

305

2014ko otsaila

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

elhuyar
Zientzia

Droneak

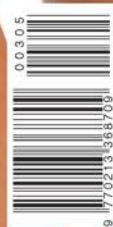
guda-zelaitik ikasgelara

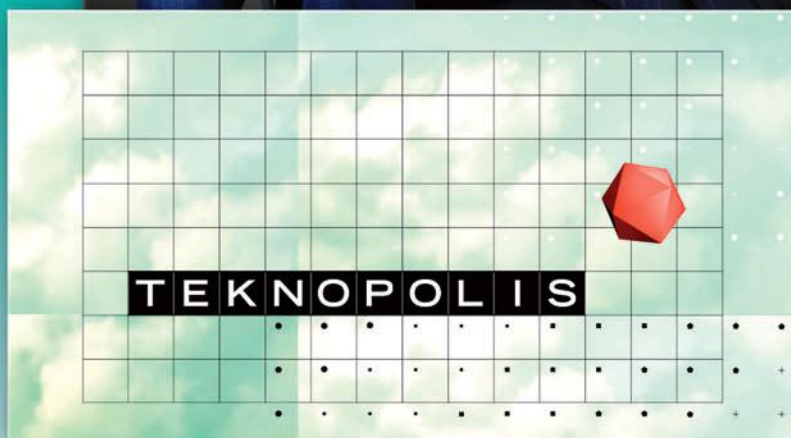
**Modulartasunaren
itzulera**

Hesteetako bakterioak

BESTE ORGANO BAT

4,70
euro





etb 1 Larunbatero, 11:30ean
Astelehenero, 10:00etan
Asteartero, 00:15ean

etb 2 Igandero, 10:00etan
Astelehenero, 01:00etan
Asteazkenero, 10:30ean

Eta Interneten: <http://teknopolis.elhuyar.org>



EUSKO JAURLARITZA

HEZKUNTZA, HEZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SAIA

GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA

EUSKO JAURLARITZA

EKONOMIAREN GARAPEN
ETA LERNAKORTASUN SAIA

GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO Y COMPETITIVIDAD

BABESLEAK



“P
honebloks-en helburua da smartphoneak
erabat modular bihurtzea”

21



“N
ik modu berean isla ditzaket Jaizkibel
mendia edo, adibidez, Hondarribiko eliza”

22

“O
rduan pentsatzen zen gizakia gai izango zela
inolako mikroorganismorik gabe bizitzeko”

31

“G
u ez gara jaio planeta honetan bakarrik bizitzeko; bakterio
horiek behar gaituzten moduan, guk ere behar ditugu”

31

“A
fari-erdian, ordea, oihuka hasi zen Darwin:
‘Itxaron! Geldi denok!’”

41

Ikuspegi-aldaketa baten testigantza

Garenari beste ikuspuntu batetik begiratzeko, eta gugan bizi diren mikroorganismoen pisua zenbatekoa den adierazteko, trikimailu eraginkor bat hau da: zelulen kolonia erraldoi baten gisa irudikatzea gizakia. Irudikapen horretan, koloniako kide batzuk giza zelulak dira, honetan edo hartan espezializatutakoak, eta beste batzuk, asko, bakterioak; eta elkarrekin kooperatzen dute edo lehiatzen dira, giza gorputza den bilgarriaren barrenean. DNARI lotutako datu batek biribiltzen du irudia: sekuentziatutako giza genomak gorputzean dugun DNAREN % 10 besterik ez da; gainerakoa, mikroorganismoena da.

Zenbaki honetako protagonistak mikroorganismo horietako batzuk dira, zehazki, gure hesteetan bizi diren bakterioak. Digestioari lotutako funtzio jakin batzuk betetzeko funtsezkoak direla esatea ez da gaurgero berria. Eta gaixotasun jakin batzuen erantzule-partaide izan daitezkeela ere ez. Baina azken urteotan egin diren ikerketek aditzera eman dute askoz ere funtzio gehiago dituztela, eta aldaketa sakona eragin dute hesteetako bakterioekiko dugun ikuspegian.

Ikerketek erakutsi dute metabolismoan ez ezik beste alderdi askotan ere parte hartzen dutela, hala nola immunologian, eta baita neurologian ere. Hesteetako bakterioen eta gure gorputzaren arteko harremana hain da estua, organotzat hartzea gero eta zabalduago dagoen ikuspegia baita. Halakotzat ditu, besteak beste, EHUko immunogenetika-ikertzaile Jose Ramon Bilbaok.

Zenbaki honetako hamar orrialdetan zehar, ikuspegi-aldaketa horren testigantza jaso dugu, eta kontatu nola pasatu diren hesteetako bakterioak batzuetan “etsai” eta besteetan “beharrezko laguntzaile” izatetik “gutar” izatera; “organo” izatera. Testigantza osatzen duten argudio guztiak ez dira lehenengo irakurraldian digeritzeko errazak, eta batzuk poliki irakurtzekoak ere badira. Adibiderako, hesteetako bakterioetatik autismora joan daitezkeen bidea ez da berehalakoan egiten. Gugan duten esku-hartzea horrainokoa izan daitekeela pentsatzeko arrazoiak, ordea, ez dira baztergarriak.



Eider Carton Virto

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia
aldizkariaren
zuzendaria*



Costa Ricako fauna gertutik

Costa Rica paradisua da argakilarientzat. Han izan da Danel Solabarrieta argazkilaria, eta hango faunaren kolore biziak ekarri dizkigu. Gainera, 2013ko Fotciencia lehiaketan saria ere irabazi du Solabarrietak Costa Rican ateratako argazki batekin.



Hesteetako bakterioak BESTE ORGANO BAT

Azken urte hauetan, ikerketa ugari egin dira ikusteko zer elkarreragin dagoen hesteetako bakterioen eta gure gorputzaren artean. Ikerketa horiek orain arteko ikuspegia aldatzea ekarri dute, ikertzaileek frogatu baitute elkarreragina uste baino askoz ere estuagoa eta garrantzitsuagoa dela. Are gehiago, gaur egun, bakterio horiek osatzen duten multzoa, mikrobiota, organotzat jotzeko joera hedatzen ari da.

22

Droneak

guda-zelaitik ikasgelara

Bidasoa-Irungo Lanbide Heziketako obra zibileko zikloan duela hiru urte eskuratu zuten drone bat, eta geroztik lanean ari dira gailu hegalariaekin. Droneen bidezko fotogrametria topografia klasikoaren oinardekotzat dute ikastetxean. Ikasteko, irakasteko eta ikertzeko erabiltzen dute dronea.



Zenbateraino dira fidagarriak DNA-probak?

Kimerismoaren eta mosaizismoaren ondorioz, organismo zelulaniztunek informazio genetiko desberdineko zelulak dituzte. Horrek DNA-proben fidagarritasunean izan dezakeen eragina aztertu du Ana Agirre EHuko genetikariak.

38



20

Modulartasunaren itzulera

Gaur egungo gailu digitalen osagai gehienak banaezinak dira. Horrek desabantaila ugari ditu; nabariena, zerbait haustean dena bota behar izatea. Hala ere, baliteke laster hori aldatzea.

Darwinen platerean

Darwinek eta beste zazpi ikaslek sortutako The Glutton Club ospetsua izan zen "giza dastamenarentzat ezezagunak ziren hegazi eta piztiak" jateko zuten zaletasunagatik. Eta Beagle-n egindako bidaian ere, Darwinek grina berarekin hartu zituen naturalista-lanak eta lur berrietan aurkitu zituen jakiak.



40



aurkibidea]

4 ALBISTEAK

14 MUNDU IKUSGARRIA
Costa Ricako fauna gertutik

20 MUNDU DIGITALA
Modulartasunaren itzulera

22 **Droneak guda-zelaitik ikasgelara**

28 **Hesteetako bakterioak**
BESTE ORGANO BAT

30 **Mikrobioma, bakterioak gutarrak direnean**

36 **Oreka hauskorra**

38 ANALISIA
Zenbateraino dira fidagarriak DNA-probak?
ANA AGIRRE

40 ISTORIOAK
Darwinen platerean

42 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Arantza Diaz de Illarraza

43 **SATORRAK ILARGIAN**

44 GAI LIBREAN
Atmosfera planetarioak: Artizarraren kasua
ITZIAR GARATE

48 GAI LIBREAN
Mezu kimikoak eta *Ips sexdentatus*
IÑAKI ETXEBESTE

51 GAI LIBREAN
Ekuazio funtzionalak gure inguruan daude
F. J. ABRISQUETA, H. BUSTINCE, M. J. CAMPION, A. ESTEVAN, E. INDURAIN

54 **ASTRONOMIA**

56 **HURRENGO ZENBAKIAN**

Rosetta: lozorrotik aterata, helmugara berrabiatzeko prest

2011ko ekainetik lozorroan egon ondoren, berriro jarri da martxan Rosetta zunda. 2004ko martxoan jaurti zuen ESAk, Europako Espazio Agentziak, aurtengo azaroan 67P/Churyumov-Gerasimenko kometara iristeko helburuarekin. Bidean Lurraren eta Marteren grabitate-bultzada jasotzeko diseinatu zuten ibilbide osoa, eta, horren barruan, lozorroan sartzeko tartea ere aurreikusi zuten. Tarte horretan, bere ibilbidea kometarenera hurbildu da, eta orain, 31 hilabete lo igaro ondoren, esnatu egin da, kometarekin duen hitzordura garaiz eta prest iristeko.

Hasiera batean, Rosetta misioaren helmuga 46P/Wirtanen kometa zen, baina, jaurtiketa atzeratu egin zenez, 67P/Churyumov-Gerasimenko aukeratu zuten haren ordeaz. Edonola ere, misioa-

ren helburua ez zen aldatu: kometa bat bertatik bertara aztertzea, bai haren inguruan orbitatuz bai kometaren azaletik laginak hartuz.

Hala, Rosettak daramatzen tresnen artean, teleskopioak, masa-espektrometro bat, jasotako laginen masa eta ezaugarri kimikoak neurtzeko tresneria, kometaren azalaren mapa egiteko tresnak (argi ikusgaian eta infragorrian), isotopoak identifikatzeko gailu bat eta irrati-seinaleen analizatzaile bat daude. Horiez guztiez gain, tresna izarra dago: Philae modulua.

Kometaren azalean lur hartuko duen modulua da Philae. Kometaren parera iritsitakoan, metro bat segundoko abiaduran hurbilduko zaio, eta, kometaren grabitate-indarra txikia denez, arpoien bidez lotuko da astrora. Hori baino

lehen, zundaren tresnen bidez, mapa zehatza egingo da, "kometaratzeko" leku aproposa aukeratzeko.

Lehenengo maiatzean bertan, kometaren lehen irudiak jasotzea espero dute ESAkoek. Horiekin, kometaren kokaleku eta orbita zehatza kalkulatzeko aukera izango dute. Eta azaroan jarriko da Philae kometaren azalaren gainean. ESAko ingeniariak aitortzen dute ez daudela erabat ziur ondo aterako ote den, aurretik inoiz ez baita horrelakorik egin, baina orain arte aurreikusitako helburu guztiak behar bezala bete ditu Rosetta zundak.

Helmugak ez ezik, bideak ere badu garrantzia

2004ean Guyana Frantsesetik aterazetik, bide luzea egin du Rosettak.



ESAk kontrol-gelako ikertzaileak, pozez, Rosetta esnatu berriaren seinalea jasotzean. ARG.: JÜRGEN MAI/ESA.

2005an, Lurraren grabitate-indarraren laguntza jaso zuen, eta 2007an, berriz, Marterena. Hilabete batzuk geroago, berriro Lurraren laguntza jaso zuen, eta baita 2009an. Bien artean, 2867 Steins asteroidearekin topo egin zuen, eta haren argazkiak atera zituen. 2010ean, beste asteroide bati egin zizkion argazkiak; 21 Luteciari, hain zuzen. Asteroideen arteko talka batek utzitako arrastoak ere aztertu zituen, eta, urtebete geroago, lokartu egin zen.

Orbita zuzentzeko eta asteroideak aztertzeko aginduak Darmstadtetik jasotzen ditu (Alemania), eta bi eguzki-panel erraldoien bidez jasotzen du bidaiatzeko behar duen energia. 6.200 milioi kilometro baino gehiago egin ditu guztira.

Esnatu ondorengo egitekoak

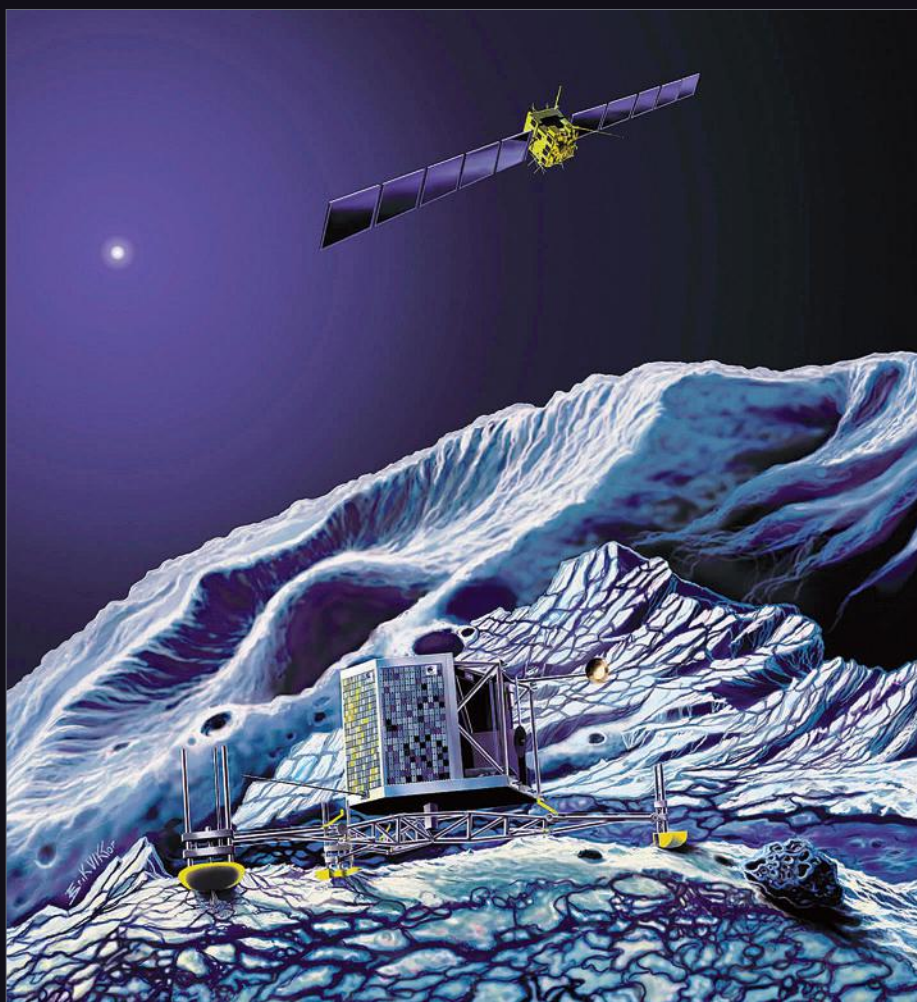
Rosettak otsailaren 20an, goizeko 11etan, jaso zuen esnatzeko agindua. Ordutik aurrera, tresna guztiak pixkanaka pizten joango zirela aurreikusi zuten, eta 18:30k aldean espero zuten jasotzea lehen seinalea. Seinalea pittin bat beranduago iritsi bazen ere, dena ondo atera zen. Hala, arduradunek arrakastatsutzat jo dute esnatzeko operazioa.

Hurrengo mugarri nagusia azaroan izango da, Philae kometaren gainean jartzen saiatuko baita garai horretan. Baina horrekin ez da bukatzen misioa. Philaek, zenbait astez, lanean aritu beharko du: kometaren azaletik jasotzen dituen laginak analizatu eta jasotako datuak Lurrera bidaliko ditu.

2015ean, berriz, aparteko lekukotza jasotzeko aukera izango du Rosettak, kometaren urrian Eguzkiaren periheliora hurbildu eta bere jarduera areagotu egingo baita. Azterketa eta datu guzti horiei esker, eguzki-sistemaren sorrerari buruzko informazio preziatua jasoko dute iker-tzaileek. Izan ere, astrofisikarien ustez, planeten zati bihurtu ez ziren materialak osatuta daude kometak, eta, beraz, ez dute eboluziorik jasan. Benetako izarren hautsa dira. ●



2867 Steins asteroideari Rosettak ateratako argazkiak. ARG.: ESA.



Philae modulua, Rosetta zundatik askatuta, kometaren azalean. ARG.: ESA.

Ibis ermitaua aztertuta, V-itxurako hegaldiaren biomekanika argitu dute



Ibis ermitauak hegan, formazioan. ARG.: MARKUS UNSÖLD.

