelula osasuntsuetan, zitoplasman barreiatuta dago berdez markatutako proteina. (b) Zelula gaixotetan, ordea, puntu berde biziak erakusten dute proteina hori agregatuta dagoela. ARG.: Sanders *et. al.*, 2014.

na horiek ez dira funtzionalak izaten. Degradatzen ez badira, zelulan pilatzen dira eta kalte larriak eragiten dituzte [4] (2. irudia).

Adibidez, HSPB1 deituriko txaperoian gertatutako mutazioek alboko esklerosi amiotrofikoa eta Charcot Marie Tooth izeneko neuropatia larria eragiten dute [5,6]. Eta CHIP txaperoia mutaturik daukatenek Gordon Holmes sindromea garatzen dute, hipogonadismoa eta arazo neurologikoak eragiten dituen gaitz bakana.

Baina proteinak gaizki tolestu eta ondorioz patologiak pilatzen diren kasu guztietan, errua ez da txaperoiena. Kasu batzuetan, genomak gertatzen diren mutazioak tarteko, proteinak behar baino aminoazido gehiagorekin ekoizten dira, eta horrek eragotzi egiten du proteinak dagokion egitura natiboa lortzea (2. irudia).

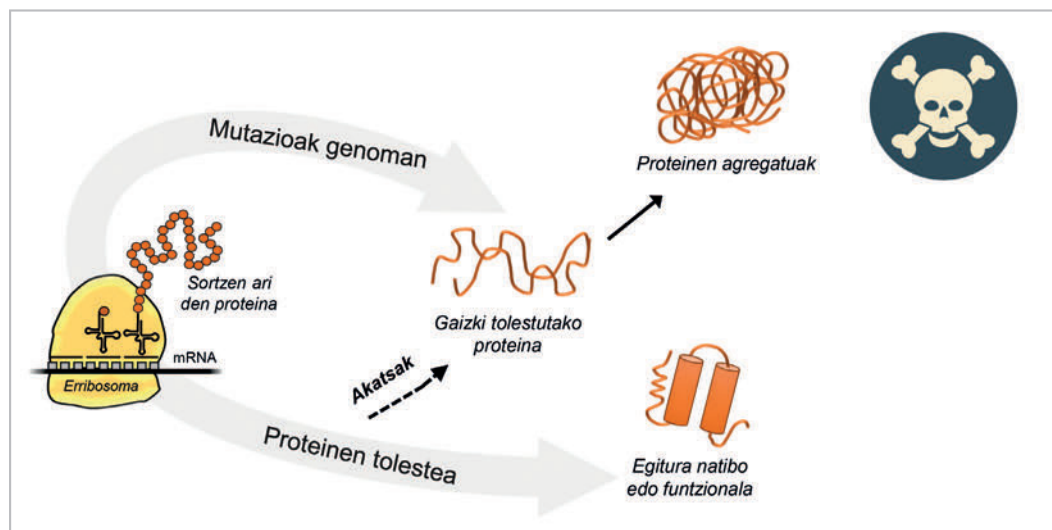
Esaterako, huntington gaixotasuna pairatzen dutenek huntingtina proteina akastuna daukate. Izan ere, huntingtina kodetzen duen HTT genea mutetzen denean, ekoiztutako proteinak behar baino glutamina aminoazido gehiago ditu, hau da, perla

jakin baten ale gehiegi ditu [4]. Alboko esklerosi anizkoitza eta dementzia frontotemporalak pairatzen dutenek ere behar baino glizina-alanina aminoazido bikote gehiago dituen C9orf72 proteina akastuna dute, zeinak joera handia baitu neuronetan pilatzeko [7].

Edonola ere, proteinen pilaketek eragindako gaitz ezagunena alzheimerra da, gaur egungo gizartea gogor astintzen duen gaitza. Burmuinean dagoen hipokanpoko neuronak hiltzen zaizkien heinean, gaixoei gaitasun kognitiboak galtzen dituzte, bereziki epe laburreko memoria. Baina, zergatik hiltzen dira neuronak? Gero eta ebidentzia gehiago dago pentsatzeko tau proteina eta beta-amiloide proteina mutaturik pilaketak direla neuronen heriotzaren erantzule nagusiak [6].

Proteasoma: proteina-birringailua

Eta zelulak ez al dauka mekanismorik gaizki tolestutako proteinak degradatu eta agregatu patologikoak saihesteko? Bai, eta bat baino gehiago gainera. Baina, batetik, arestian aipatutako adibideak aintzat hartuta, bistakoa da proteina-pilaketa batzuk gai direla mekanismo horiei muzin egiteko; eta,



2. irudia. Proteinen sintesia eta tolestea. Ekoizten diren proteinak tolestu egin behar dira egitura natibo funtzionala eskuratzeko. Gaizki tolestuz gero, zelularentzat oso toxikoak izan daitezkeen agregatuak eratu ditzakete.

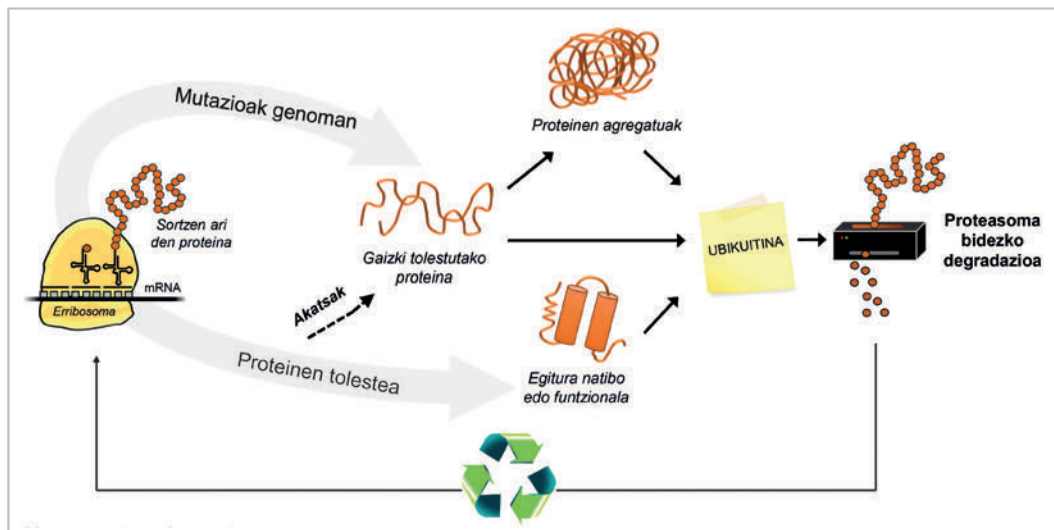
bestetik, proteinak degradatzeko makinariak berak ere arazoak izan ditzake, eta birziklatze-prozesua eragotzi.