Hamalau Ibis ermitau basatik (*Gericus eremita*) osatutako talde bat aurkitu eta, lehen aldiz, monitorizatu egin du nazioarteko ikertzaile-talde batek. Austrian eta Italian egin dute ikerketa. Ohi denez, hegazti migrazioen taldeak V-itxurako formazioa zeraman hegan egitean. *Nature* aldizkarian argitaratutako artikulua arabera, ikertzaileek 43 minutuz hegazti guztien posizioa, abiadura, norabidea, eta hegadak aztertu dituzte.

Ondorioa? Uste, susmatu eta espero zitekeena: V-itxurako formazio horren bidez, hegaztiak energia aurrezteko lortzen dute. Egin den behaketan, ikertzaileek ikusi dute hegan egiteko orduan, hegaztiak gorputza posizio jakin batean jartzeaz gain, sinkronizatu egiten dutela hegaden mugimendua. Hegaztiak taldean egiten dute hegan, baina sarritan banan-banako mugimenduak egiten dituzte, tokiz aldatzeko eta hegada egokitzeko, ahalik eta abantaila aerodinamiko onena lortu arte.

Artikuluak dioenez, V-itxurako formazioan hegan egiterakoan, atzean joaten diren ermitau basatiek modu sinkronizatuan mugitzen dituzte hegoak, eta, horrela, aurrean joaten den

hegaziaren bulkadaz ere baliatzen dira. Izan ere, hegazti batek hegan egiten duenean lorratz bat uzten du. Apur bat atzerago baina pare samarrean jartzean, atzean doan hegaztiak aurrekoan bulkada jasotzen du. Aldiz, aurre aurrean taldea gidatuz joan ohi den hegaziaren atzean doazenen hegada ez da sinkronizatua izaten; horrela, aurrekoaren hegadaren ondorioz eratzen den beheranzko aire-korrontea saihestea lortzen dute.

Ikerketa egin dutenen arabera, ermitau basatiek inguruko hegadak sortzen dituzten aire-turbulentziak aurreikusteko gaitasun handia dute.

Orain arte, V-itxurako hegaldien inguruko eredu teorikoak egin izan dira behin baino gehiagotan, baina frogatu gabe zegoen hegazti basatiekin. Ikerketan Erresuma Batuko Royal Veterinary Collegek, Estatu Batuetako Washington unibertsitateak, Austriako Waldrapp erakundeak, Alemaniako Humboldt unibertsitateak, Londresko unibertsitateak, eta Oxfordeko unibertsitateak hartu dute parte. ●

Ikusi bideoa
webgunean



Koman dauden pazienteen garun-funtzioak neurtzeko bide berria

Kontzientzia-asaldurak dituzten pazienteen garun-funtzioetan gertatzen diren anomaliak neurtzeko modu berri bat aurkitu du BioGurutzetako Neuroirudi Konputazionalaren taldeak eta Dante Chialvok, Ikerbasqueko ikertzaileak. Traumatismo kraneoentzefaliko baten ondorioz, koman, egoera begetatiboan, edo kontzientzia minimoko egoera batean dagoen gaixoaren burmuinak zein kalte izan duen kuantifikatzeko bi garun-markatzaile aurkitu dituzte erresonantzia magnetiko funtzionala erabilita: batetik, korrelazio partziala edo bi garun-hemisferioen arteko konektibitatea, eta, bestetik, hemisferio bakoitzaren barneko jarduera adierazten duen transferentzia entropikoa.

Beste ikerketa batzuetan ikusi da koma egoeran dauden pazienteetan garunaren asalduraren bat egon litekeela, eta, hori abiapuntutzat hartuta, konektibitate funtzionaleko sarean analisia egin du ikerketa-taldeak. Emaitzak erakutsi du alde nabarmena dagoela banako osasuntsuen eta kontzientzia-asaldura duten pazienteen markatzaileen artean. *Frontiers in Neuroinformatics* aldizkarian argitaratu dute ikerketa, eta, egileen esanetan, aurkikuntzak gaixo horien diagnostiko zehatzagoa egiten lagunduko du, pronostikoa hobetuko du, eta, bide batez, komatik irteten denean pazienteak nola egongo den aurreikusteko informazio zabalagoa izatea ahalbidetuko du.

Gainera, neuroirudi-teknikak eta aurkitu berri dituzten markatzaileak erabiliz, pazienteak komatik esnatu diren uneetan bertan neurtu ahal izan dute garunaren konektibitate funtzionala. Momentu horretan, ikertzaileek ikusi dutenez, garunaren transferitzen den informazioa areagotu egiten da. Banako osasuntsu batek 344 biteko informazioa transferitzen duen bitartean, komatik esnatzen den pazienteak 444 bitera iristen da. Alde hori, adituen ustez, konpentsazio iragankorreko fenomeno gisa har daiteke, baina ikerketa gehiago beharko da hipotesi hori baieztatzeko. ●

Ceres planeta nanoak ur-lurrunezko zorrotadak igortzen dituela ikusi dute astronomoek

Ceres planeta nanoa lurrun-zorrotada bikoitza jaurtitzen ikusi dute astronomoek, ESAren Herschel teleskopioari esker. 2012ko urrian eta 2013ko martxoan egindako lau behaketatan ikusi zuten fenomeno; antza denez, orduko 21 tona ur-lurrun jaurtitzen ditu, azalean dituen bi orban ilunetatik.

Astronomoek *Nature* aldizkarian argitaratu dituzte behaketaren emaitzak, eta ur-lurrunaren jatorria zein izan daitekeen ere proposatu dute. Haien ustez, bi azalpen izan ditzake: azalaren azpian dagoen izotza Eguzkiak sublimatzean sortua izatea, edo, bestela, jarduera bolkanikoaren ondoriozkoa. Edonola ere, azken urteetako hipotesi baten arabera, Lurreko ura kometen edo asteroideen arteko talketatik etorria izango litzateke. Ho-

rrenbestez, Ceresen egindako behaketak hipotesi hori indartzen du, neurri batean.

Ceresek asteroideen gerrikoan orbitatzen du, eta 2,7 unitate astronomikora dago (asteroideen gerrikoko gorputz handiena da, eta, 2006tik, planeta nano kategorian da). Zenbat ur isurtzen duen kalkulatzeko, arrokak igortzen duen erradiazio infragorritik, lurrun-zorrotadek zenbat xurgatzen duten neurtu dute zientzialariek. Horrela jakin dute segundoko 6 kilo ur jaurtitzen dituela (zehazki, 10^{26} molekula segundoko); astronomoen esanean, nahiko gutxi da, planeta nanoaren neurria aintzat hartuta. Izan ere, asteroideen gerrikoko gorputz handiena da: 950 km-ko diametroa du, eta Indiaren pareko azalera. Ur horretatik, gehiena espazioa galitzen dela uste dute, baina



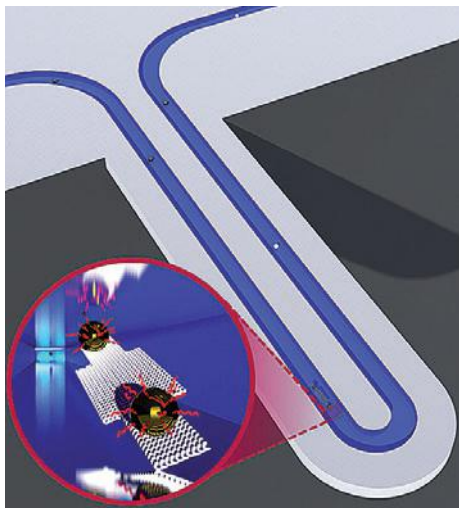
Ceres planeta nanoaren ilustrazioa, ur-lurrunezko zorrotada bikoitza jaurtitzen. ARG.: CHRIS BUTLER/SPL.

% 20 inguru planeta nanoaren azalera eroriko litzateke. Hala ere, ez dute espero atmosfera bat sortzea Ceresen inguruan.

Bestalde, Ceresek duen ur-kantitatea oso handia ez izanagatik, antzeko asteroide batek, Vestak, duena baino askoz ere handiagoa da. Astronomoentzat esanguratsua da bien artean dagoen aldea, horrek esan nahi baitu, seguru asko, eguzki-sistemaren alde desberdinetan sortuak direla.

Ura ez ezik, Ceresen eta asteroideen gerrikoko beste gorpu-

tzen mugimendua ere aztertu dituzte. Horri esker, planeta-sistemak nola eratzen diren ulertzeko zantzu berriak jaso dituzte. Hain zuzen, asteroideen eta kometen aurka hastapenetan izandako talkek eragina izan zuten planeta handien orbitan. Eta datorren urtean Ceresi buruzko datu gehiago izango dituzte, orduan iritsiko baita planeta nanora NASAREN Dawn misioko zundak, 2007an abiatutakoa, Ceresen azalaren mapa osatzeko asmoarekin. ●



Siliziozko hegal-itxurako kanalaren ilustrazioa, DNA eta urrez egindako egitura baten masa neurtzen. ARG.: SELIM OLCUM ETA NATE CERMAK/MIT.

Attogramo baten inguruko masa neurtzeko sistema garatu dute

Attogramoaren inguruko masa duten partikulak neurtzeko tresna garatu dute Massachusettsko Teknologia Institutuan (MIT). Attogramoa mikrogramo baten milioienaren milioirena da, eta eskala horretakoak dira birusen, osagai zelular batzuen eta nanopartikula sintetikoaren masak. Haien masa neurtzeko aukera ematen du, beraz, MITen garatu duten sistemak.

Ikertzaileek azaldu dutenez, aurretik MITen bertan garatutako beste sistema batean oinarritu dira. SMR izena du sistema hark (suspended microchannel resonator), eta zelulen pareko masa duten partikulak neurtzeko balio du. 2007an aurkeztu zuten, eta partikulak siliziozko kanal baten zehar igarotzen ari direla neurtzen du haien masa. Kanal hori hegal-itxurakoa da, hutsean dago, eta bibratu

egiten du. Partikula igarotzean, bibrazioaren maiztasuna aldatu egiten da, eta horri abiatuta kalkulatzen dute partikularekin masa.

Orain, zelulak baino masa txikiagoa duten partikulak neurtzeko, sistema osoa txikitzen joan dira, eta neurria doitzeari gain, bestelako aldaketak ere egin behar izan dituzte. Adibidez, bibrazioaren jatorria elektrostatikoa izan beharrean piezoelektrikoa da oraingoan. Hala lortu dute lehen baino 30 aldiz masa txikiagoa duten partikulak neurtu ahal izatea; zehazki, 0,85 attogramoko bereizmena lortu dute.

Ikertzaileen arabera, sistema gai da 30.000 partikula 90 minututan neurtzeko. PNAS aldizkarian argitaratu dute egindako lana, eta nanomedikuntzan aplikazio oso interesgarriak dituela aurreratu dute. ●

Proteinen egitura inoiz baino xeheago

Eskala nanometrikoan, 100 aldiz baino gehiago handitzen du ohiko teknikaren bereizmena CIC nanoGUNEn garatutakoak

Proteinen egitura oso bereizmen handiarekin ikusteko teknika bat garatu dute. Teknika berriarekin 30 nanometro eta attogramo bat (10^{-18} g) baino gutxiagoko bereizmena erdietsi dute ikertzaileek, eta gai izan dira, esaterako, 24 proteinaz osatutako ferritina konplexuaren alfa-helize egiturak ikusteko.

Proteinaren egitura funtsezkoa da proteinak bere funtzioa bete dezan. Halaber, proteinak hartzen duen bigarren mailako egitura espazialak (alfa helizea edo beta orria) zeresan handia du neuroendekapenezko gaixotasun batzuetan. Ondorioz, bigarren mailako egitura horiei hain eskala xehean antzemateko teknikak garatzea oso lagungarria izan daiteke ikerketan.

CIC nanoGUNeko, Berlingo Unibertsitate Libreko eta Neaspec Erakundeko

ikertzaile-talde batek garatu du metodoa, eta *Nature Communications* aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak.

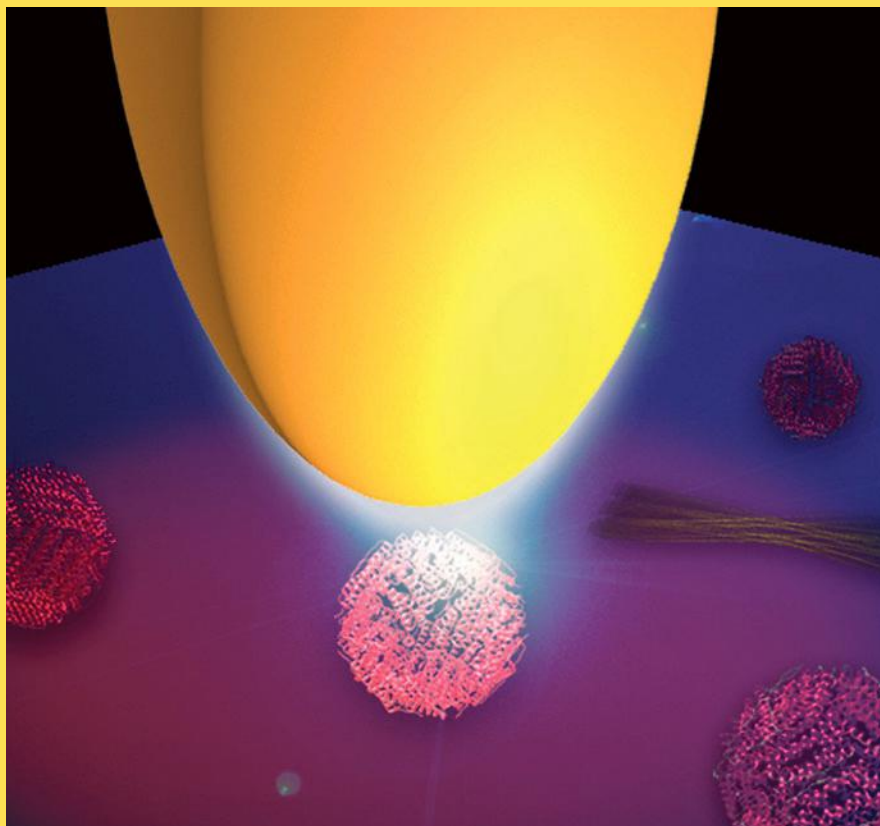
Eskala nanometrikoko mapak

Nanoespektroskopia infragorrian oinarritzen da garatutako teknika (nano-FTIR). Teknika optiko bat da, eremu hurbileko ekorketa-mikroskopio optikoa (s-SNOM) eta Fourierren transformatuaren bidezko espektroskopia infragorria (FTIR) teknikak uztartzen dituen. nano-FTIR espektroskopian punta metaliko zorrotz bat banda zabaleko laser infragorri batekin argizatzen da, eta atzerantz barreiatutako argia bereziki diseinatutako Fourierren transformatuaren bidezko espektroskopia batekin aztertzen da.

Proteinen bigarren mailako egitura aztertzeko ohiko tresna izanagatik, ez du aukerarik ematen proteinen eskala nanometrikoko mapa egiteko. CIC nanoGUNeko ikertzaileek teknika hori findu dute, eta 30 nm baino gutxiagoko bereizmena erdietsi dute. “Punta antena moduko bat da argi infragorriarentzat, eta puntaren puntan biltzen du argia. Goi-erpin horretako nanofokua argi infragorriaren iturri ultratxiki gisa jo daiteke. Hain txikia da, 30x30 nm-ko azalera baino ez du argitzen, eta hori da, hain zuzen, proteina-konplexu handien eskala” azaldu du Rainer Hillenbrand proiektuaren buruak.

Bakarka hartutako birusak, ferritina-konplexuak eta insulina-zuntz txikien espektro infragorriak aztertu dituzte ikertzaileek teknika berriarekin, eta espektroskopia estandarrek hautemango ez lituzkeen egiturak bereizi dituzte. “Insulina-zuntzen eta birusen nahaste batean, FTIR espektroskopia estandarrek ez zuen hauteman alfa-helizeko birusak zeudela, azpimarratu du taldeko biologo Simon Polyk. Halaber, gai izan dira ferritina-partikula bakarren espektro infragorria neurtzeko: 24 proteinaz osatutako konplexuak dira eta oso masa txikia dute, 1 attogramo besterik ez; ikertzaileek argi bereizi ahal izan dituzte alfa helize egiturak.

Ikertzaileen esanean, garrantzi praktiko handiko alderdia da nano-FTIR espektroa oso ondo uztartzen dela ohiko FTIR espektroarekin, eta bereizmen espaziala 100 aldiz baino gehiago handitzen dela ohiko espektroskopia infragorriaren aldean. Hillenbrandek “zirragarritzat” jo ditu nano-FTIR teknikak eskaintzen dituen aukera berriak. “Punta zorrotzagoekin eta antenen funtzioa hobetuta, espero dugu etorkizunean proteina bakarren espektro infragorria lortzea”, esan du. ●



Proteina baten nanoespektroskopiaren ilustrazioa. Metalezko punta bat (horiz) argi infragorriarekin argitzen da. Puntaren antena-funtzioaren eraginez, argia puntaren ertzean bildu, eta proteinak argitzen dituen nanofoku bihurtzen da. ARG.: CIC NANOGUNE.