Gaizki tolestutako proteinak ez ezik, zelularentzat erabilgarri ez diren proteina gehienak ere proteasoma izeneko konplexu multiproteiko bati esker degradatzen dira. Baina zelulan dauden milaka proteinen artean, nola jakin daiteke zein den degradatu behar dena? Nola hautematen ditu proteasomak zer proteina txikitu behar diren? Bada, ubikuitina izeneko molekula txiki bat itsatsia dutelako. "Proteasomara joan behar duzu degradatzera" dioen *post-it* bat balitz bezala funtzionatzen du molekula horrek. Proteasoma, berriz, paper-birringailu baten pare aritzen da. Proteinak txikitzen ditu, hots, aminoazidoen arteko loturak apurtzen ditu. Horrekin batera, zelularentzat eskuragarri jartzen ditu aminoazido askeak, molekula berriak ekoizteko [8]. Hori dela eta, esan daiteke proteasomak proteinak birziklatzen dituela (3. irudia).

Proteinen birziklapen-prozesua oso konplexua da, eta nahikoa da edozein puntutan akats bat ger-

tatzea gaixotasun bat gara dadin. Proteasomara bideratu behar diren proteinei ubikuitina lotzeko prozesuan, hiru entzima-mota aritzen dira elkar-lanean: E1, E2 eta E3 entzimak. Baldin eta entzima horiek mutaturik egoteagatik proteinen ubikuitinazio-prozesua ez bada zuzena, degradatu beharreko proteinak ez dira deuseztatzen, eta zelulan pilatzen dira. Toxikotasun hori batez ere oso kalteberak diren neuronetan nabarmentzen da, eta horrek esan nahi du gaixotasun neurologiko askok erlazioa dutela entzima horietan gertatzen diren akatsekin [8].

E1 motako UBA1 entzima, adibidez, soilik mutilei eragiten dien ezohiko gaixotasun neuromuskular batekin dago erlazionatuta. Gaixo horiek, giharretan ahulezia handia izateaz gain, ez daukate erreflexurik, hau da, giharrek ez dute behar bezala erantzuten kanpo-estimuluaren aurrean. E2 motako UBE2A entzima mutaturik dautenek, berriz, UBE2A urritasunaren sindromea garatzen dute, ezohiko gaitz neurologikoa. Gaixotasun hori ere soilik gizonezkoek pairatzen dute, eta hauek dira sintoma ohikoenak: adimen-urritasuna, azaleko



3. irudia. Zelula osasuntsuetako proteinen "bizi-zikloa". Oro har, proteinak eta jada zelularentzat beharrezkoak ez diren proteinak ubiquitinarekin markatzen dira, proteasoma bidez degradatzeko. Prozesu horretan askatzen diren aminoazidoak proteina berriak ekoizteko berrerabil daitezke.

nahiz ugal- eta gernu-aparatuko nahasmenduak eta mintzamenik eza.

Proteinen ubiquitinazioa gauzatzen duten hiru entzimen artean E3ak dira ugariak. Hori horrela, E3 entzima mutaturen bat dago ubiquitinazio akastunaren ondorioz garatutako gaitz neurologiko gehienetan. Adibidez, autismoaren espektroko nahasmenduen barruan sailkatutako familiako autismoa eta noizbehinkako autismoa pairatzen dutenek E3 motako UBE3B eta UBE3C entzimak dauzkate mutaturak, hurrenez hurren. Aitzitik, UBE3A akastuna dutenek autismoarekin erlazionatuta dagoen Angelmanen sindromea garatzen dute [9].

Autismoarekin erlazionatutako gaitzez gain, mutaturak E3ek oso bestelako gaitz neurologikoak eragin ditzakete. Adibidez, gigaxonina izeneko E3 entzima mutaturak daukatenean axoi erraldien neuropatia garatzen dute. Baldintza osasuntsuetan, gigaxoninak neurona-besoen, hots, axoien neurofilamentuak ubiquitinatzen ditu, eta axoi horien egitura eta tamaina baldintzatzen. Gigaxonina mutatuak denean, ordea, ez-funtzional bilakatzen da, eta ez ditu axoien

neurofilamentuak ubiquitinatzen. Horrek eragiten du neurofilamentuak ez degradatzea, eta neuronen axoiak behar baino handiagoak eta luzeagoak izatea. Ondorioz, neuropatia hori pairatzen duten gaixoen gehienek arazoak izaten dituzte ibiltzeko eta, oro har, mugimenduak koordinatzeko [9].

Berriki deskribatu duten Tenorioren sindromearen atzean ere E3 entzima bat dago; kasu horretan, RNF125 izeneko. Tenorioren sindromeak jota daukaten adimen-urritasuna daukate. Gainera, gehiegizko hazkuntza —bereziki garezurra neurritz gain garatzea— da gaixoen horien bereizgarria. Kontrakoa gertatzen zaie TRIM36 mutaturak daukatenei; izan ere, gaixoen horiei garezurraren eta garunaren zati handi bat falta zaie [9].

Ondorioak

Bistakoa da proteinen sintesi- eta degradazio-zikloan desoreka gertatuz gero ondorio benetan kaltegarriak izan ditzaketela zelulek eta, oro har, organismo bizidunek. Alde batetik, mutazioen ondorioz gaizki tolestutako proteinekin, zabor-poltsa erabileraz balira bezala pilatuta, zelulen heriotza



4. irudia. Birziklatu eta osasuntsu bizi. Gizakiok sortzen ditugun hondakinak ez ezik, zeluletako proteinak ere birziklatu egin behar dira gure osasuna bermatzeko.

eragin dezakete. Bestalde, proteinak degradatzeaz eta birziklatzeaz arduratzen diren gailu molekularrak hondatzen direnean, proteinen pilaketa toxikoak gertatzen dira. Hain zuzen ere, hondakinak birziklatzeko instalazio baten jarduera bertan behera geratuko balitz zaborra metatuko litzatekeen antzera.

Badakigu egungo gizartearen erronka nagusietako bat dela hondakinak behar bezala kudeatzea. Izan ere, hondakinen birziklapena bermatu ezean, gure ozeano eta soroak zaborrez estaliko ditugu urte gutxitan, eta bitzta jasangaitza bilakatuko da. Mundu mikroskopikoan ere zelulek erronka bertsua dute, funtzionalak ez diren proteinak kudeatzeko arazoak dituztenean. Beren osasuna bermatzeko, ezinbestean deuseztatu behar dituzte proteina toxikoak.

Beraz, hurrangoan zure etxeko hondakinak birziklatzea ahazten bazaizu, gogoan izan zelula batentzat nolako hondamendia ekarriko lukeen horrek. Izan ere, gizakiok sortzen dugun zaborra birziklatzea eta zeluletan pilatzen diren proteinak birziklatzea ekintza berdintsuak dira, eskala handian eta txikian. Guztiok osasuntsu mantentzeko giltza.

Bibliografia

1. Lee VM, Goedert M, Trojanowski JQ. 2001. "Neurodegenerative tauopathies". *Annu Rev Neurosci* 24:1121–59.
2. Zheng Z, Diamond MI. 2012. "Huntington disease and the huntingtin protein". *Prog Mol Biol Transl Sci* 107:189–214.
3. Sanders DW, Kaufman SK, DeVos SL, Sharma AM, Mirbaha H, Li A, et al. 2014. "Distinct tau prion strains propagate in cells and mice and define different tauopathies". *Neuron*. 2014 Jun 18;82(6):1271–88.
4. Lupo V, Aguado C, Knecht E, Espinós C. 2016. "Chaperonopathies: Spotlight on Hereditary Motor Neuroopathies". *Front Mol Biosci*. 3:81.
5. Kakkar V, Meister-Broekema M, Minoia M, Carra S, Kampinga HH. 2014. "Barcoding heat shock proteins to human diseases: looking beyond the heat shock response". *Dis Model Mech*. Apr;7(4):421–34.
6. Hayer SN, Deconinck T, Bender B, Smets K, Züchner S, Reich S, et al. 2017. "STUB1/CHIP mutations cause Gordon Holmes syndrome as part of a widespread multisystemic neurodegeneration: evidence from four novel mutations". *Orphanet J Rare Dis*. 13;12(1):31.
7. Parakh S, Atkin JD. 2016. "Protein folding alterations in amyotrophic lateral sclerosis". *Brain Research*. Oct 1;1648:633–49.
8. Tai H-C, Schuman EM. 2008. "Ubiquitin, the proteasome and protein degradation in neuronal function and dysfunction". *Nat Rev Neurosci*. Nov;9(11):826–38.
9. George AJ, Hoffiz YC, Charles AJ, Zhu Y, Mabb AM. 2018. "A Comprehensive Atlas of E3 Ubiquitin Ligase Mutations in Neurological Disorders". *Front Genet*.;9:29.

CAF-Elhuyar sarietara aurkeztutako lana.



XAPOKETAN

KARTA-JOKOA

**Ezagutu
Euskal Herriko
animaliak!**

Euskal Herriko lurralde banatako **zazpi ekosistema** eta **42 animalia** ezagutuko ditugu. Karta hauekin **5 jolas ezberdin** egin daitezke: familia jolasa, puzzlea, ezkutaketa eta memoria eta azkartasun jokoak.



Edukiak

Iñaki Sanz Azkue
Biologoa

Ikuspegi pedagogikoa
Lore Erriondo
EHUko irakaslea

Marrazkiak
Eñaut Aiertzaguen

**AZOKAN
SALGAI!**
15€*



**POSTERRA
SALGAI!**
6€*

Titanioa, baterien barneko kuxin egonkortzailea

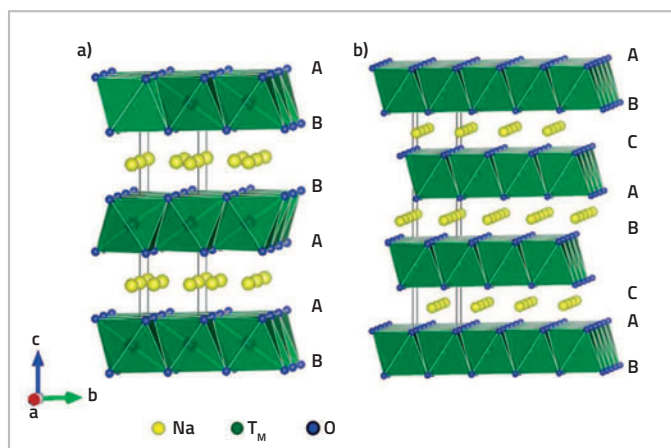
Bateria bat behin eta berriz kargatzen denean, haren kapazitatea txikitu egiten da. Ondorioz, autonomia txikiagoa izaten dute bateria darabilten telefono mugikor, ordenagailu eramangarri nahiz ibilgailu elektrikoek, eta, azkenean, bateria aldatu edo gailu berria erosi behar izaten dugu. Bada, ikusi dugu arazo hori konpon dezakeela, hein batean, bateriaren katodoari titanio apur bat gehitzeak.

Litio-ioizko bateriak (LIB) giltzarri izan ziren gailu eramangarri, ibilgailu elektriko eta energia berriztagarrien garapenean. Gaur egun, ordea, ezbaian jartzen dute iraultzat hori litioaren eskuragarritasun ezak, munduan litioak duen banaketa desorekatuak eta bateria-mota hauetan nikela (Ni) eta kobalto (Co) erabiltzeak dakartzan ingurumen-kaletak.

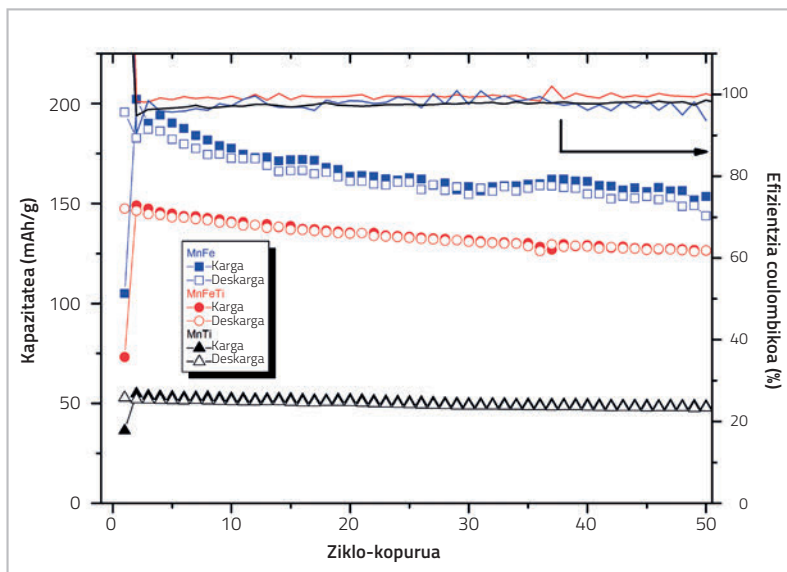
Azken urteotako garapenari esker, kostua eta lehengaien eskuragarritasuna garrantzitsuak izanik, ikusi da sodio-ioizko bateriak (NIB) LIBen ordezkio izatera irits daitezkeela. Hala, oso interesgarri bihurtu dira sodio- eta manganeso-oxido laminarrak (Na eta Mn, hurrenez hurren), Co eta Ni gabekoak.

Interes hori zor zaio, hein handi batean, aldeko prozesu elektrokimikoei eta trantsizio-metal elektroaktibo nagusia Mn-a izateari. Azken batean, Mn-a elementu eskuragarria, garbia eta merkea da, eta, oxidazio-egoera bat baino gehiago izanik, aukera ematen du erredox-potentziala nahi bezala egokitzeko konposatuak sintetizatzekeo (Mn^{3+}/Mn^{4+} da gehien erabiltzen den pare).

Ikusi ahal izan denez, oxido laminar horiek titanioz (Ti) dopatzean, baterien iraunkortasuna hobetzen da, eta karga/deskarga ziklo bakoitzean kapazitatea hobeto mantentzea eragin dezake. Dena den, titanioak horretan jokatzeko duen papera azaldu aurretik, ikus dezagun oxido laminarren egitura zein den eta zer arazo nagusi izaten dituzten.



1. irudia. Oxido-laminarren egitura. Trantsizio-metalen oktaedroak berde ilunez, sodio-atomoak horiz, trantsizio-metalen atomoak berdez eta oxigeno-atomoak urdinez.