Zientziaren bidezidorrak urratu zituztenen istorioak

‘Ilargian mendiak eta basoak ikusi zituen’

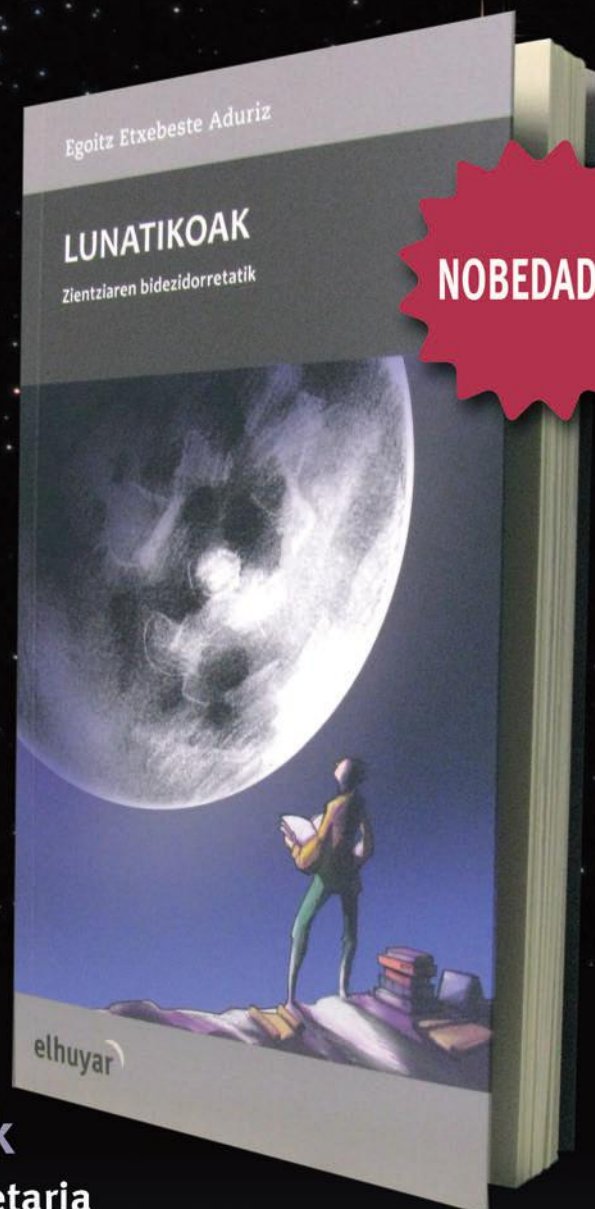
‘Arazo bat zuen: inork ikusi gabeko izakiak ikusten ari zen’

‘Itun bat egin zuten: bizitzan ahal zuten guztia egitea, mundua berek aurkitu zuten baino jakintsuago uzteko’

Lunatikoak

Zientziaren bidezidorretatik

Egoitz Etxebeste Aduriz, zientzia-kazetaria



Zizpiak

Helduentzako zientzia-dibulgazioko liburua



www.elhuyar.org/edizioak



elhuyar

Tigre-arrain afrikarra enara-ehizan

Lehenengoz grabatu dute nola ehizatzen dituzten arrainek hegana doazen enarak

Hegoafrikako Schroda Dam aintzira artifizialean egin dute grabazioa. Tigre-arrainak ur-azpitik salto egin eta ur-azaletik gertu hegana ari den enara irensten du. Hegoafrikako North-West unibertsitateko ikertzaileen esanean, lehenengo aldia da halako portaera dokumentatu dela tigre-arrainentzat. Duela 60 urtetik existitzen dira enara-ehizaren aipamenak, baina orain arte ez da lortu frogarik biltzea. Ikertzaileek 15 egunez egin zieten jarraipena aintzirako tigre-arrainei, eta, emaitza ikusita, enarak arrainen dietaren parte arrunt samarra direla uste dute.

Journal of Fish Biology aldizkarian argitaratu dituzte behaketaren emaitzak. Artikuluan esaten dutenez, aztertutako 15 eguneko epealdian eguneko 20 bat ehizaldi arrakastatsu behatu dituzte, eta, guztira, 300 enara harrapatu dituzte tigre-arrainek (*Hydrocynus vittatus*). Ikertzaileen ustez, kopuru horiek adierazten dute enara-ehiza ez dela noizbehinkako portaera, ez, gutxienez, aintzira horretako tigre-arrainen artean.



Tamaina handikoak (metro bat har dezakete) eta hortz zorrotzeko arrain harrapariak dira tigre-arrainak.

Enara-ehiza hain aktiboa aintzirako janari eskasiaren ondorio izan daitekeela uste dute ikertzaileek; izan ere, artikuluan bertan esaten dute Schroda Dam aintzirako tigre-arrainek gainerako populazio lokalek baino hiru bider denbora gehiago pasatzen dutela jatekoaren bila.

Bi ehiza-estrategia dokumentatu dituzte ikertzaileek: batzuetan ur-azal azpitik jarraitzen diote gainetik hegana ari den enarari, eta ondoren egiten dute salto; eta, beste batzuetan, zuzenean egiten dute salto sakonera handiagotik. Ikertzaileek jasotako datuen

arabera, bigarren hori da teknikarik arrakastatsuen.

Ehizaldiak grabatzeko pista goizertidiko arrainen ezohiko jarduerak eman zien ikertzaileei: udan, 8ak eta 12ak artean, ohiko janleku eta babesguneetatik kanpo ibiltzen ziren oso aktibo; eta denbora-tarte horrek bat egiten zuen enara migratzaileak jateko eta edateko aintzira gainetik hegana pasatzen ziren momentuarekin. ●

Ikusi bideoa
webgunean



Fluoreszentzia-bidezko metodo erraz bat garatu dute ultzera diagnostikatzeko

Ultzera diagnostikatzeko metodo seguru eta ez-inbasibo bat garatu dute Hego Dani-markako Unibertsitatean. Urdailean ultzera eragiten duen bakterioa fluoreszente bihurtzean oinarritzen da, horri esker, ez da beharrezkoa tresnariarik sartzea urdailera, lagin bat hartu eta analizatzeko.

Beste metodo ez-inbasibo bat ere badago lehendik, arnasa analizatzean oinarritua, baina ez da oso zehatza. Aldiz,

ikertzaileek adierazi dutenez, haiek garatutako metodoa erabat zehatza da, pazientearentzat eroso, eta, gainera, diagnostiko goiztiarra egiteko aukera ematen du. Hala, diagnostikoa goiz eginda, ultzera sortzea ez ezik, minbizia garatzea ere prebeni daiteke.

Hain zuzen ere, ultzera eragiten duen bakterioa, *Helicobacter pylori*, fluoreszente bihurtzen duen molekula bat garatu dute ikertzaileek. Hel-

burua ez zen erraza, molekula gai izan behar baitu bere funtzioa betetzeko urdaileko kondizioetan, hau da, 37 gradutan eta ingurune oso azidoan. Azkenean, LNA (Locked Nucleic Acid) molekulen bidez lortu dute hori. LNA molekulak RNAREN antzeko molekula sintetikoak dira; ez dira toxikoak, bakterioaren mikrokRNAREkin hibridatzeko gaitasuna dute, eta oso egonkorak dira.

Hala ere, erabiltzen hastera-ko ezinbestekoak diren xehetasun batzuk landu behar dituzte, adibidez, nola ikusi bakterioek igortzen duten fluoreszentzia. Ikertzaileek aurreratu dutenez, sendagileek urdailera bidalitako mikrokamara bat erabil dezakete horretarako, baina oraindik ez dute egin proba. Molekulari buruzko ikerketa PLOS ONE aldizkarian argitaratu dute. ●

Zientzia-gosea asetzeko, sartu barruraino!



Haur eta gazteentzako esperimentu-liburua

Adina: 8-10 urte

Zz

NOBEDADEA

ARMIX sukaldean

Mugaritzen laguntzarekin



4
Zz

8-10 urte



elhuyar



Kolaboratzaileak:



berria^{info}

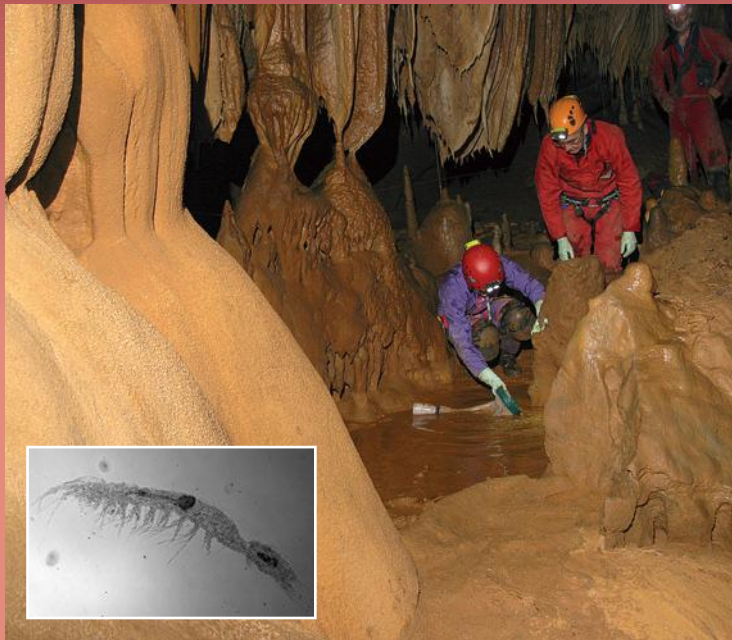
mugaritz

Argitaratzailea:

elhuyar



www.elhuyar.org/denda



Goienetxe haitzuloan (Bizkaia) aurkitu dute espezie berria, argazkiko batinela. ARG.: CSIC.

Orain arte ezezaguna zen krustazeo bat identifikatu dute Bizkaiko koba batean

Goikoetxe haitzuloan, orain arte ezagutzen ez zen krustazeo-espezie bat identifikatu dute Espainiako Natura Zientzien Museoko ikertzaileek (CSIC). *Vejdovskybathinella vasconica* izena eman diote, eta, identifikazioan, ezaugarri morfologikoez gain, azterketa genetikoa ere erabili dute.

Hain zuzen, ikerketan parte hartu duten Ana Camachoren esanean, "azterketa molekularra ezinbestekoa da morfologikoki berdinak diruditen espezieak bereizteko". Hala, bi generen zatiak sekuentziatu dituzte: COI gene mitokondrialra, eta 18S genea, nukleokoa. Horri esker bereizi dute espezie berria.

Vejdovskybathinella vasconica batinela bat da. Krustazeo horiek 0,5-1 mm izaten dituzte, eta lur azpiko uretan bizi dira: putzuak, ur freatikoa, iturriak...●

Alkoholaren arrastoa gazteen DNAn

Asteburuetan edari alkoholdunak edateak uste zuten baino kalte sakonagoak eragiten ditu gazteen gorputzean. Ikerketaren berri Alcohol aldizkarian eman du EHUko Adela Rendón ikertzaileak, Mexikoko Nayarit-eko Unibertsitate Autonomoaren lankidetzarekin. Ikerketa aitzindaria da, orain arte urte luzez edanean jardundako jendearekin ikertu baita alkoholaren eragina; oraingoan, ordea, gazte osasuntsuak izan dituzte ikergai. 18 eta 25 urte bitarteko ikasle-talde batekin egin zuten ikerlana, bitan banatuz: edaten ez zutenak, kontrolerako, eta asteburuetan bakarrik edaten zutenak.

Odol-laginetatik abiatuta, lehenengo, odoleko zelulen mintza osatzen duten lipidoen egoera aztertu zuten. Emaitzak susmo txarra eman zien, eta kaltea DNARA ere iristen ote zen ikustea pentsatu zuten. Horretarako, kometa saiakuntza egin zuten. Odoleko zelula linfotikoen nukleoa erauzi zuten, eta elektroforesiaren eraginpean jarri zuten. "Izan ere, kromatina ez badago ondo trinkotua, DNAn kaltea badago, elektroforesian halo bat uzten du; horri



ARG.: © AWESOMESHOTZ /123RF

"kometa-adats" deritzo" azaltzen du Adela Rendónek. Eta, hain zuzen ere, alkohola edaten zutenen taldekoen kromatinak halo txiki bat uzten zuen, kontrol-taldekoena baino handiagoa. Zehazki, emaitzen arabera, zelulen % 8k zuen kaltea kontrol-taldean; eta edaten zutenen taldean % 44k. Hala, bada, edaten zutenen taldeak 5,3 aldiz zelula gehiago zituen kaltetuta.

DNAn ikusi duten kaltea ez da esanguratsua, "Zorionez", ikertzailearen esanean, "baina ez lukete inolako kalterik izan behar, oso denbora gutxi daramatelako alkohola edaten, ez direlako edaten aritu modu kronikoan".●

Albiste gehiago
webgunean.



berria

Elkarrekin, 2014an sendoagoa egingo dugu

izan zaitez **berrialaguna**



BERRIAlagunak:

- Egunero BERRIA PDFan jasoko du.
- BERRIAren produktuak merkeago izango ditu.
- Bestelako eskaintza eta deskontuetarako aukera izango du.

BERRIAk:

- Aukera izango du gero eta proiektu sendoagoa egiten jarraitzeko.

Euskal Herriak irabaziko du:

- Euskal kultura sustatuko delako.
- Euskal hedabide sarea egonkortuz eta hobetuz joango delako.

Ekarpena egiteko aukerak:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| ☐ 100 € urtean | ☐ 10 € hilabetean |
| ☐ 200 € urtean | ☐ beste kopuru bat |

Erabili bide hauek eskaera egiteko:

- 943-30 43 45
- laguna@berria.info
- berria.info/berrialaguna





COSTA RICA PARADISUA DA ARGAZKILARIANTZAT. “Denetik dauka: paisaiak, sumendiak, urrutitik ateratzeko argazki asko...” dio Danel Solabarrieta argazkilariak. “Ni joan nintzen gertuko argazkiak ateratzera. Eta, horretarako, Costa Rica da lekurik onena. Igeletan sekulako aukera dago, kolore bizi-biziekin, eta beste mila intsektu eta animalia daude, oso gertutik ateratzeko moduan, eta oso politak. Halako kolorerik eta halako aniztasunik hemen ez da topatzen”.

Igelak ziren Solabarrietaren helburuetako bat. “Aurretik informatu nintzen non egoten ziren, eta ondo topatu nituen. Adibidez, begi gorriko igel hori gautarra denez, gauez joan nintzen bere bila, baina, topatu nuenean, konturatu nintzen pupila oso dilatatua zuela, eta begia ia beltza zela, gorria oso gutxi. Nik, ordea, begiak gorri-gorri nahi nituen. Orduan, truckoa da egunez joatea, topatu (hostoazpitan egoten da lotan), esnatu, eta hasieran ikusten zaio hirugarren beta-zala, eta, hura ere zabaltzen duenean, begi gorria”.

Beste igel batzuk, berriz, egunekoak dira; esaterako, praka bakeroak dituela dirudielako blue jeans deitzen diotena.

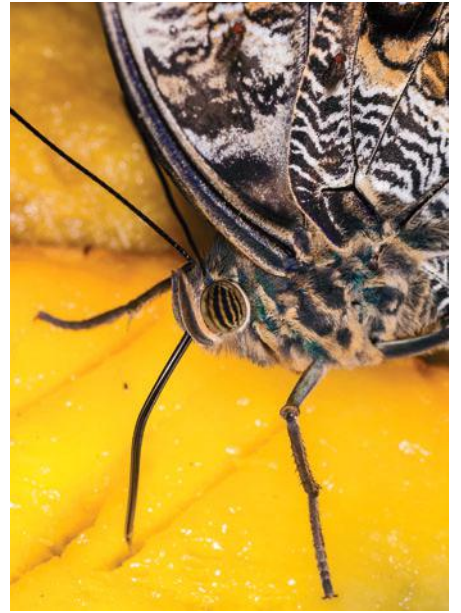


COSTA RICA KO FAUNA GERTUTIK

ARGAZKIAK: DANIEL SOLABARRIETA







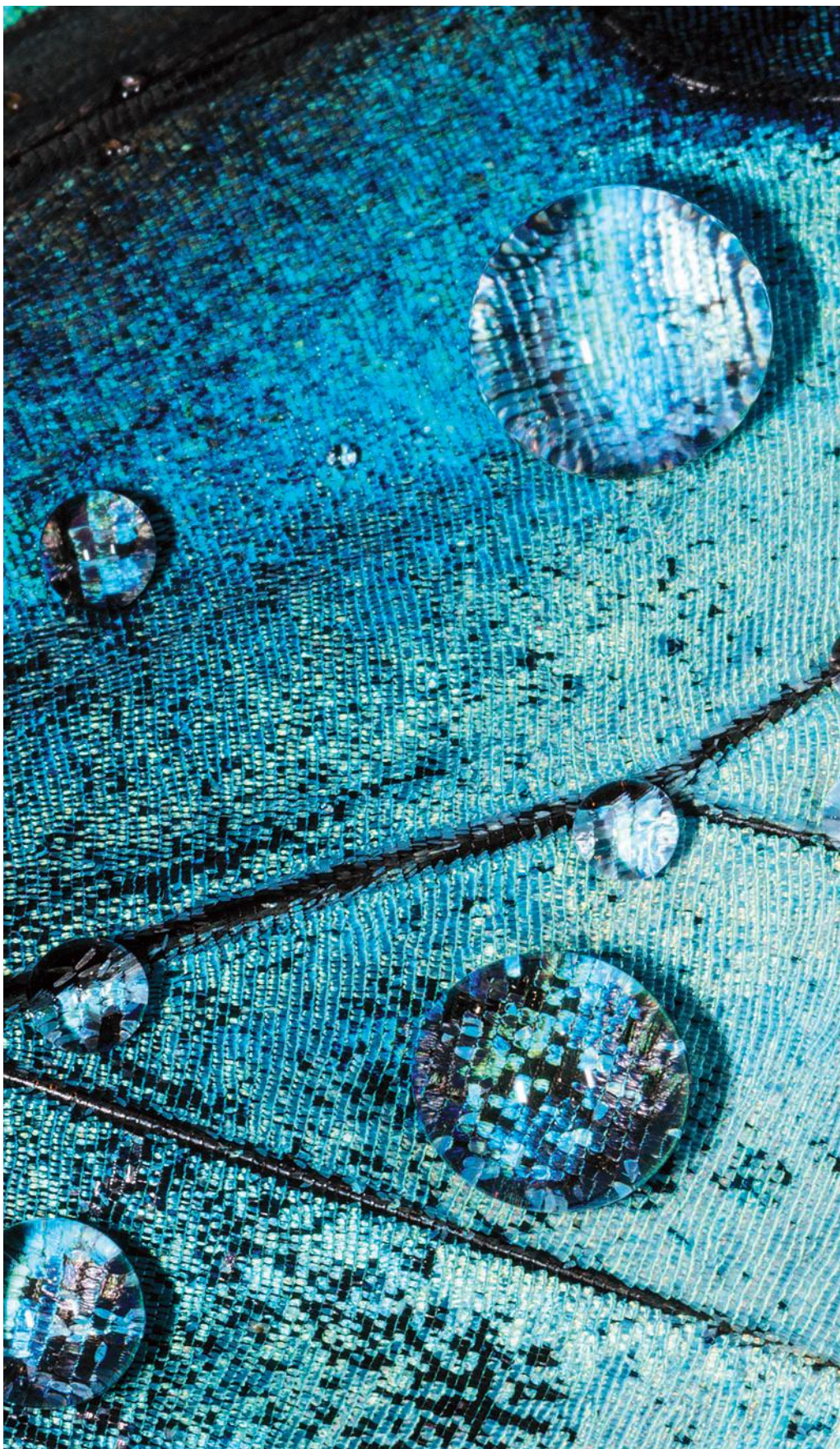


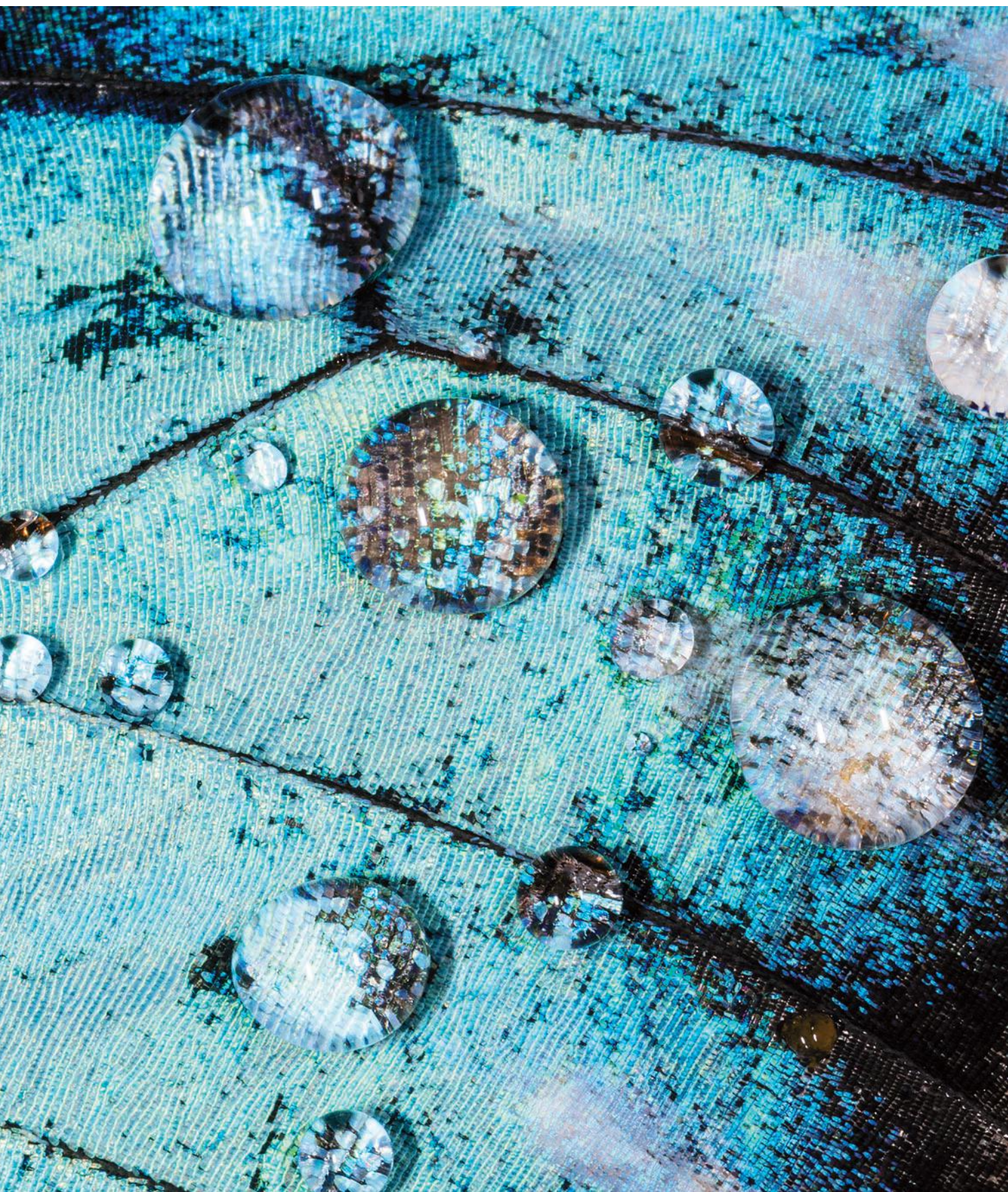
“Horiek egunekoak dira eta askoz urduriagoak. Kasu horretan ia ezinezkoa da traste guztiekin haien atzetik ibiltzea”.

Igelez gain beste animalia asko erretratu ditugu gertutik Solabarrietak. Tximeletak azpimarratzen ditugu. “Hemen tximeleta bati argazki on bat ateratzea oso zaila da; berehala alde egiten dute. Han, berriz, askoz errazagoa da. Askoz gutxiago mugitzen dira. Eta, gainera, tximeletak ere oso koloretsuak dira”.

Tximeleta bati ateratako argazkiarekin 2013ko Fotciencia sariketan accesita irabazi zuen. Bigarren urtea da, jarraian, sari hori irabazten duela. “Oso pozik nago. Ez nuen espero, ikusi bainuen argazki asko aurkeztu zirela, eta oso onak. Sorpresa izan da”. Argazkia tximeleta baten hegoaren makro bat da, eta itxura berezia du: “Hegoan ur tanta batzuk ditu, eta tanta horien lupa-efektuagatik ezkatak handituta ikusten dira”. ●

Tximeleta baten hegoa. Ur-tantak egiten duen lupa-efektuak agerian uzten du hego hidrofoboen sekretua: ezkatak.







IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

GAILU DIGITAL ERAMANGARRIAK MODULAR BIHURTZEKO EGITASMOAK ABIAN DAUDE

Modulartasunaren itzulera

Gure etxe eta lantokietan ezagutu genituen lehen gailu informatikoak mahai gaineko ordenagailuak izan ziren, eta jaun eta jabe izan ziren urte askoan. Haietako gehienak modularrak ziren, hau da, banatu zitezkeen partez osatuta zeuden: mikroprozesadorea, plaka, memoria, disko gogorra, soinu-txartela, txartel grafikoa, pantaila... Baina, gaur egun, bestelako gailu digital ugari erabiltzen ditugu, adibidez, eramangarriak, tabletak edo smartphoneak, eta haietan guztietan osagai horiek denak (edo gehienak) banaezinak dira. Horrek desabantaila ugari ditu; nabariena, zerbait haustean dena bota behar izatea. Hala ere, baliteke laster joera horri berriz buelta ematea.

Mahai gaineko ordenagailuek bestelako gailuekiko duten abantaila nagusia modulartasuna da, nire iritziz. Marka jakinetako aurrez muntatutako modelo batzuetan izan ezik, mahai gaineko ordenagailuen parteak banagarriak izaten dira. Plaka nagusia, mikroprozesadorea, memoria, disko gogorra, txartel grafikoa, pantaila eta beste osagai asko kendu egin daitezke, eta beste bateragarri batzuek ordezkatu. Horrek abantaila ugari ditu, nabaria denez: zatietako bat hautsiz gero, hori soilik ordezkatu behar izatea, gailu erabat gure beharretara egokitua muntatu ahal izatea, nahi dugunean gailua nahi dugun eran hobetzea...

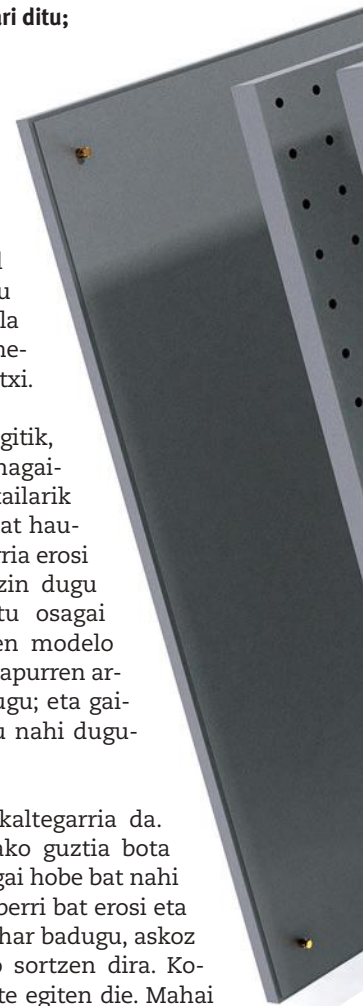
DENA BATERA IZATEAREN DESABANTAILAK

Urte batzuetatik hona, baina, mahai gaineko ordenagailuak ez dira ditugun ordenagailu bakarrak. Gaur egun, ordenagailu eramangarriak, tabletak eta baita telefono mugikorrek ere betetzen dituzte lehen mahai gainekoek betetzen zituzten funtzio asko. Eta gailu horietako gehienetan osagai asko modu banaezinean integratuta datoz. Pantaila, teklatua eta horrelako batzuk, agian, banatu eta ordezkatu daitezke, baina aipatutako beste osagai guztiak (eta, gailuaren arabera, beste batzuk ere bai, hala nola GPSa, Bluetooth-a, WiFi-a...) plakan bertan sol-

datuta doaz. Horren arrazoia, jakina, gailu txikiagoak egin ahal izatea da, eta hori du sistema honek abantaila nagusia. Baina alderdi negatiboak ere ez dira gutxi.

Erabiltzailearen ikuspegitik, mahai gaineko ordenagailuen aipatutako abantailarik ez dugu: osagai txiki bat hautsita ere, sarri gailu berria erosi behar izaten dugu; ezin dugu nahi duguna aukeratu osagai bakoitzerako, ekoizleen modelo jakinetako konbinazio apurren artean hautatu behar dugu; eta gailuaren atal bat hobetu nahi dugunean, ezin dugu egin.

Ingurumenerako ere kaltegarria da. Zati bat hausten delako guztia bota behar badugu edo osagai hobe bat nahi dugulako gailu guztiz berri bat erosi eta zaharra osorik bota behar badugu, askoz ere hondakin gehiago sortzen dira. Kometzio txikiei ere kalte egiten die. Mahai gaineko ordenagailuekin, informatika-den-



dek gure beharretara egokitutako osagaiak aukeratzen lagundu dezakete, eta berek muntatu; edo, gailua hautsiz gero, berek aztertu, ordezeko pieza eskatu eta konponketa egin diezagukete. Beste ereduari, funtzio gutxiago dituzte...

GAILU MODULAR BERRIAK LASTER?

Horretaz guztiaz konturatuta eta horri buelta eman nahian sortu zen 2013ko udazkenean Phonebloks komunitatea (<https://phonebloks.com>), oraingoz telefono mugikorren arloan lan egiteko asmoarekin. Phonebloks-en helburua da smartphoneak erabat modular bihurtzea. Udazkenean sortu zen, eta, lehen pauso gisa, kontzientziatzeko eta laguntzaile-/kolaboratzaile-sare bat lortzeko kanpaina arrakastatsu bat

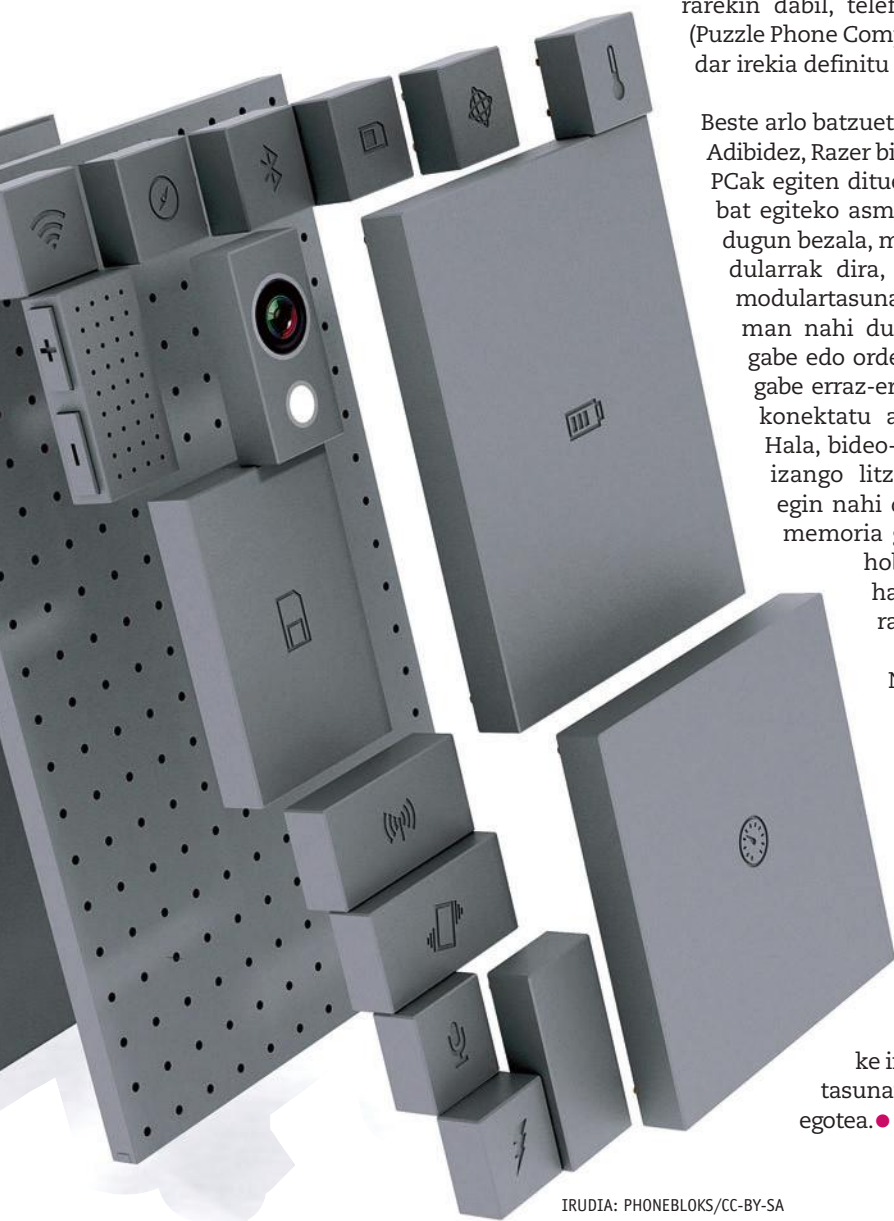
egin zuten. Ondoren, hainbat telefono fabrikatzaileekin hitz egin zuten, eta jakin zuten Motorola (gaur egun, Googlerena da) ideia berarekin lanean ari zela, telefono modular libreak egiteko asmotan, Project Ara izeneko proiektuan. Hala, biak elkarrekin ari dira lanean orain. Baina beren asmoa ez da soilik telefono modular bat egitea, telefono modularrak egiteko plataforma ireki bat garatzea baizik, gero edonork egin ahal izan ditzan plataforma horrentzako moduluak. Eta Motorolak plataforma horren gainean bere Ara telefona egiteko asmoa du, 3D-ko inprimaketaz baliatuz.