2. irudia. Kapazitatea, egindako kargatze-/deskargatze-zikloen arabera. Hiru konposatuen diagramak: titaniorik gabekoa urdinez, titanio-kontzentrazio altuenekoa beltzez eta erdibidekoa gorrix.

Sandwich-formako osagaiak

Sodio-ioizko baterien katodoetarako erabiltzen diren oxido laminarretan, oxigenoz, trantsizio-metalez eta sodioz osatutako geruzak bereiz daitezke. Bi oxigeno-geruzen arteko hutsune oktaedrikoetan kokatzen dira trantsizio-metalak, eta oxigeno arteko gainerako hutsuneak betetzen dituzte sodio-atomoek. Hala, sodio-atomoak kokatzen diren hutsuneen arabera, P eta O motako egiturak bereizten dira: P esaten zaie sodio-atomoak prisma trigonaletan daudenean, eta O, hutsune oktaedrikoetan daudenean. Era berean, izenean zenbakiak erabiltzen dira, adierazten dutenak egitura osoa deskribatzeko zenbat sodio-geruza behar diren. Hala, P2, O2 eta O3 motako egiturak izan ditzakegu, betiere, oxigeno-geruzen kokapen erlatiboaren arabera.

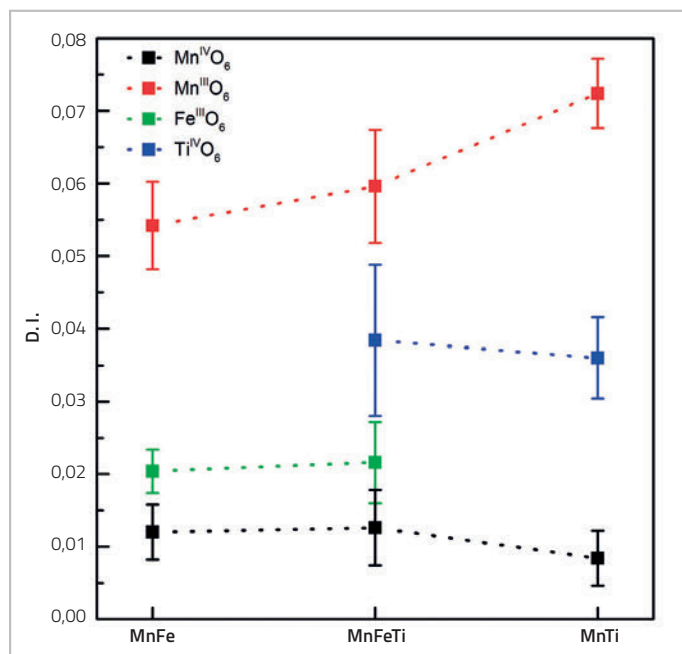
Ikertetek erakutsi dutenez, P egiturak O egiturak baino egokiagoak dira baterien katodoetarako, sodio-atomoak errazago mugitzen baitira prisma batetik bestera, oktaedro batetik bestera baino. Edonola ere, erabilitako baldintzen eta sodio-kantitatearen arabera, P→O transformazioak gertatzen

dira, eta horrek bateriaren karga/deskarga prozesua mugatzen du.

Manganesoa, elementu aktiboa

Manganeso-oxido laminarretan, Mn-a izaten da elementu aktiboa. Alegia, bateria kargatzeko/deskargatzeko prozesuan, sodioak oxido laminarretik atera/sartzen direnean, manganesoak hartzen/askatzen ditu sodioaren elektroiak, Mn^{3+}/Mn^{4+} bihurtuz. Hain zuzen ere, hori da oxido laminar horien arazo nagusiaren sorburua. Izan ere, Mn^{4+} -ak ez bezala, Mn^{3+} -ak, bere elektroik konfigurazioa dela medio, Jahn-Teller (JT) distortsioa pairatzen du. Horren ondorioz, manganesoaren inguruko sei oxigenoek osatzen duten oktaedroa luzatu eta laburtu egiten da, eta, kontuan izanik karga/deskarga ziklo bakoitzean $Mn^{3+} \rightarrow Mn^{4+} \rightarrow Mn^{3+}$ eraldaketa gertatzen dela, horrek kalte egiten dio oxido laminarrari zikloz ziklo.

Arazo horri aurre egiteko, oxido laminarrak elementu ez-aktiboz dopatzen dira, alegia, bateria kargatzeko/deskargatzeko prozesuan elektroiak hartzen/askatzen ez dituzten elementuz, adibiti-



3. irudia. Trantsizio-metalen distortsio-indizea, erabilitako titanio-kantitatearen arabera.

dez, magnesioa eta titanioa. Ildo horretan, CIC EnergiGUNEko ikertzaile batzuek ikerketa bat egin genuen $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{0.2}\text{Mn}_{0.8}\text{O}_2$ konposatuan oinarrituta, alegia, kondizio elektrokimikorik aldekoenak lortzen dituen burdin eta manganeso-oxido laminarren oinarrituta. Ikerketan ikusi genuenez, konposatu hori titanio-kantitate ezberdinez dopatzean, zikloz ziklo kapazitatearen bilakaera aldatu egiten zen. Berriki, *Journal of Material Chemistry A* aldizkarian argitaratu dugun lan batean azaldu dugu zer paper duen titanioak horretan; neurrak elektrokimikoak, X izpien absorzio espektroskopia eta dentsitate funtzionalaren teoria (DFT) erabiliz egindako kalkulatu teorikoak uztartu ditugu hori azaltzeko.

Laburbilduz, esan daiteke titanioa gai dela inguruko metal aktiboen (manganesoa, kasu honetan) oktaedroen distortsioak absorbatzeko. Hau da, elektroik-konfigurazioak JT distortsiorik eragin ez arren, titanioa gai da bere oktaedroa moldatuz inguruko distortsioetara egokitzeke. Funtsean,

titanio-oxigeno lotura ahulagoa izaki, inguruko mugimenduetara egokituz, kuxin baten moduan jokatzen du metal horrek egitura, eta, hala, gai da egitura osoari egonkortasuna emateko.

Edonola ere, titanio-kontzentrazioa egoki zaindu beharra dago. Ikerketa $\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{0.2}\text{Mn}_{0.8}\text{O}_2$ -an oinarritu genuen, hori baita burdin eta manganeso-oxido laminarren artean kondizio elektrokimikorik egokiena lortzen duena. Ikerketan, hiru titanio-kontzentrazio erabili genituen, eta horietako batekin soilik lortu ziren emaitza egokiak. Titaniorik erabili ezean, kargatze-/deskargatze-zikloak egin ahala, katodoaren kapazitateak nabarmen egiten zuen behera. Konposatuaren burdin guztia titanioz ordezkatzeko genuenean, hasierako kapazitatea asko jaisten zen. Aldiz, burdinaren erdia titanioz ordezkatu genuenean, hasierako kapazitatea egokia zen, baita zikloz ziklo zuen bilakaera ere. Izan ere, titanio-kontzentrazioa igo ahala, handitu egiten da haren oktaedroen luzatzea/laburtzea

pairatzen duten Mn^{3+} -en kontzentrazioa ere, eta horrek eragiten du bateriaren kapazitatea hasieratik txikia izatea. Dopatzailearen kontzentrazioa txikiagoa denean, aldiz, Mn^{3+} gutxiago egongo da konposatuan, eta hasierako kapazitatea altuagoa izateaz gain, egituraren dagoen titanioaren kuxin-izaerak ahalbidetzen du kapazitatea hobeto mantentzea zikloz ziklo.