Eta hori ez da telefono modularren inguruko iniziatiba bakarra. PuzzlePhone ekimena (<http://www.puzzlephone.org>) ere asmo berarekin dabil, telefono modularren PPCS (Puzzle Phone Compatible Standard) estandar irekia definitu nahirik.

Beste arlo batzuetan ere zabaldu da ideia. Adibidez, Razer bideo-jokoen zaleentzako PCak egiten dituen enpresa PC modular bat egiteko asmotan dabil. Lehen esan dugun bezala, mahai gaineko PCak modularrak dira, baina Razer enpresak modularitasuna beste maila batera eramane nahi du. Moduluak bihurkinik gabe edo ordenagailua ireki beharrik gabe erraz-erraz konektatu edo desconektatu ahal izatea nahi dute. Hala, bideo-jokalari mokofinentzat izango litzatekeen produktu bat egin nahi dute; jokoaren arabera, memoria gehiago, txartel grafiko hobea, edo disko gogor handiagoa jartzeko aukera izango lukeena.

Nahiz eta oraindik inork ez duen gailu jakinik atera, argi dago gailu digital berrien modularitasuna agente askoren interesa piztu duen gaia dela. Bidean dauden asmoek aurrera egiten badute eta erabiltzaileok proposamen horiei ongi erantzunez gero, baliteke informatikaren modularitasunaren itzuleraren atarian egotea. ●

“Asmoa ez da soilik telefono modular bat egitea, telefono modularrak egiteko plataforma ireki bat garatzea baizik”



IRUDIA: PHONEBLOKS/CC-BY-SA

DRONEAK

guda-zelaitik ikasgelara

BEÑARDO KORTABARRIA OLABARRIA
Elhuyar Zientzia



ARG.: BEÑARDO KORTABARRIA/ELHUYAR ZIENTZIA

Goiz epela Ondarretako hondartzan. Hondarraren gainean peto horixka-berdea jantzita daraman gazte-multzo handi samar batek hara eta hona lasai dabiltzan ibiltarien arreta bereganatzen du. Esku artean badute zerbait, baina ezin antzeman zer den. Neska-mutilen multzoa ireki egiten da, eta erdian duten aparatua agerian utzi dute. Armiarma bat ematen du, erdian gorputz zuriarekin, eta handik ateratzen diren lau hanka edo besorekin. Bat-batean biraka hasi dira hanka-besoak, hegoak beraz, eta trastea gorantz doa. Dronea da, gidaririk gabeko gailu hegalaria.

Bidasoa-Irungo Lanbide Heziketakako obra zibileko zikloan duela hiru urte eskuratu zuten drone bat, eta geroztik lanean ari dira gailu hegalariaekin. “Argazkien bidez fotogrametria-lanak egiteko erabiltzen dugu dronea —Dani Tenarenak dira hitzak, zikloko irakasleetako batenak—. Lurraren hiru dimentsioko informazioa lortzea bilatzen dugu, lurraren planimetria eta altimetria islatuko duten mapak egiteko. Lurrarenak edo objektu batenak. Izan ere, fotogrametria hitz egitean, nik modu berean isla ditzaket Jaizkibel mendia edo, adibidez, Hondarribiko eliza. Nik irudika dezakedan objektu bat da azkenean”.

Denbora-pasarako edo helburu estetiko hutsak dituzten lanak egiteko, dronea eskuz gida daite-

ke, joystick baten bidez eta gailua begi bistan dagoela. Bestelako lan teknikoak egiteko, ordea, modu programatuan gidatzen dira. Ordenagailuan hegaldiaren programazioa egiten da, igaro beharreko puntu batzuk zehazten dira, waypoints puntuak, eta puntu horietan zer egin behar duen esaten zaio.

Fotogrametria lanak egiteko, adibidez, droneak lurraren argazkiak egiten ditu, modu lerrotuan, bilatu nahi den helburuaren eta agindu zaion ibilbidearen arabera. Argazkietako bakoitzak ondokoari gainezartzen zaio, aurrekoaren % 60-70 estaliz luzeran eta % 30-40 zabaleran.

➔ **Argazkien bidez**
fotogrametria-lanak egiteko
erabiltzen dugu dronea.

Dani Tena

Hainbat ekuazioren bidez posible da jakitea argazkietako bakoitza zein unetan atera den, eta atera den unean kamera non zegoen. Informazio horrekin lurrazaleko objektu guztien posizioa zehazten da. "Hegaldia prestatzen dugunean, zera esaten diogu droneari: hondartzaren gainean hegan egin ezazu, eta argazkiak egin itzazu, % 70 eta % 40 gainezarrita. Horrela programatzen dugunean, softwareak berak erabakitzen du guk jarritako baldintzak betetzeko zenbat argazki eta zein posiziotan egin behar dituen. Emaitza, puntuz osatutako laino bat da".

Dani Tenaren arabera, zikloan zehar, ikasleek dronea hegan jartzen duen softwarea programatzen ikasteko gaitasuna hartu behar dute. "Ez hori bakarrik, hegaldia programatzen ere ikasi behar dute eta, gero, gailuak lurra hartu ondoren, argazkiak nola eskuratu ikasi behar dute, eta baita fotogrametria-softwarea erabiltzen eta hiru dimentsioko mapak egiten".

TOPOGRAFIAREN ORDEZKO

Droneen bidezko fotogrametria topografia klasikoaren oinarrietatik dute eskolan, batez ere denboraren eta kostuaren ikuspegitik. "Lurraren laginketa egitera doanean, topografoak puntuz puntuko datuak hartu behar izaten ditu. 3.000-5.000 puntu hartu ahal izateko, metodo klasikoak erabiliz topografo batek astebete pasa dezake lanean. Guk goiz edo arratsalde batean hegaldia egin, datuak ordenagailura ekarri, eta 20 minutuan 1.000.000 puntu sortzen ditugu. Beharbada gure puntuen kalitatea ez da hain ona izango, baina kopuruak ordezkatzeko du gabezia hori".

Droneek lortutako irudien bidez sortzen diren planoetan lurrazalean dagoen oro agertzen da: arrapalak, zuhaixkak, hesiak, eskailerak, eserlekuak... Eta eredu horietatik ortofotoak ere lortzen dituzte, hau da, lurrazalaren argazkien bidezko irudikapenak, agertzen diren elementu guztiak eskala berean jarrita, perspektiba akatsik gabeak. Ortofotoetan, beraz, neurketa zehatzak egin ahal izango dira, kartografian erabiltzen diren ohiko planoekin bezala. "Etokizuna da. Topografia eta kartografia denboran zehar



Dani Tena, dronea programatzen. ARG.: BEÑARDO KORTABARRIA/ELHUYAR ZIENTZIA.



Droneak ikerketan

2012ko ekainean, Bidasoa-Irungo Lanbide Heziketakoei dronearen beste erabilerekin adibide izan daitekeen proiektu bat izan zuten esku artean. Palma Mallorcako Institutu Politeknikoarekin batera, eta Mallorcako gobernuaren eskariz.

Proiektu-pilotua izan zen, pikudo gorriak (*Rhynchophorus ferrugineus*) palmondoetan eragiten duen kaltea neurtzeko. 3-4 zentimetroko koleoptero horrek palmondoetan habiak egiten ditu, palmondoa gaixotuz lehenik eta lehortuz gero. Habia horiek aurkitzea zen proiektuaren helburua, palmondo gaixoak eta osasuntsuak identifikatzeko, eta lan hori aurretik egitea erabaki zuten.

Proiektua aurrera eramanez ahal izateko, dronean kamera multispektrala jarri zuten. Kamera horrek sentore infragorri bat du, landaretan gertatzen diren aldaketak eta begi soilez ikusi ezin direnak ezin hobeto erakusten dituenak. Informazio hori edukita, eta teledetekzio-metodoak erabilita, landaretzaren egoerari buruzko azterketak egin daitezke. Izurriteak, estres hidrikoko egoerak, baso-moten sailkapenak... egiteko teknika egokia da, kasu horietako bakoitzean espektroaren erantzuna desberdina delako. Horrela dio Dani Tena irakasleak. "Egunkariaren batean horrela argitaratu bada ere, gu ez ginen koleopteroaren izurritearekin bukatzera joan, proba-pilotu bat besterik ez genuen egin.

Izan ere, oinarritzko bi arazo izan genituen: batetik, kamera berri-berria zenez, ez genion behar besteko zukurik atera; bestetik, laginak hartzeko gune batu eta handirik ez genuen izan. Palmondoetako asko etxejabe partikularren lorategietan zeuden, isolatuta. Hegaldi batzuk egin genituen, irudiak lortu, apur bat aztertu, baina horraino. Orain baliteke berriro heltzea gaiari, laguntza eskatzen ari direlako, eta baliteke multispektralaren ordezkari kamera termografikoa erabiltzea, palmondoek duten tenperatura aldaketarekin posible izan daitekeelako pikudo aurkitzea".



ARG.: IE FPS BIDASOA-IRUN



ARG.: IE FPS BIDASOA-IRUN



ARG.: BEÑARDO KORTABARRIA/ELHUYAR ZIENTZIA

- 1 Fotogrametria-lanak egiteko, droneari ibilbidea eta egitekoak markatzen zaizkio, eta softwareak berak erabakitzen du baldintza horietan zenbat argazki eta zein posiziotan egin behar dituen.
- 2 Modu programatuaz gain, dronea eskuz gidatzeko aukera ere badago, joystic bat erabilita.
- 3 Dronearekin lortutako irudien bidez, ortofotoak lortzen dira; hau da, kartografian erabiltzen diren ohiko planoen parekoak, neurketa zehatzak egin ahal izateko.





Droneen jatorri militarra

Gaur egungo beste hainbat gailuren jatorri bera dute droneek: armada.

Aurreko mendearen bukaeran hasi zen hedatzen droneen erabilera helburu militarrekin, irratikontrol eta satelite bidez batez ere. Golkoko gerran hasi ziren egiten ezagun, eta geroztiko gerra guztietan —zein sasigerratan—, protagonismoa izan dute.

Diana gisara erabili izan dira —hegazkinen erasoak simulatzeko—, informazioa biltzeko ere bai eta, jakina, era guztietako erasotarako, batez ere arrisku handia dagoen egoeratarako. Hain zuzen ere, droneek horixe dute abantaila nagusia, iristeko zailak diren edo oso arrisku-tsua diren gunetara erabil daitezkeela. Horrekin batera, noski, gidaririk behar ez izatea.

Gerra egiteko gailu ezin hobeak diruditen arren, desabantailak ere badituzte: satelite bidezko komunikazioak etetea ez da hain zaila informatika-adituentzat, aginduak ematetik ja-



MQ-9 Reaper drone militarra
ARG.: AEBtako ARMADA/DOMEINU PUBLIKOA

sotzen direnara igarotzen den denborak ezustekoei aurre egin ahal izatea eragozten du, atmosferako aldaketek eragiten diete, edozeinen esku egon daiteke erostea...

Drone handiek ere egin dute gizarte zibilerako jauzia. Mugak zaintzeko erabiltzen dira,

arrantzontziak zaintzeko, arrain-bankuen jarraipena egiteko, larrialdi-zerbitzuetan, urrutitik kontrolatuta suteen barru-barruraino sartzen diren hidrohegazkinetan, ikusten uzten ez duen kea egonda ere suteen jarraipena egiteko kamera termografikoak erabilia...

aldatu egin dira, fase ugari pasa dituzte, eta hau bat gehiago da. Ez luke zentzurik izango ikasleei duela 10 urte erabiltzen ziren tresnak erabiltzen irakastea soilik”, dio Tenak.

Dronea-fotogrametria bikotearentzat aplikazio gehiago ere aurreikusten dira: eraikinen modelizazioa, birgaitze-lanak, arkeologiako indusketak nahi beste bider lanen eboluzioa ikusi ahal izateko, harrobien egoera, instalazio elektrikoen kontrola eta abar. Jartzen zaion sentsorearen arabera lana egingo du droneak. “Gailu hegalaria badu bere garrantzia, baina gailua ez da garrantzitsuena, baizik eta ezarriko zaion sentsorea. Kamera arrunta jartzen badiot, argazki arruntak egingo ditu, bideo-kamerarekin bideo-irudiak, arma bat jarrita... ezarriko diogunaren arabera lana egingo du droneak. Lanbide Heziketa moduan gure helburua ez da gailuak hegana jartzea. Garrantzitsuena da ikasleak jakitea zer nolako sentsoreak jar ditzakeen dronean, eta informazio horrekin zer egin dezakeen”.

Droneak Ondarretako hondarra zapaldu duenerako eguerdia da, eta bukatu da ariketa. Bateriak ere ez du askoz gehiagorako ematen, ordubete inguru ibilbidea egiteko. Nahikoa denbora datuak bildu, ikastetxera bueltatu eta jasotako informazioarekin hondartzaren ortofotoa egiteko.

HAINBAT DRONE-MOTA

Droneen erabilerak, beraz, askotarikoak izan daitezke, eta erabilerak berak baldintzatzen du sarritan dronearen diseinua. Pisuaren arabera eta hego-motaren arabera sailkatzen dira. “Bost kilotik beherakoak —gurea adibidez— mikro-droneen kategorian sartzen dira; hortik gora,

200 kilo arte, kategoria ertainekotzat hartzen dira, eta 200 kilotik gora, handitzat. Hegan egitea lortzeko duen euste-planoaren arabera sailkapenak ere egiten dira. Hori kontuan hartuta, batez ere bi drone-mota bereizten dira: hego birakaridunak eta hego finkodunak. Birakaridunak bi hego, lau, sei, zortzi edo gehiago izan ditzaketek; finkodunak hegazkinen tanke-rakoak dira, gailuaren propulzioa bideratzen duen helize batekin eta euste-planoa ziurtatzen duten hegoekin”.

Bidasoa-Irungo Lanbide Heziketako dronea elektrikoa da, eta bateriekin dabil. Drone handienek bestelako erregaia ere erabiltzen dute, erregai likidoak hegazkinak bezala, eta hegan egiteko autonomia handia dute, bai denboran eta baita kilometrotan ere. Milaka kilometro egitera iritsi daitezke.

Mota batekoak zein bestekoak izan, droneak alegaltasun-egoeran mugitzen dira, oraindik ez dagoelako araudi garbirik. Europa mailako araudiren bat lantzen hastekoak dira, baina hori landu artean, kontrolaturik ez dagoen aireko espazioan askatasun osoz erabil daitezke. Hau da, ezin dira erabili hegazkin komertzialak mugitzen diren tokietan —aireportu inguruetan—, ezin dute 300 metrotik gorako altuerarik hartu, eta jende-multzo handien gaineko hegaldiak ere debekatuta daude, baina gainerakoan ez dago mugarik. “Estatu Batuetan araudiaren ikuspegitik aurreratuago daude, eta dagoeneko 2015. urterako drone handiek eta hegazkin komertzialek aireko espazioa partekatuko dutela aurreikusi dute”. Alegia, badatozela kolonizazioaile berriak. ●



Droneak

alegaltasun-egoeran
mugitzen dira,
oraindik ez dagoelako
araudi garbirik.



Jar iezaiezu aurpegia Elhuyar anaiei



Juan Jose Elhuyar

Fausto Elhuyar

Duela 230 urte, Bergarako Mintegian wolframa isolatzea lortu zutela jakitera eman zuten **Elhuyar anaiek**. Elementu bat gehiago taula periodikorako, ospea euskal zientzialarientzat.

Sormena. Elkarlana. Dibulgazioa.

elhuyarkide izan

Euskara zientzian, teknologian eta gizartean sendotzen eta harentzako arlo berriak eraikitzen egiten dugu lan, euskal komunitate aktiboa eta kritikoa helburu.

Horretarako, zure laguntza behar dugu. Egin gure bazkide, izan Elhuyar!

www.elhuyar.org/bazkidetza

Zuk ere Elhuyar izan nahi duzu?