Aipaturiko izaera hori islatzeko, konposatuko trantsizio-metal guztien (Fe , Ti , Mn^{3+} eta Mn^{4+}) distortsio-indizeak kalkulatu genituen teorikoki. Indize horrek adierazten digu zenbat urruntzen den trantsizio-metalaren atomo bakoitzaren inguruko sei oxigenoek osatzen duten poliedroa oktaedro erregular batetik.

Hala, azterturiko hiru konposatuen kasuan, Mn^{3+} katioia zen distortsio-indizerik handiena zuena. Beste muturrean Mn^{4+} zegoen, oktaedro erregular batetik gertuen gelditzen zena, alegia. Hori erraz uler daiteke kontuan hartzen badugu Mn^{3+} katioiak JT distortsioa pairatzen duela bere elektroi-konfigurazioa dela-eta.

Deigarriena, ordea, Ti eta Fe -aren arteko diferentzia da. Izan ere, titanioaren distortsio-indizea burdinarena baino bi edo hiru aldiz handiagoa da. Funtsean, bi trantsizio-metal horiek berez ez lukete distorsiorik izan behar, beren elektroi-konfigurazioak ez baitie halakorik eragiten. Bi metal ez-aktibo horien distortsioa inguruko oktaedroen distorsioen eragina baino ez da. Hala, titanioaren indizea burdinarena halako bi edo hiru izateak adierazten du titanioak hobeto egokitzen dituela inguruko distorsioak burdinak baino. Alegia, katodoaren osagai ez-aktiboak kuxin batekin alderatzen baditugu, beren distortsio-indizeak kuxin horren biguntasun-maila adieraziko luke. Zenbat eta distortsio-indize handiagoa izan, orduan eta kuxin malguagoa izango dugu, eta horri esker errazago absorbatuko ditu inguruko oktaedroen irregulartasunak.

Pausoz pauso...

Lan hartan ikusi ahal izan genuenez, balizko sodio-ioizko baterien iraupena hobetzen lagundu lezake titanioak. Alegia, bateria-mota hori lerabilkeen ordenagailu eramangarri edo ibilgailu elektrikoa maizago kargatu ahal izango genuke, bere bateriaren kapazitatea gehiegi kaltetu gabe.

Edonola ere, sodio-ioizko baterien bidean beste pauso txiki bat baino ez da hau. Ikusteke dago titanioa ez den beste dopatzaile batzuek nolako eragina luketen. Esate baterako, ikusi ahal izan denez, batzuetan oso emaitza interesgarriak lortzen dira dopatzaile gisa zinka erabiltzen denean ere, eta horren arrazoa oraindik ez da oso ongi ulertzen.

Halaber, P2 motako oxido laminarretan, trantsizio-metalen oktaedroekin aurpegiren bat elkarbanatzen duten prismetan sodioren bat aurkitzen denean, ikusi da $\text{P2} \rightarrow \text{O2}$ transformazioa zailtzen dela. Horrek bateria kargatzeko/deskargatzeko prozesua errazten du. Beraz, dopatzaileaz gain, kontuan hartu beharko da sodio-atomoen kokapenak zer funtzio izan dezakeen ere.

Ikerketa horietan guztietan dihardugu CIC EnergiGUNEko sodio-ioizko baterien lerroko hainbat ikerketa-taldek. ●

Bibliografia

Zarrabeitia, M., Gonzalo, E., Pasqualini, M., Ciambezi, M., Lakuntza, O., Nobili, F., Trapananti, A., Di Cicco, A., Aquilanti, G., Katcho, N. A., López del Amo, M. A., Carrasco, J., Muñoz-Márquez, M.Á., Rojo, T. 2019. "Unraveling the role of Ti in the stability of positive layered oxide electrodes for rechargeable Na-ion batteries". *Journal of Materials Chemistry A* 2019, 7, 14169.

Jakin-minaren indarra

Zerk bultzatzen gaitu gure mundua esploratzera? Zergatik nahi du ukitu haurtxo batek inoiz ikusi ez duen baloi hori? Non aurkitu daiteke gure historiako bidaiari handien motibazioa? Zer zerabilten buruan Ilargira joan ziren astronautek? Zergatik tematzen dira zientzialariak ezezaguna dena azaltzen? Geroz eta ziurrago dakigu jakin-mina dela gure garuneko motorra martxan jartzen duen erregaia.

Azken 15 urteotan giza garunaren funtzionamenduaren inguruan egin diren hainbat esperimentu eta saiakerak antzeko ondorio bat ateratzera garamatzate: etorkizuna aurreratzeko makinak dira garunak. Korrante hori ongien azaltzen duenatariko bat Andy Clark filosofoa da [1]. Haren arabera, giza pertzepzioa kontrolpean gertatzen den haluzinazioa besterik ez da. Hots, ez dugu errealtatea den bezala hautematen; gure garunak irudikatu egiten du, haluzinatu.

Har dezagun pilotari bat. Sake bat errestatu behar duenean, adibidez, pilota 100 km/h-ko abiaduran joan ohi da. Beraz, pilotariak milisegundo batzuk ditu erabakitzeko nola jo behar duen pilota. Lan txarrak dira horiek, begietatik garunera seinaleak iristeko denbora gehiago behar baitu. Baina pilotariaren garunak, esperientzia oinarrituta, aurrean dezake pilota non egongo den une oro. Garunaren estimazio horretan oinarrituta mugitzen da bere gorputza, eta behar bezala jo dezake pilota.

Andy Clarke defendatzen duenaren arabera, gure garunak jaiotzetik trebatzen dira etorkizuna aurreratzeko. Hala, errealtatearen ereduak sortzen ditugu, munduaren dinamika ulertzen duten ereduak. Eta eredu horiek erabiltzen ditugu erabakiak hartzeko.

Idea horiek baliozkoak diren ikusteko, besteak beste, adimen artifiziala erabil daiteke. Hori bera pentsatu zuten David Ha eta Jürgen Schmidhuber ikertzaileek [2].

Mundu-ereduak eta errefortzu bidezko ikasketa

Errefortzu bidezko ikasketa animaliekin erabiltzen den ikasketa-modu bat da. Oso oinarri sinpleak ditu. Adibidez, zakur bati “eseri” esatean eser dadin nahi badugu, irakatsi egin beharko diogu. Horrela, “eseri” esan eta ez badu egiten guk nahi duguna, *zigortu* egingo dugu. Baina esertzen bada, *sari* bat emango diogu. Sariak eta zigorrak jasoz, zakurrak ikasi egiten du zer egin behar duen “eseri” agindua entzuten duenean.

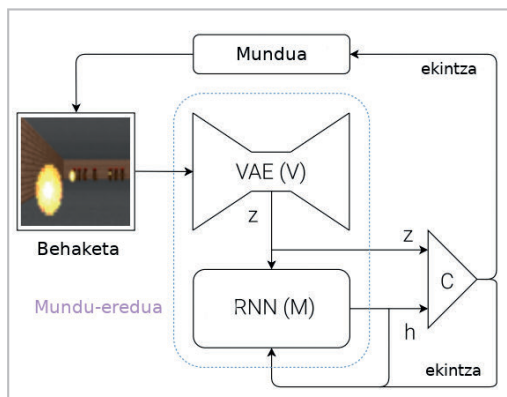
Adimen artifizialaren munduan ere errefortzu bidezko ikasketa erabiltzen da, batzuetan arrakasta handiz, gainera [3]. Oso modu laburrean, 1. irudian ikus daiteke errefortzu bidezko sistema batek nola funtzionatzen duen.

Baina errefortzu bidezko soluzio klasikoek bi arazo nagusi izaten dituzte:

1. Ataza jakin baterako bakarrik balio dute. Ataza bat egiten ikasitakoa ezin da beste ataza batean aplikatu, nahiz eta bi atazen artean antzekotasun handiak egon.
2. Errefortzua jaso behar izaten dute ia une oro. Mundu errealeko ataza askotan, ezin da errefortzua jaso ataza amaitu arte. Esaterako, makina bat trebatu nahi badugu karta batzuekin gaztelu bat eraikitzeko, ezin diogu errefortzurik eman gaztelua bukatu artean.

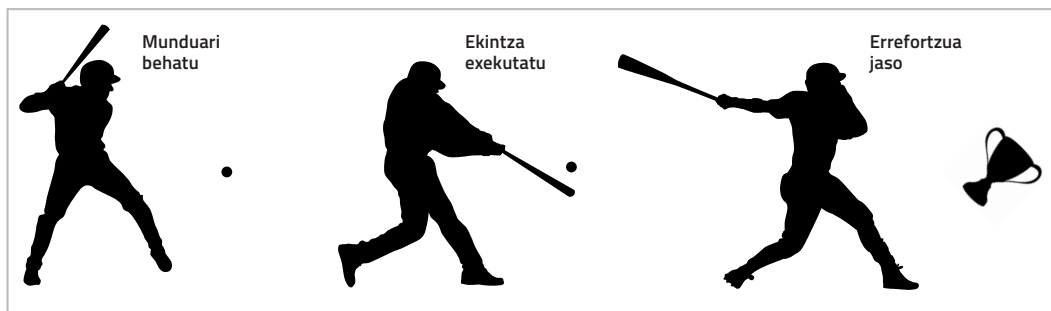
Arazo horiek gainditzeko, mundu-ereduak ikas-
teko gai den sistema bat proposatzen dute Hak
eta Schmidhuberrek (2. irudia). Azal dezagun labur
haien ideia zein den: makina batek behaketa bat ja-
sotzen duen bakoitzean (kamera bidezko irudi bat,
adibidez), jaso duen informazio hori errepresentatu
behar du lehendabizi. Horretarako, sare neuronal
berezi batzuk erabiltzen dituzte: ingelesez, Varia-
tional Auto-Encoders (VAE) deitzen zaie (2. irudiko
V modulua). Pentsa dezagun kamera bidezko irudi
batean agertzen diren ezaugarri garrantzitsuenen
laburpen bat sortzen duela VAE horrek (2. irudiko
Z, non Z zenbakien bektore bat den). Une horretan
jasotako behaketa hori M moduluen sarreretako
bat bilakatzen da. M modulua beste sare neuronal
bat da (kasu honetan, sare errekurtsibo bat: RNN).
Une honetako behaketa (Z), exekutututako azken
ekintza eta memoria erabiliz (h), makinak ikusiko
duen hurrengo behaketa zein izango den auresa-
tea du helburu M modulua. Pilotariaren kasuan,
M modulua esango luke pilota non egongo den
etorkizunean, pilotariaren azken mugimenduak eta
munduaren dinamika kontuan hartuz.

Amaitzeko, une honetako behaketa (Z) eta etor-
kizunerako espero dugun behaketa (h) abiapuntu
harturik, kontrolagailu sinple bat erabiltzen da (C)

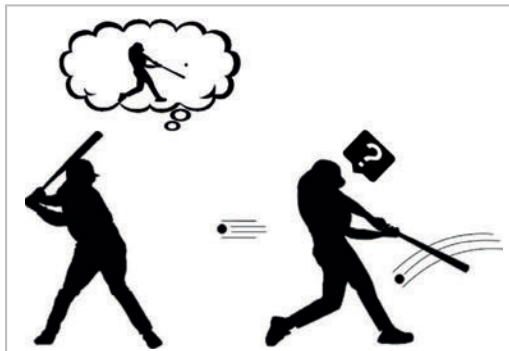


2. irudia. Mundu-ereduen proposamena. Ikusmen bidezko behaketa jaso (V), eta haren errepresentazioa sortzen da (Z). Errerepresentazio hori memoria-modulura eramaten da (M); horren helburua da hurrengo pausoa zer behaketa ikusiko den auresatea, oraingo behaketa eta azken ekintza kontuan hartuta. Oraingo behaketaren errepresentazioa eta auresandako behaketa erabiliz, kontrolagailuak (C) erabakitzen du zer ekintza exekutatu behar den.

makinaren hurrengo mugimendua zein izango den erabakitzeko. Kontrolagailua, kasu honetan, sare neuronal sinple bat da, eta errefortzu bidez ikasten du. Baina mundu-eredua (V eta M moduluak) ez da errefortzu bidez entrenatzen, eta, beraz, ez du lotu-
tarik ataza jakin batekiko. Teorian, egin nahi ditugun atazekiko modu independentean eraikitzen ditu-
gu gizakiok mundu-ereduak, eta baliagarriak dira ataza guztietarako. Pilota baten dinamika ikasten
dugunean, hots, pilotaren mugimenduaren eredia sortzen duenenean gure garunak, gai gara eredu
hori kirol askotan erabiltzeko: pilotan, tenisean, fut-



1. irudia. Errefortzu bidezko ikasketa-sistema baten elementu nagusiak eta prozesua. Munduari behatzen zaio (pilotaren ibilbidea), eta behaketa hori ikasketa-sistemara bideratzen da (bateatzailea). Behaketetan oinarrituta, sistemak erabakiak hartzen ditu, eta ekintzak exekututzen (kasu honetan, pilota jotzeko aldaera jakin bat). Ekintza horien ondorioen eta ikasi nahi den atazaren arabera, errefortzu-funtzioak errefortzua emango dio ikasketa-sistemari (pilota ongi jotzeagatik bateatzaileak saria jasoko du). Hala ikasiko du sistemak ataza gauzatzen.