65
€/urtean

+

Deskontuak eta
abantailak produktuetan.
Proiektuetan parte
hartzeko aukera

elhuyar



Azken urte hauetan, ikerketa ugari egin dira ikusteko zer elkarreragin dagoen hesteetako bakterioen eta gure gorputzaren artean. Ikerketa horiek orain arteko ikuspegia aldatzea ekarri dute, ikertzaileek frogatu baitute elkarreragina uste baino askoz ere estuagoa eta garrantzitsuagoa dela. Izan ere, lehen irudikatu ere egiten ez ziren alderdi askotan eragiten dute bakterio horiek, hala nola metabolismoan, immunologian eta neurologian. Are gehiago, gaur egun, bakterio horiek osatzen duten multzoa, mikrobiota, organotzat jotzeko joera hedatzen ari da.

ARG.: © SYDA PRODUCTIONS/STOCK PHOTO

BESTE

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

**Mikrobioma, bakterioak
gutarrak direnean**



Oreka hauskorra



Hesteetako bakterioak ORGANO BAT

MIKROBIOMA

bakterioak gutarrak direnean



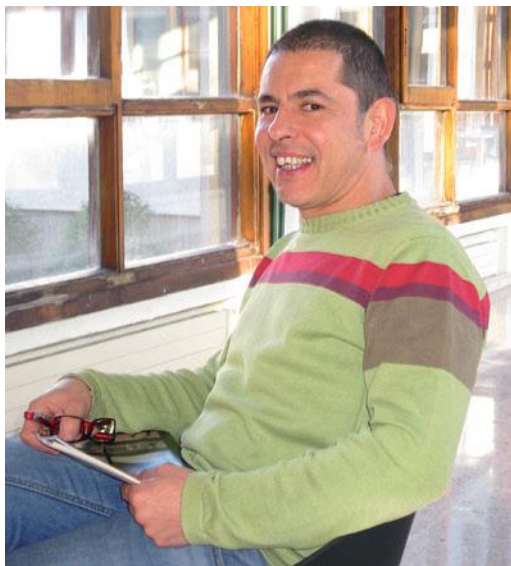
“**L**ehen etsaitzat eta kaltegarritzat genituen bakterio eta birus guztiak; orain, badakigu batzuk beharrezkoak ditugula, eta gure parte direla. Hesteetako mikroorganismoak, esaterako, funtsezkoak dira gure gorputzak behar bezala funtziona dezan. Mikroorganismo horiek komunitate bat osatzen dute, mikrobiota, eta haien gene-multzoak, berriz, mikrobioma. Guk organotzat jotzen dugu mikrobioma”.

Jose Ramon Bilbaoren hitzak dira horiek. Genetika-irakaslea da EHUUn, eta immunogenetika-ikertzailea. Berezik, zeliakiaren eta diabetesaren immunogenetika ikertzen du; biak ere gaixotasun autoinmuneak dira. Horrez gain, asko daki mikrobiotaz, gure hesteetan bizi diren mikroorganismoek, alegia. Izan ere, mikroorganismo horiek eragin handia dute bi gaixotasun horietan. Baina baita gorputzeko funtzio nagusiekin ere: metabolismoarekin, immunologiarekin eta neurologiarekin. Bilbaoren iritziz, eragin horretaz jabetzeak ikuspegi-aldaketa sakona eragin du medikuntzan.

Mikrobiotak gure gorputzean duen garrantziaz oharrarazteko, datu bat nabarmendu du Bilbaok: “Badira ia 15 urte giza genoma sekuentziatu zutela. Gero jakin dugu genoma hori ez dela gure gorputzean dugun DNAREN % 10 ere. Gainerakoa gudan bizi diren mikroorganismoen DNA da”. Eta horren zati handi bat mikrobio-mari dagokio, Bilbaok organotzat hartzen duen multzo horri.

Jakina, Bilbao ez da mikrobioma organo gisa ikusten duen bakarra; azken urteotan, gero eta zabalduago dago ikuspegi hori. Adibidez, 2012an, “*The microbiome as a human organ*” (Mikrobioma giza organo gisa) izenburua zuen artikulua argitaratu zen *Clinical Microbiology and Infection* aldizkari espezializatuan.

IRUDIA: STEVEN H. LEE /NATURE.



Jose Ramon Bilbao. Genetika-irakaslea da EHUn, eta immunogenetika-ikertzailea. ARG.: ANA GALARRAGA/ELHUYAR ZIENTZIA.

Mikrobiologia Klinikoaren eta Gaixotasun Infekziosoen Europako Elkartek argitaratzen du aldizkaria, eta artikulua horretan egileek gogora ekartzen dute Lurreko hiru bizidun-talde nagusietako zelulek osatzen dutela giza organismoa: eukariotoak, bakterioak eta arkeoak. Haien esanetan, bakterioek eremu kolektibo funtzional bat eratzen dute hesteetan: hesteetako mikrobioma. Organotzat hartzen dute, eta, gainerako organoek bezala, bere fisiologia eta patologia dituela esaten dute. Horrez gain, diagnostikoari eta tratamenduari buruz ere aritzen dira artikuluan.

MIKROBIOMA, EZINBESTEKO ORGANO

Nolanahi ere, ezin ukatu organo berezia dela. 1,5-2 kilo inguru pisatzen ditu, hau da, pertsona heldu baten gibelak adina edo gehiago. Bilbaok beste berezitasun batzuk aipatu ditu: “Gu sortu ginenerako, mikroorganismoek milioika urte zeramatzen munduan. Hortaz, ez gara gu egokitu bakterioetara, haiek egokitu dira gugana. Eta egokitzeko prozesu ebolutiboan, gauza harigarriak gertatu dira. Esaterako, gure baitan edo beste animalien baitan bizi diren bakterioen gene-kopurua 300-400 da; ingurunean libre bizi direnena, berriz, 3.000-4.000”.

Bilbaoren arabera, horrek esan nahi du gure baitan bizi diren bakterioak ezin direla bakarrik bizi. Hain zuzen, bakterioek komunitateak osatzen dituzte, komunitatea nola osatzen den, halakoa izango da bere aktibitatea. Eta duen aktibitatearen arabera izango dira ondorioak osasunean: mesedegarriak ala kaltegarriak.

Alabaina, “antropozentrismoarengatik edo”, gure kulturaren komunitate horren aurka egin dugula gogorarazi du Bilbaok, gehiegizko higie-nearekin, antibiotikoekin... “Ez dugu hartzen lagun modura; kulturalki, etsai modura hartu izan dugu. Adibidez, 1960-1970 hamarkaden inguruan, antibioterapia oso ezarrita zegoen, eta orduan pentsatzen zen gizakia gai izango zela inolako mikroorganismorik gabe bizitzeko”.

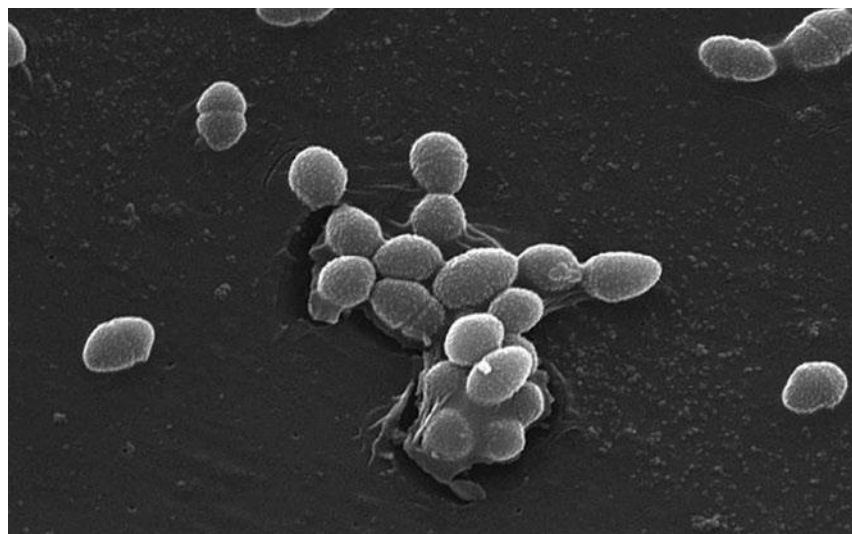
Gure zelulen genoma ez da gure gorputzean dugun DNAREN % 10 ere. Gainerakoa gugan bizi diren mikroorganismoena da.

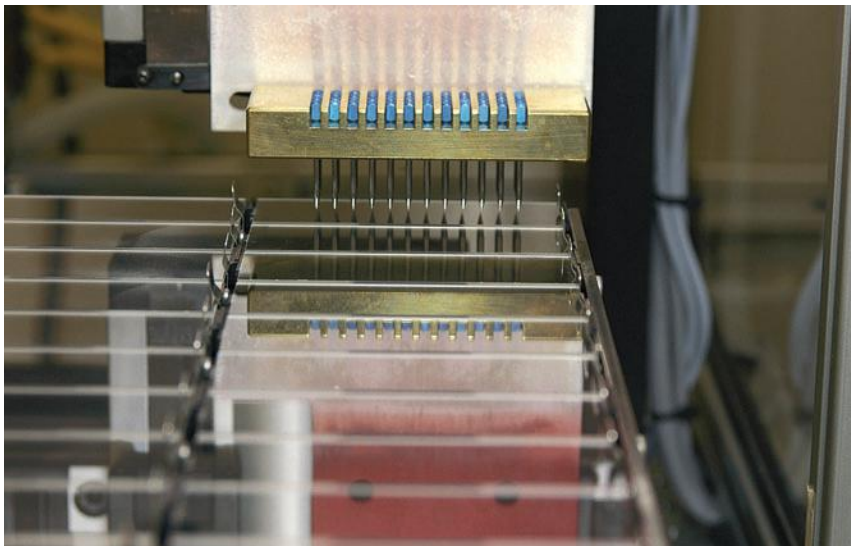
Hala, ikertzaileek *germ-free* edo inolako mikroorganismorik gabeko animalia-ereduak sortu zituzten, eta ikusi zen haien bizitza oso-oso txarra zela: ohikoak baino gutxiago hazten ziren, tumoreak garatzeko askoz ere joera handiagoa zuten, eta gazteago hiltzen ziren. Bilbaoren hitzetan, “horrek erakusten du gu ez garela jaio planeta honetan bakarrik bizitzeko; bakterio horiek behar gaituzten moduan, guk ere behar ditugu”.

KOMUNITATE KONPLEXUA

Horrenbestez, ikertzaileek hesteetako komunitatean jarri zuten arreta, eta frogatu dute hiru mota nagusi daudela, hiru enterotipo. *Nature* aldizkarian argitaratu zen ikerketa hura, 2011, *Enterotypes of the human gut microbiome* izenburuarekin (Giza hesteetako mikrobiomaren enterotipoak).

Enterococcus faecalis bakterioa infekzio askoren eragilea da. ARG.: CDC.





Sekuentziazio masiboari esker, asko aurreratu dute ikertzaileek, bizidun-multzo handien gene guztiak denbora gutxian ezagutzeko aukera baitute.
ARG.: MAGGIE BARTLETT/NHGRI.

Bilbaok azaldu duenez, horretarako, aurrerapen teknologikoa gako izan da. “Ikerketa horietan, espezie batzuk identifikatu dira, baina erdia baino gehiago identifikatu gabe dago. Orain arte mikrobiota edo mikrobioma egin diren azterketen muga izan da *in vitro* haz daitezkeenak baino ezin zirela ikertu, eta horiek oso gutxi dira. Oraingo teknologiekin, ordea, batez ere sekuentziazio masiboekin, gene guztiak ikusteko aukera dugu, nahiz eta bakterio guztiak ez ezagutu”.

Beraz, hesteetako mikroorganismoen genoma sekuentziatuta, jakin dute hiru enterotipo daudela, eta ez direla eremu geografikoen arabera

banatzen. Enterotipo bakoitza bakterio-espezie desberdinez osatuta dago, bana hirurek betetzen dituzte funtzio molekular berdinak. Hain justu, hori nabarmendu du Bilbaok: “Osatzen dituzten espezieak desberdinak badira ere, enterotipo guztiek dituzte funtzio biologiko berdinak: proteinen katabolisia, ATP-sintesia, energia-ekoizpena...”

Horrek aintzat hartzeko moduko ondorioak dituela ohartarazi du Bilbaok: “Esate baterako, mikrobioman eragin nahi badugu terapia egiteko, edo eraldatu nahi baduzu, kontu handiz egin behar dugu, pertsona batengan eta beste batengan erabili ahal ditzakegun espezieak ez dute zertan berak izan, osatu edo leheneratu nahi dugun funtzioa espezie desberdinen esku egon daitekeelako”.

Ikuspegi berri horrek, funtzioetan oinarritzeak eta ez espezieetan, bide berri bat ireki du mikrobioman oinarritutako terapietan. Hala ere, bide hori oraindik hastapenetan dago; horregatik, “zuhurtziaz jokatu” behar dela uste du Bilbaok: “Momentu batean, pentsatu zen mikrobioma-transplanteak aukera ona izan zitekeela hestee-tako asaldura batzuk, hala nola hanturak, tratatzeko. Eta ikusi da oso-oso arriskutsua dela”.

Nonbait, hasieran uste zutena baino askoz ere konplexuagoa da oreka lortzea, kasu bakan batzuetan emaitzak onak izaten ari diren arren, adibidez, beheko larriak eragiten dituen *Clostridium difficile* bakterioaren aurka.

Hesteetako mikroorganismoen genoma sekuentziatuta, jakin dute hiru enterotipo daudela, eta ez direla eremu geografikoen arabera banatzen.
ARG.: DANIEL KULINSKI/CC BY NC ND.

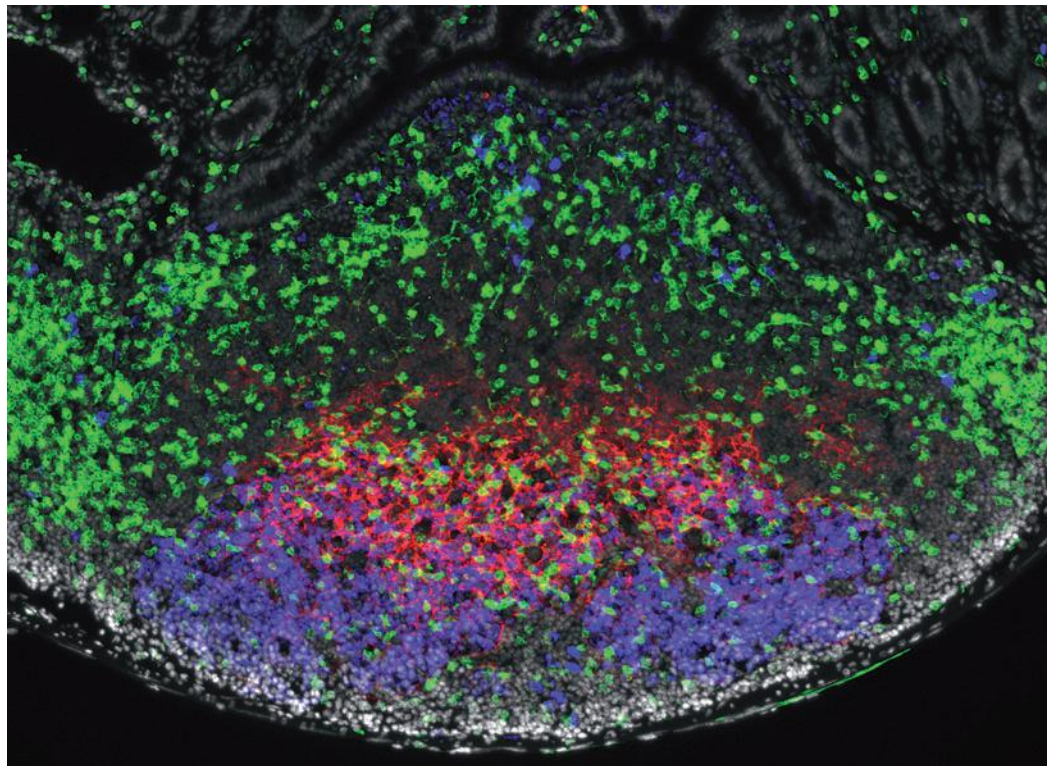


Zailtasunak zailtasun, gero eta ikerketa gehiago egiten ari dira, jakiteko zer parte-hartze duen mikrobiomak metabolismoan, eta, besteak beste, obesitatea ulertzeko pausoak ematen ari dira bide horri jarraituta. Esaterako, 2012an *Journal of Clinical Gastroenterology* aldizkarian, “*The intestinal microbiota and obesity*” artikulua argitaratu zen. Ikerketa hartan, erakutsi zuten pertsona argalen eta gizenen mikrobiomak oso desberdinak direla elkarren artean.

Are gehiago, ikertzaileek mikroorganismoak gabeko saguak infektatu zituzten batzuen eta besteen bakterioekin, eta ikusi zuten pertsona gizenen hesteetan nagusi diren bakterioak (*Firmicutes* familiakoak, hain zuzen) jaso zituzten saguek gantz gehiago metatzen zutela gorputzean besteak baino, nahiz eta denek dieta berdina zuten. Oraindik galdera asko erantzunik gabe badituzte ere, pixkanaka ari dira batzuen batzuk argitzen.

IMMUNITATE-SISTEMAREN IRAKASLE

Mikrobiomak immunitate-sistemarekin duen erlazioa ezagutzeko ere pauso garrantzitsuak ematen ari dira. Bilbaok gogorarazi duenez, immunitate-sistema da minbiziaren aurka dugun “armarik garrantzitsuena”, eta haren heziketan mikrobiomak oso parte-hartze handia duela nabarmendu du.



Hesteetako zelulak, hanturaren aurkako erantzuna erakusten. ARG.: S. FAGARASAN/SCIENCE.

“Mikroorganismoen antigenoek immunologia-sistema kitzikatzen dute, eta kitzikapen horrek moldatzen du zer erantzun izango duen kina da batzuen eta besteen aurrean”, azaldu du Bilbaok. Oro har, erantzuna bi eratakoa izan daiteke: onartzea edo kontra egitea. Baina gauzak ez dira hain sinpleak: “Erabaki hori ez dago beti antigenoaren baitan; inguruneak erantzunean eragiten du, eta ingurunean mikrobioak egon ala ez, erantzuna aldatu egiten da”.

Ikerketa batean erakutsi dute pertsona argalen eta gizenen mikrobiomak oso desberdinak direla elkarren artean.

Hesteetako mikroorganismoek hain eragin handia izatea ez da hain harrigarria kontuan izaten badugu gure gorputzak kanpoko ingurunearekin duen elkarreragin handiena hesteen bidez dela. Eta antigeno berriekin izaten dugun lehen kontaktua ere hor gertatzen da, hesteetan. Hor-taz, mikrobiomaren eginkizunetako bat horixe da Bilbaoren ustez: immunologia-sistema kitzikatzea eta erne atxikitzea.



Giza Mikrobioma Proiektua

Giza Mikrobioma Proiektua Estatu Batuetako Osasun Institutuak (NIH) gidatutako egitasmo bat da. Helburua da gure gorputzean (hesteetan, ahoan, larruazalean, traktu urogenitalean eta arnas aparatuan) bizi diren organismoen dibertsitate genetikoa ezagutzea, eta giza osasunean eta gaixotasunean duten eragina ulertzea.



Hainbat ikerketa-lerro dituzte martxan, eta lortutako datuak denen eskura daude proiektuaren webgunean. Horretarako, gako izan dira sekuentziazio-teknika eta datuak analizatzeko tresna berriak, eta, hain zuten, teknika eta tresna horiek hobetzen jarraitzea da proiektuaren beste helburuetako bat. Horrez gain, alderdi etikoa, legala eta soziala ere aintzat hartu dituzte, eta lortutako datuekin erlazionatuta sor daitezkeen auziak aztertzekeo asmoa ere badu proiektuak.

Proiektua 2008an abiatu zen, eta harekin lotutako ehunka artikulua zientifiko argitaratu dira geroztik, horien artean, *Nature* aldizkariak 2012an izenburuarekin: “*Structure, function and diversity of the healthy human microbiome*”. Mendealdeko mikrobioma osasuntsua osatzen duten generoen, entzima-familien eta komunitate-konfigurazioen % 81-99 aurkitu dutela aldarrikatzen dute egileek artikuluan; eta espero dute informazio hori guztia giza mikrobiomaren epidemiologia eta ekologia aztertzekeo eta aplikazioak garatzeko baliagarria izango dela.

Beste eginkizun bat lekua hartzea da. Hain zuzen, mikrobiomari esker, hesteak hartuta daude, eta txoko ekologiko bat beteta dagoenean, oso zaila da beste bakterio batzuek kolonizatzea.

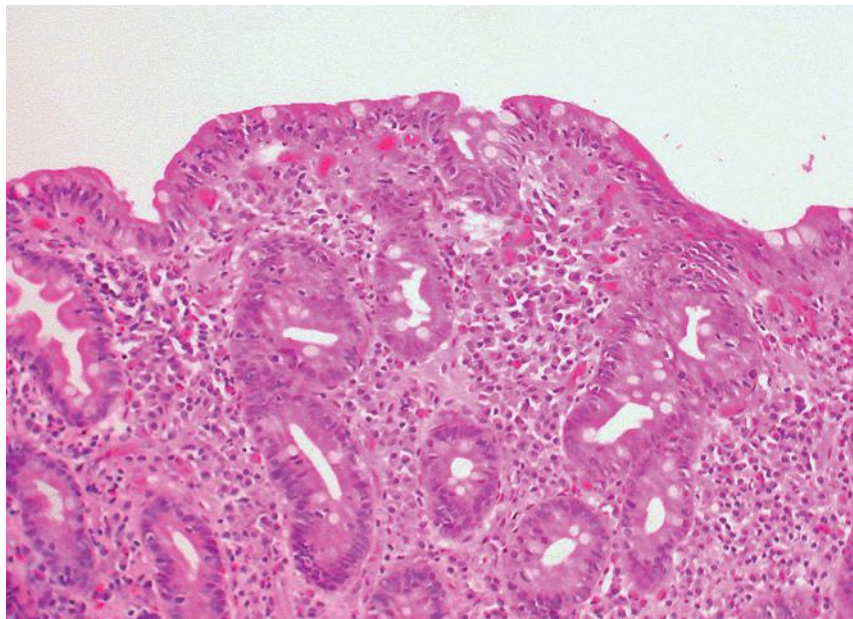
Hala ere, infekzio-arriskua badagoela onartu du Bilbaok: “Izan ere, mikrobioma osatzen duten bakterioek oso gene gutxi dituzte, oso zaurgarriak dira. Hortaz, egoera Amazoniaren parekoa da: espezieen aniztasuna aintzat hartuta oso aberatsa da, baina bat desagertuz gero, oreka galdu egiten da, eta oreka hori leheneratzea ikaragarri zaila da. Gauza bera gertatzen zaio mikrobiomari”. Horregatik da hain garrantzitsua orekari eustea.

AKATSA ERANTZUNEAN DAGO

Gaixotasun autoimmuneak ikertzen dituenek, haiei buruzko aipamena ere egin du Bilbaok: “Immunitate-sistemaren heziketa gako da zenbait egoeraren aurrean izango dugun erantzuna moldatzeko. Eta gaixotasun autoimmuneetan, bai zeliakian, bai diabetesean, baita beste hainbatetan ere, akatsa ez dago organoan. Hau da, zeliakiaren kasuan, gaizki dagoena ez dira hesteak, ezta area diabetesean ere, edo artritisaren kasuan, giltzadura. Ez; akatsa immunitate-sisteman dago”.

Haren esanean, akats hori gehienetan da erantzun toleratzailearen ezintasuna; alegia, norberaren proteinak edo egiturak onartzeko gai ez izatea. “Horretan, elikadurak eta hesteetatik sartzen diren antigenoen kudeaketa egokiak dute eragin handiena”.

Zeliakia duen pertsona baten heste meharren biopsia.
ARG.: ED UTHMAN/CC BY.



Adibide batzuk ere eman ditu: “Hainbat ikerketan erakutsi dute lotuta daudela elikadura, immunologia-sistemaren erantzuteko gaitasuna, eta etorkizunean gaixotasun autoimmune bat garatzeko arriskua. Esaterako, diabetesa ikertzeko saguetan ikusi da digeritu gabeko soja-proteinak emateak edo behi esnearen albumina emateak azkartu egiten dituela prozesu autoimmuneak. Izan ere, antigeno horiek hesteetatik sartzen dira eta immunologia-sistema nahasten dute. Zergatik gertatzen da hori? Ez direlako ondo kudeatu, mikrobiomak ez dituelako ondo txikitu eta ondo erakutsi, immunologia-sistemak erantzun egokia eman ahal izateko”.

Azken helburua izango litzateke gaitzak sendatzeko aukera izatea mikrobioman oinarritutako tratamenduen bidez.

Horrekin lotuta dago elikagaiak pixkanaka sartzea haur txikien dietan: “Haurren gaitasun metabolikoarekin ez ezik, zerikusi handia du immunologia-sistemaren heziketarekin”, azaldu du Bilbaok. “Bere mikrobiota garatzen doan heinean, sartu ahal dira antigeno berriak; hala, bere immunologia-sistema prestatzen doa antigeno horien aurrean erantzun egokia izateko”. Horrenbestez, dietak eta mikrobiomaren osaerak zerikusi zuzena dute gaixotasun autoimmuneak garatzeko arriskuarekin. Eta, dietan, elikagaiaz gain, beste bi giltzarri daude: zenbat eta noiz.

Azken helburua izango litzateke gaitza sendatzeko aukera izatea, mikrobioman oinarritutako tratamenduen bidez. Alabaina, hori lortzetik oraindik “urruti” daudela aitortu du Bilbaok, pausoak ematen ari diren arren: “Diabetesean, ikusi dute gaitzaren garapena zuzenean erlazionatuta dagoela mikroorganismo jakin batzuekin. Orduan, badirudi prebentziorako posible izango litzatekeela mikroorganismoen komunitatea moldatzea, erantzun tolerantia sustatzeko eta gaitza azaltzea eragozteko”. Diabetesa sendatzea, ordea, puska bat urrutiago dago.

Zeliakian ere ari dira ikertzen ildo horretatik: “Oraintxe bertan, Europa mailan ikerketa bat egiten ari dira ikusteko zein den glutena, hau da, zeliakoentzat toxikoa den proteina, lehen aldiz emateko unerik aproposena. Baliteke goizegi ematea kaltegarria izatea, zeliakia izateko arriskua areagotzea, baina litekeena da beran-



Mikrobiotak portaeran duen eragina ikertzen ari dira.
ARG.: MARK EVANS/CC BY.

duegi emanda ere gauza bera gertatzea. Beraz, antigeno berri hori ezagutarazteko denbora-tarte aproposa zehaztea komeni zaigu”.

Bilbao, dena den, harago doa: “Kontu horretan, mikrobiotak zerikusi handia du: jakingo bage-nu prozesu horretan zer bakterio dauden nahastuta, aukera izango genuke haurrei bakterio-populazio egokiak aurrez emateko, eta, hartara, gerora ez lukete arazorik izango antigenoen kudeaketan”. Zuhurra da, ordea. Izan ere, beste hau esan du berehala: “Baina hori etorkizuneko kontua da”.

NEUROLOGIA, EZKUTUKO ERLAZIOA

Ikerketa hauek guztiak nahiko berriak badira ere, berrienak, agian, neurologian egindakoak dira. Horien artean, autismoaren eta mikrobiomaren arteko lotura aztertzen duten ikerketak daude, esaterako, berriki Cell aldizkarian argitaratutakoa: “Microbiota Modulate Behavioral and Physiological Abnormalities Associated with Neurodevelopmental Disorders”.

Ikertzaileek izenburuan bertan diotenez, garapen neurologikoaren asaldurekin erlazioan dutako anomaliak moldatzeko gaitasuna du mikrobiotak. Hain zuen ere, erakutsi dute autismoarekin lotutako portaerak dituzten saguek akatsak edo desorekak dituztela hesteetako hesian eta mikrobiotan.

Hortik abiatuta, esperimentu hau egin dute: gure hesteetan bizi den bakterio bat, *Bacteroides fragilis*, eman diete saguei. Eta ikusi dute, horri esker, hesteetako hesia bere onera etortzen dela, mikrobiota orekatu egiten dela, eta portaera-arazoak apaldu egiten direla. Horrez gain, metabolitoetan ere aldaketak gertatzen direla frogatu dute, eta hortik ondorioztatu dute hesteetako bakterio batzuek funtzio garrantzitsuak dituztela metabolismoan, eta garapen neurologikoan eragiten dutela.

Erakutsi dute autismoarekin lotutako portaerak dituzten saguek akatsak edo desorekak dituztela mikrobiotan.

Esperimentu hori ez da nahikoa pertsonetan ere gauza bera gerta litekeela pentsatzeko, baina ikerketa gehiago egiten ari dira bide horretan. Bilbaok dioenez, ikerketa horietako askok erakusten dute kanpoko kinadei erantzuteko ahalmenean, hain zuzen ere, autismoa dutenek gabezia azaltzen duten horretan, zerikusi handia duela mikrobiomak. ●



ARG.: JOSHUA RAPPECKER/BY SA

Oreka hauskorra

Umetokiaren barruan, fetua esterila da, baina, jaiotzen den unetik, inguruko mikroorganismoen eragina jasotzen du. Hala, kanpoko eragileen arabera, mikrobioma eratzen da norbanako bakoitzaren hesteetan. Mikrobioma hori, berezkoa izanik ere, aldatzen doa bizitzan zehar, dietaren, bizimoduaren, botiken eta beste faktore batzuen eraginez.

Miren Basaras EHUko mikrobiologia-irakaslearen esanean, mikrobioman eragiten duen lehen faktorea jaiotzeko modua da: “Erditze naturalaren bidez jaiotzen diren haurrek eta zesararearen bidez jaiotakoek ez dute mikrobioma berdina izaten”.

Hain zuzen ere, zesaraz jaio direnek gizentasuna eta gaixotasun jakin batzuk garatzeko arrisku handiagoa dutela erakutsi dute zenbait ikerketek, tartean, *International Journal of Obesity* aldizkariak 2013an argitaratutako azterketak: “*The impact of cesarean section on offspring overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis*”. Egileek Txinako, Danimarkako, Estatu Batuetako, Holandako eta Brasilgo datuak aztertu zituzten, eta ondorioztatu zuten zesaraz

jaiotakoek gainerakoek baino % 33 aldiz arrisku handiagoa zutela gizentasuna edo obesitatea pairatzeko.

Edoskitzaroak ere eragin handia duela baieztatu du Basarasek: “Ikusi da amaren bularreko esneaz elikatutako haurrek *Lactobacillus* eta *Bifidobacterium* gehiago dituztela besteek baino, baita eragin antiinflamatorioa duten beste bakterio batzuk ere, hala nola *Faecalibacterium* generokoak”.

PREBIOTIKOAK ETA PROBIOTIKOAK

Esnetik bestelako elikagaietara igarotakoan, zuntzaren eragina nabarmendu du Basarasek: “Zuntz-kantitateak ez ezik, kalitateak ere eragiten du mikrobioman. Esaterako, lignanoa duten elikagaiak (kalabaza-haziak, brokolia...) onuragarriak dira, bakterio anaerobioak hazten laguntzen dutelako. Eta bakterio horiek koloneko eta bularreko minbiziekiko babesarekin erlazionatu izan dira; minbizi horiek izateko arriskua gutxitzen dute”. Frutek eta hazi handiek duten zuntzak ere minbizitik babesten duela, baina haren eragina ez dela “hain nabarmena” zehaztu du Basarasek.

Mikrobioman duten eraginagatik, elikagaiek dituzten osagai aktiboei prebiotiko deitzen zaie. Jatorriz bakterioak dituzten elikagaiei, berriz, probiotiko deitzen zaie. Horien artean, ezagunena jogurta da. Hala ere, publizitateak dioena zorrotz aztertzea komeni dela ohartarazi du Basarasek, eragin onuragarria dutela aldarrikatzen duten produktu guztiek ez baitute agintzen duten eragina, edo ez iradokitzen duten arrazoiarengatik.

Horren adibideetako bat Danoneren Actimel da: immunitate-sistema indartzen duela dio, eta badirudi dituen bakterioei esker dela. Hori aldarrikatzen zuen, behintzat, hasierako publizitatean. Alabaina, etiketan azaltzen den asterisko txiki batek argitzen du eragin hori B6 bitamina-ri zor zaiola.

“Elikagaiek dituzten osagai aktiboei prebiotiko deitzen zaie. Jatorriz bakterioak dituzten elikagaiei, berriz, probiotiko”

B6 bitamina izatea, ordea, ez da Actimelen berezitasuna; gainerako jogurtek eta beste elikagai askok dute Actimelak adina B6 bitamina edo gehiago. Horregatik, publizitate nahasgarria egiten zuelakoan, Europako Batasunak Actimelen etiketa aldatzera behartu zuen Danone. Hala, dagoeneko ez du adierazten bakterioei esker indartzen duela immunitate-sistema, eta asteriskoari lotutako azalpena jarri du horren ordez.

ANTIBIOTIKOETATIK TRANSPLANTEETARA

Bestalde, mikrobioman eragin kaltegarria duten substantzien artean, antibiotikoak nabarmentzen dira. Antibiotikoak osasunari kalte egiten dieten bakterioei aurre egiteko diseinatuta daude, baina haietako batzuek guretzat onuragarriak diren bakterioei ere eragiten diete.

Adibidez, Espainiako Ikerketa Zientifikoen Kontseilu Nagusiak (CSIC) 2012an egindako ikerketa batean, antibiotiko betalaktamikoek (penizilina, esaterako) mikrobiomaren osaeran eta funtzionamenduan nola eragiten zuten aztertu zuten, eta frogatu zuten hamaika egunetan izugarri gutxitzen zela mikroorganismoen dibertsitatea. Gainera, proteinen ekoizpenean eta beste funtzio batzuetan asaldura nabarmenak hauteman zituzten.