3. irudia. Bateatzaileak pilotari behatzean, pilotak etorkizunean zer ibilbide izango duen aurreساتen du, eta mugimenduak planifikatzen. Exekutatzean, ordea, konturatzen da pilotak ez duela egin berak espero zuen ibilbidea. Demagun efektuz botatako pilota bat ikusten duen lehen aldia dela. Aurreساتandako eta benetako ibilbideak oso ezberdinak direnez, bateatzaileak ezusteko handia hartuko du.

bolean eta saskibaloian, esaterako. Kirol bakoitzean exekutatu beharreko ekintzak ezberdinak dira, arau eta helburu ezberdinak baitituzte, baina baloiaren ala pilotaren dinamika bera da. Beraz, kirol bakoitzerako kontrolagailuak ikas daitezke errefortzu bidez, baina mundu-ereduak partekatuz.

Nola trebatzen dira, bada, mundu-eredu horiek? Etorkizuneko behaketak aurreساتen, besterik gabe. Sare neuronalen kasuan, une bateko behaketa bat emango genieke V eta M moduluei, eta hurrengo uneko behaketa iragarri beharko lukete. Hau da, haien helburua da aurreساتen duten behaketa eta ondoren ikusten dutenaren arteko aldea minimizatzea. Eta horrela ikasten dute geroz eta iragarpen hobeak egiten. Kontu egin ikasketa horrek ez duela zerikusirik ataza jakin batekin.

Jakin-mina formulatzen

Demagun, beraz, badakigula jada nola sortu mundu-eredu bat edozein atazatarako. Laguntzen al digu jakin-mina ulertzen etorkizuna aurreساتeko gai den mundu-eredu horrek? Andy Clarken arabera, gure garunak etorkizuna aurreساتen du, baina ezusteko

handia hartzen du aurreساتandako etorkizun horrek ez badu zerikusirik benetan behatzen duenarekin. Ezuste horiek adierazten dute gure mundu-eredua ez dela behar bezain ona. Beraz, gure garunak arreta berezia eskaintzen die une horiei. Behaketa arraro horiek aztertzen ditu, hainbat ekintza exekutatzeko, eta bere ezustearen zergatia bilatu nahi izaten du (3. irudia). Ez al da, bada, hori jakin-mina? Bingo!

Era horretara esanda, badirudi ez dela hain zaila jakin-mina formulatzea: konpara dezagun mundu-ereduak sortzen duen iragarpena benetan ikusitakoarekin; antzekoak badira, egoera hori ezaguna da eta, beraz, ez dugu gehiago aztertu behar; baina oso ezberdinak badira, piz dezagun gure jakin-mina. Errefortzu bidezko ikasketaren ideiak jarraituz, jaso dezala makinak saria bere ekintzen ondorioz ongi aurreساتan ezin dituen egoerak topatzen dituen bakoitzean. Eta horrela, makinak bere ingurunearekin jolastuz ikasiko du, ume txikiek egiten duten antzera. Era honetara formulatzen den errefortzua *berezko errefortzu* ala *motibazio* gisa ezagutzen da.

Jakin-minak gidatutako ikasketa

OpenAI ikerketa-zentroak jakin-minaren indarra aztertu nahi izan zuen [4]. Horretarako, bideo-joko klasiko pilo bat hartu zituzten, eta haiekin entrenatu zituzten beren makinak. Etorkizuna aurreساتeko gai diren mundu-ereduak zituzten oinarritzat makina horiek. Eta lehen esan dugun bezala formulatzen zuten jakin-mina. Hots, iragarritakoa eta benetan behatutakoaren arteko aldeak kontuan hartuta.

Aipatutako joko horiek helburu ezberdinak dituzte, eta errefortzu-funtzioan islatzen dira helburuak. Baina errefortzu hori alde batera utzi zuten OpenAI-ko ikertzaileek, jakin-mina bakarrik erabiliz. Beraz, makinek sariak jasotzen zituzten beren ekintzek egoera berrietara eramaten zituztenean: aurreساتeko zailak ziren egoeretara, hain zuzen.

Esan daiteke motibazio hutsez trebatutako makinak zirela.

Emaitza txundigarriak lortu zituzten. Adibidez, Bowling jokoa (4.a irudia) jakin-min hutsez gainditzeko ikasi zuen makinak. Ikertzaileen arabera, pantailan puntuazioa agertzea da emaitza hori azaltzeko gakoa. Birla asko botatzen baditu makinak, puntuazioa asko aldatzen da. Beraz, hasiera batean, egoera horiek dira auresaten zailenak, hots, behaketan aldaketa handienak eragiten dituztenak. Pong-en kasuan, bestalde (4.c irudia), pilota denbora luzez jokoan mantentzen ikasten du makinak, baina ez irabazten. Hala ere, argi dago bikain ikasten duela munduaren dinamika. Super Mario Bros-en kasuan ere (4.d irudia), jokoa gainditzeko ikasten du jakin-min hutsez.

Harrigarriena, hala ere, Montezuma's Revenge jokoa gertatu zen (4.b irudia). Joko hori oso konplexua da makinentzat gaur egun, esplorazio-gaitasun handiak eskatzen baititu eta errefortzuak oso gutxitan jasotzen baitira. Gaur egun hain modan dauden *scape room*-en antzekoa da joko hori: puzzleak osatzen joan behar da, gela ezberdinak osatu eta jokoa gainditzeko. Errefortzuak gela bakoitzetik irtetean iristen dira (irtenez gero, saria; bestela, zigorra). Orain arteko makinek ezin izan dute gizakion puntuazioetara hurbildu, ez baitzuten errefortzurik

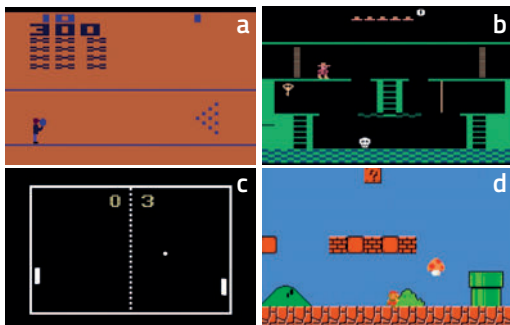
jasotzen gela bakoitzeko objektu ezberdinak esploratu eta puzzleak askatzen saiatzeagatik. Jakin-min hutsez trebatutako makinak, berriz, gizakion antzeko emaitzak lortu ahal izan zituen! Azken batean, objektuak eta gela bakoitzeko txoko arraroak esploratzera bultzatzen du jakin-minak makina, eta hor dago gakoa.

Bukatzeko

Gure garuna oso konplexua da. Pertzepzioa, etorkizuna auresateko gaitasuna eta jakin-mina garunaren paisaiako elementu bakan batzuk besterik ez dira. Baina adimen artifizialaren esparruan aurrerapen garrantzitsuak eragiteko gai izan dira jada. Badirudi ideia erakargarri horien atzean hauteman daitekeela egiaren traza. Beraz, ikertzen jarraitu beharko dugu hain botereak diruditen ideia horiek behar bezala ulertzeko, eta soluzio berrak bilatu ahal izateko. Epe motzeko eta luzeko memoria, ikasketa interaktiboa ala ikasketa kooperatiboa jada irekita dauden ikerketa lerroak dira [5]. Lanean jarraitu beharko, jakin-minak bultzatzen gaitu eta. ●

Bibliografia

- [1] Clark, A. (2015). "Surfing uncertainty: Prediction, action, and the embodied mind". *Oxford University Press*.
- [2] Ha, D., & Schmidhuber, J. (2018). "Recurrent world models facilitate policy evolution". *Advances in Neural Information Processing Systems* (pp. 2455-2467).
- [3] Silver, D., Hubert, T., Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Lai, M., Guez, A., ... & Lillicrap, T. (2018). "A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play". *Science*, 362(6419), 1140-1144.
- [4] Burda, Y., Edwards, H., Pathak, D., Storkey, A., Darrell, T., & Efros, A. A. (2018). "Large-scale study of curiosity-driven learning". *arXiv preprint arXiv:1808.04355*.
- [5] Jaques, N., Lazaridou, A., Hughes, E., Gulcehre, C., Ortega, P. A., Strouse, D. J., ... & de Freitas, N. (2018). "Intrinsic Social Motivation via Causal Influence in Multi-Agent RL". *arXiv preprint arXiv:1810.08647*.



4. irudia. OpenAI-ren esperimentuetan erabilitako lau bideo-joko: a) Bowling, b) Montezuma's revenge, c) Pong eta d) Super Mario Bros.

Jaso urtean lau zenbaki,
20 €-ren truke

Hazi Hezi

haziera eta heziketa
aldizkaria

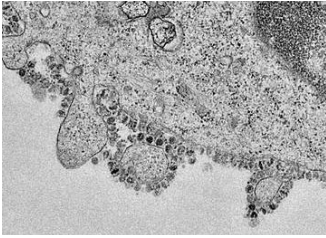


Hazi Hezi eta **hik hasi**
familia eta eskola
heziketari garrantzia ematen diogunon komunitatea

Harpidetzak:

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

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



ALBISTEAK

Koronabirusak eragindako larrialdiaren hitz gakoak

Wuhanen (Txinan) hasi eta dagoe-neko nazioartean zabaldu den koronabirus-infekzioak, galdera ugari ez ezik, informazio-uholde bat ere sortu du. Kalitatezko komunikazioarekin batera, nahasteak, gaizki-ulertuak eta albiste faltsuak ere zabaldu dira, ordea. Horregatik, komeni da zenbait kontzeptu argi izatea:

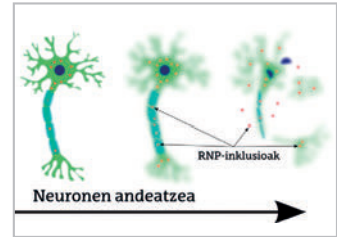
Koronabirusa: Koronabirusa espezie asko biltzen dituen birus-multzo bat da. RNAz, kapside proteikoaz eta bilgarriaz osatuta daude, eta, mikroskopio (...).



EKINEAN

“Ikerketan hasi berria naiz, eta dena dut deskubritzeko”

Pertsona askok aitortzen dute ume-tan edo gaztetan gorroto zutela matematika, baita zientziazaleak izanda ere. Lore Zumeta Olaskoaga ez da horietakoa: txikitatik ditu gogoko zientziak eta matematika. Hala, unibertsitateko ikasketak aukeratzeko garaian, zalantzak izan zituen, Ingeniaritzaren bat, Euskal Filologia edo Matematika aukeratu. Azkenean, ate irekien egunean, matematikari buruzko azalpenak entzuteko aukera izan zuen, eta probatzea erabaki zuen, “zaila izateko ospea zeukan arren” (...).



GAI LIBREAN

Mintzik gabeko organuluak

Zelulek hainbat mekanismo dituzte ingurunean gertatzen diren aldaketei berehala erantzuteko. Mekanismo horietako bat da mintz gabeko organuluek plastikotasun altua izatea. Mintz gabeko organuluak duela gutxi ezagutu dira, eta litekeena da egitura txiki horietan hainbat gaixotasunen gakoa edota bizitzaren sorreraren inguruko informazio baliagarria egotea. Baina zer dira mintz gabeko organuluak?

Biologia zelularrari buruzko eskoletan zelulak eta haien ezaugarriak azaltzen direnean, batetik, bi zelula-mota nagusi aipatzen dira beti: zelula eukariotoa eta zelula (...).

Ekainera arte



aldizkaria.elhuyar.eus



www.facebook.com/elhuyar.aldezakaria



@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:

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

Hizkuntza-arduradunak:

Alaitz Imaz, Saroi Jauregi.

Erredakzio-taldea:

Aitziber Agirre, Egoitz Etxebeste,
Ana Galarraga.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:

Arrate Alonso, Gorka Azkune, Nagore Elu, Gorka Hoyos,
Oier Lakuntza; Igor Leturia, Manu Ortega, Nerea Osinal-
de, Oihana Otaegi.

Azaleko argazkia:

Andrey Polivanov/Shutterstock.com

Jatorrizko diseinua:

Eragin.com

Diseinua eta maketa:

Virginia Larrarte.

Harpidetzak:

Virginia Larrarte (harpidetza@elhuyar.eus).

Inprimatzaileak:

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

Banatzaileak:

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

Harpidetza paperean eta edizio digitala:

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

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

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-1089-2017

ISSN: 2603-6614

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

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

KULTURA ETA HIZKUNTZA
POLITIKA SAILA
DEPARTAMENTO DE CULTURA
Y POLÍTICA LINGÜÍSTICA

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

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

Harpidetu
edo
oparitu

elhuyar

aldizkaria

Jakintza zientifikoa, denon eskura



Hiru hilez behin, etxean bertan. Egunero, webgunean.

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

elhuyar
ezagutuz aldatzea

Harpidetzak: aldizkaria.elhuyar.eus

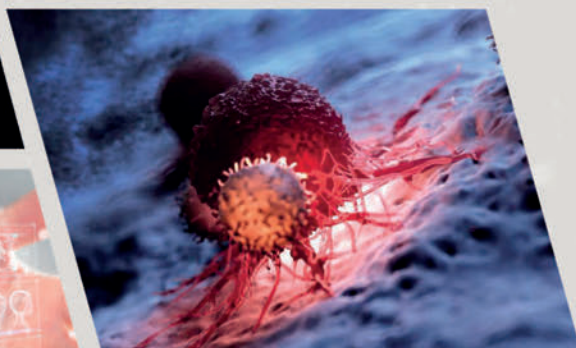
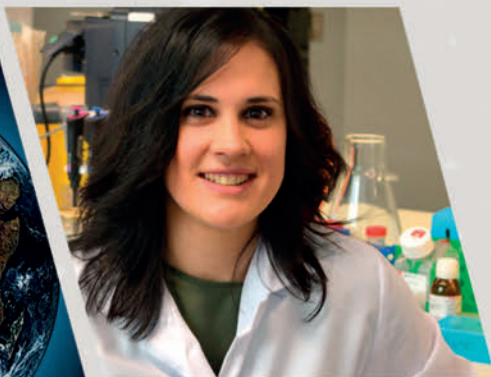
943 36 30 40

zientzia.eus

elhuyar da

22.000 edukitik gora!

Ahots-sintesia eta eduki-erlazionatzailea integratuta



IKUSI IRAKURRI ENTZUN

gaurko zientzia