Ikerketa horren egileen arabera, antibiotikoen eragina hesteetako mikroorganismoen ekosisteman eta norbanakoaren metabolismoan lehen uste zena baino handiagoa da, baina, horrekin batera, ondorio horiek itzulgarriak izan daitezkeela iradoki dute. Batzuetan, baina, kaltea luzarorako izan daitekeela dirudi; hain zuzen, Basarasen esanean, “txikitan edo gaztetan antibiotiko asko hartzea gaixotasun autoimmune batzuk izateko arriskuarekin erlazionatuta dagoela ikusi dute zenbait ikerketatan”.

Ildo horretatik, hesteetan bizi diren bakterio-motaren garrantzia azpimarratu du Basarasek: “Gure hesteetan bizi diren bakterioak anaerobioak dira, baina antibiotikoen, dietaren edo beste zerbaiten erruz bakterio horiek galtzen baditugu, beste batzuek hartzen dute haien tokia, anaerobio fakultatiboek. Hori gertatzen denean, anaerobioek ematen duten babes antiinflamatorioa galtzen dugu, eta horrek inflamatorioak diren gaixotasun batzuk garatzea errazten du: minbizi batzuk, diabetesa, atopia...”

Basarasek kontrako kasua ere azaldu du, ordea; alegia, bakterioak sendatzeko erabiltzea: “Ospitaleetan gertatzen den infekzio larrienetako bat *Clostridium difficile* bakterioaren bidezkoa izatean da. Beherako bortitzak eragiten ditu, eta hesteetako mikroorganismo ia guztiak desagerrarazten ditu. Bada, horri aurre egiteko, mikrobioma transplanteak probatu dira, eta emaitza onak izaten ari dira”.

Mikrobiomaren eta osasunaren arteko erlazioa argitu ahala, osasuna zaintzeko eta tratamendu berriak lortzeko atek irekiko diren itxaropena du Basarasek. ●



Miren Basaras, EHUko mikrobiologia-irakaslea.

ARG.: ANA GALARRAGA/ELHUYAR ZIENTZIA.

Bularreko esneaz elikatutako haurrek eragin antiinflamatorioa duten bakterio gehiago dituzte hesteetan biberioia hartutakoek baino.

ARG.: MOTHERING TOUCH/BY.



ANA AGIRRE ESCOBAL

Genetika, Antropologia Fisikoa eta Animalien Fisiologia Saila. EHU

ZENBATERAINO DIRA FIDAGARRIAK DNA-PROBAK?

Kimerismoaren eta mosaizismoaren eragina

Emakume batek bortxaketa-saio bat salatu du. Poliziak gertatutakoa ikertu du, eta susmagarri bat atxilotu du. Froga guztien arabera, susmagarria da bortxatzailea. Alabaina, DNAREN analisiak beste norabide batean jartzen du ikerketa: susmagarriaren ahoko zeluletatik ateratako DNA eta biktimaren gorputzean jasotako semen-lagina aztertuta, ikusi da analizatutako 13 markatzaileetatik 7 baino ez direla bateragarriak. Horrela hasten da CSI telesailako "Bloodlines" kapitulua (2004). Kapituluaren zehar frogatzen da akusatua izan dela bortxatzailea, eta analisi genetikoak bat ez etortzea susmagarriaren arazo genetiko baten ondorio dela. Kimerismo deritzon asaldun genetikoko horren eraginez, organismoak informazio genetiko desberdineko lerro zelularak ditu.

Kimerismoa ez da fikzioa, existitzen da benetako bizitzan, eta, nahiz eta ez dakigun zer maiztasunarekin agertzen den, uste da arraroa dela. Hainbat arrazoi direla eta sor daitezke kimera banakoak; horietako bat biki-haurdunaldiekin dago erlazioatuta: aldi berean sortutako bi obulu espermatozoide banarekin ernaltzen bada, emaitza biki desberdinak jaiotzea izaten da; baina enbrioi-garapenaren lehen estadioetan bi ernalketako zelulek bat egin badute, emaitza banako kimeriko bat izango da. Kondizio bitxi hori benetako kasu gutxi batzuetan frogatu da (30 inguru), eta beti egoera berezietan.

Organismo zelulaniztunek informazio genetiko desberdineko zelulak izatea ez da, ordea, kimerismoan bakarrik gertatzen. Badago beste fenomeno bat, zeinean zelulak desberdintasun genetiko puntualak baitituzte: mosaizismoa. Organismo zelulaniztunen milioika zelula somatikoetako batzuetan aldaera genetikoak izatea gertatzen da kondizio hori. Horren arrazoietakoa bat da *de novo* mutazio bat gertatzea enbrioi-zelularen batean. Mutazio horiek ez dira transmititzen hurrengo belaunaldira (soilik hazi-zelulei eraginez gero gertatuko litzateke hori), baina gerta

liteke zelula eratorrietara hedatzea. Hipotetikoki, mutazioa enbrioi-garapenaren hasiera-hasieran gertatuz gero, banako helduaren zelulen proportzio handi batek mutazioa izan lezake, eta zelulen gainarakoek jatorrizko informazioa izango lukete. Garapenean zehar zelula-zatiketak prozesuak milioika aldiz gertatzen direnez, ohikoa da mosaizismo genetikoa. Hain zuzen, esaten da gizaki guztiok dugula mosaizismo-mailaren bat. Duela gutxi egindako lan batzuek, zeinetan frogatzen baita heterogeneotasuna dagoela banako baten neuronen genomaren edo banako baten ehun desberdinetako genomaren mitokondrialaren sekuentzian, aditzera eman dute oso arrunta dela kondizio hori.

Auzitegi-esparrura itzulita: kimerismoak eta mosaizismoak arazorik sor al dezakete DNA-probak interpretatzeko orduan?

Auzitegi-medikuntzan, esparru askotan erabiltzen dira DNA-probak, baina nagusiki amatasun eta/edo aitatasun erlazioak zehazteko eta ekintza kriminaletako edo hondamendietako arrastoak identifikatzeko baliatzen dira. Kasu horietan, lagin biologiko desberdinen profil

Kimerismo-kasu

*batzuetan, sexua zehazteko
egiten diren DNA-analisiek
emaitza okerrak edo
anbiguoak eman ohi dituzte.*

genetikoak konparatzeko erabiltzen dira DNA-probak. Profil genetiko batek adierazten du lagin biologiko batean analizatzen diren markatzaile genetikoetan dagoen alelo-konbinazioa. Normalean, markatzaile gutxi (13 inguru) analizatzen dira, baina oso polimorfikoak direnak banako batetik bestera. Hori nahikoa izaten da auzitegi-kasuetarako, bi kontsiderazioetan oinarritzen baita: lehenengoak dio pertsona bakoitzak profil genetiko bakarra duela, eta bigarrenak, profil genetiko bakoitza bakarra dela, salbu biki berdin edo monoizigotikoen kasuan, zeinek informazio genetiko bera partekatzen baitute. Kimerismoak eta mosaizismoak zalantzan jartzen dute lehendabiziko baieztapena, eta mosaizismoak, bigarrena; beraz, agian arazoa izan daitezke zenbait auzitegi-kasu argitzeko.

Mosaizismoa detekta daiteke baldin eta pertsona beraren lagin desberdinetan DNAREN markatzailearen batean diskordantzia ageri bada baina ez gainerakoe-tan. Nolanahi ere, egoera batzuetan, adibidez minbizian, banako beraren zelulen arteko desberdintasun genetikoak handitu egiten dira, eta, kasu horietan, profil genetikoaren interpretazio okerra egin daiteke. Jakin badakigu minbizi-prozesuetan ezegonkortasun genetikoak gertatzen dela, eta, horren ondorioz, STR markatzaileen % 68ren genotipoa aldatzera irits daiteke (auzitegi-jardunean baliatu ohi dituzten markatzaileak). Horregatik, auzitegi-iker-keta batean inplikaturako banako bat minbizi-prozesuren bat pairatzen ari den jakitea garrantzitsua izan daiteke profil genetiko diskordanteak interpretatzeko, gerta daitekeelako profil horiek mosaizismoak eragindakoak izatea.

Kimerismoa kondizio konplexuagoa da, detektatzen zailagoa eta gehiago eragiten diena DNAREN analisia interpretatzean egin daitezkeen akatsei. Horren adibide dira kimerismo-egoera batzuk, zeinetan banakoek aldi berean baitituzte sexu femeninoaren berezko faktore genetikoak dituzten zelula batzuk eta sexu maskulinoaren berezkoak dituzten beste batzuk. Kasu horietan, sexua zehazteko egiten diren DNA-analisiek emaitza okerrak edo anbiguoak eman ohi dituzte. Kimerak

ezohikoak direnez (hori uste da behintzat), pentsa daiteke auzitegi-jardunean izan dezaketen eragina oso txikia dela. Eta baliteke horrela izatea, eta agian kimerismoa duten susmagarri gutxi egin die ihes akusazio bati, beren ahoko zelulen profil genetikoaren eta delituzko ekintza bateko aztarna biologikoen arteko diskordantziak direla eta. Nolanahi ere, komeni da jakitea jarduera gero eta ohikoagoek, hala nola hezur-muineko transplantea edo in vitro ernalketa egitea, handitu egiten dutela kimerismoa izateko probabilitatea.

Datozen urteetan, beharbada, auzitegi-identifikazio-sistemek DNA analizatzeko teknika sentikorragoak eta zehatzagoak erabiliko dituzte. Eta beharbada orduan jakingo dugu benetan zer maiztasunarekin ageri den kimerismoa gizakietan, eta, akaso, detektatzeko prozedura eraginkor-rrak izango ditugu. Horretara iristen ez garen bitartean, ordea, guk dakigula mosaizismoaren eraginez gertatzen diren desberdintasun puntualak biki monoizigotikoen profil genetikoak bereizteko baliatzen ari dira, biki horiek, a priori, berdinak baitira. Adibide horrek ondo erakusten du nola zientzia-ezagutzak laguntzen duen egoera problematikoak aplikazio berrietako aukera izaten. ●



ARG.: CSI.

DARWINEN

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

Zuhaitz zahar baten enborrean bi kakalardo bitxi ikusi zituen. Haiek ez zituen bilduman. Berehala hartu zituen biak, esku banatan. Eta, orduan, hirugarren bat ikusi zuen, desberdina. Ezin ihes egiten utzi, eta, hura hartu ahal izateko, eskuineko eskukoa ahoan sartu zuen... “Ai!, mihia erre zidan likido ikaragarri garratz bat bota zuen, eta jaurti egin nuen. Biak galdu nituen azkenean, aho-koa eta hirugarrena” idatzi zuen Charles Darwinek, bere autobiografian.

Ez zen ahora animalia bitxiak sartzen zituen azken aldia izango; nahiz eta hurrengoak ez ziren gordinik izango, gutxienez. Cambridgen teologia ikasten ari zenean, Darwinek eta beste 7 ikaslek *The Glutton Club* sortu zuten. Astero afaltzeko elkartzen ziren klubeko kideak, beren ikasle-gelatan, txandaka. Kluba ospetsua izan zen “giza dastamenarentzat ezezagunak ziren hegazti eta piztiak” jateko zuten zaletasunagatik: katagorriak, hainbat karraskari, hontzak, belatzak, txori zezenak... Darwinek berak ehizatzen zituen. Ehiztari amorratua eta trebea zen, eta gelako paretean zintzilik beti prest eduki ohi zuen eskopeta.

Urubi zahar bat jatera ausartu zirenekoa izan zen azken afaria. Hegazti gautar haren haragia haritsua eta higuin garria suertatu zen; kideetako baten esanean, “deskribaezina”. Ez zuten afari gehiago egin, baina klubeko kideak lagunak izan ziren bizi osoan, eta gerora, nostalgia handiz gogoratuko zituzten afari haiek.

Campusetik kanpora ere atera ohi zen afaltzera Darwin. Bereziki gogoko zuen botanikako irakasle John Stevens Henslowren etxean afaltzea. Gainera, bere karreraren oso garrantzitsua izango zen jen-

dea ezagutu zuen Henslowerenean. Eta Henslow bera izan zen Beagle ontziko atea ireki zizkiona.

Hura ere mahaiarekin lotuta izan zen. Izan ere, Beagleko kapitain Fritz Royk mahaikide bat nahi zuen, itsasoko bidaia luzeetako otorduetan konpainia ona egingo zion norbait. Eta Henslowri esan zion. Hark Darwin gomen-datu zion. Ongi ezagutzen zuen, eta bazekien horretarako pertsona ezin hobea zela. Royk Darwin ikusi zuenean, ia ez zuen onartu. Ez zitzaion haren sudurra gustatu; pertsona zalantzati baten sudurra zen, Royren ustez. Azkenean, onartu egin zuen, hala ere, eta ohartarazi zion

luxurik gabeko afariak izango zirela Beaglekoak: “Ardorik ez, eta afaririk soilenak”.

Royk ohartarazi baino askoz okerragoak izan ziren Darwinentzat lehen asteak. Zorabioak jota, hamakan pasatzen zuen



PLATEREAN

eguna, gailetak eta mahaspasak soilik jazez. Cabo Verden gelditu zirenean, bananak probatu zituen lehen aldiz, eta tamarrindo eta laranja mordoa jan zuen. Han dastatu zuen bere lehen plater tropikalare: barrakuda batatarekin.

Bidaia osoan zehar zorabioekin asko sufritu bazuen ere, azkenean, kapitainaren mahaikide baino askoz gehiago izango zen Darwin espedizio hartan: Beagleko naturalista ofiziala bihurtu zen. Grina berarekin hartzen zituen lan hura eta lur berrietan aurkitzen zituen jaki berriak.

Beagle edonon gelditzen zela, lurra edo itsasoak eskaintzen zien edozer biltzen zuten, ontziko despentsa betetzeko. Antzar, ahate, eper, untxi, foka eta abar ehizatzen zituzten ehiztariek. Eta arrantzaleek nahi adina arrain arrantzatzen zuten. Sareetan animalia ezezagunen bat etortzen bazen, jan ondoren, azala eta hezurdura elkartu, eta Darwinek katalogatu eta deskribatzen zituen.

Itsasoan zeudenean, Darwinek berak askotan botatzen zituen amuak, eta Royk eta biek sarri afaltzen zuten Darwinen eguneko harrapaketa, arrozarekin, ilarrekin eta kalabazarekin lagunduta. Lurrean, berriz, gozatu egiten zuen ehizean. Zaldiz egiten zituzten espedizio luzeak gogoko zituen, egunean eguneko afaria ehizatuz, eta egunero leku desberdinean kanpatuz: “zerua sabai eta lurra mahai”. Iguanak, jaguarrak, llamak, azeriak, pumak, kondorak, pampako oreinak, kapibarak, guanaakoak eta abar ehizatu eta jan zituen.

Hala ere, bazen animalia bat Darwinek harrapatu nahi baina lortzen ez zuena. Gautxoek “avestruz petisse” deitzen zioten. Ñandu bat zen, arrunta baino txikia-

goa, eta ikusteko oso zaila. Darwin baino sei urte leheneago han ibili, eta milaka espezie deskribatu zituen Alcide d’Orbigny naturalista frantziar ospetsuak aurkitu ez zuen animalia bakarretakoa izango zen. Eta Darwinek lortu nahi zuen arerio frantziarrak lortu ez zuena. Baina berak ere ez zuen lortu.

Ikasi zuen dortoka gazteekin zopa bikaina egiten zela, eta dortoka erreare ere ederra zela.

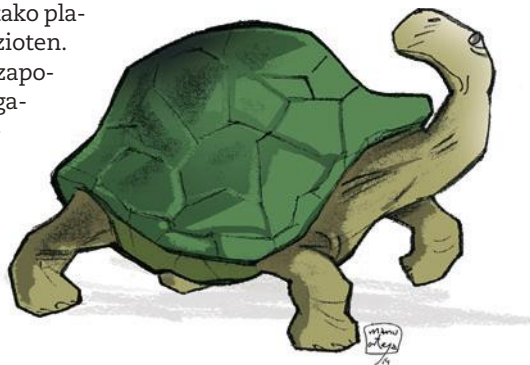
Ñandu arruntak bai, askotan ehizatzen zituzten. “Ñandua eta armadilloa dira plater gogokoenetakoak ontzian —idatzi zuen Darwinek—; lehenak behi-haragiaren zaporea du, eta bigarrenak, oskolik gabe erreta, ahatea dirudi”. Nanduaren arrautzak ere preziatuak ziren; eta Darwinen jaki gogokoena, berriz, agutia izan zen (karraskari handi bat): “inoiz dastatu dudana haragirik onena”.

Dena probatzeko prest zegoen beti, Darwin; baina, bazituen bere mugak ere. Behin, Patagonian, gautxoek bertako plater gutiziatuenetako bat atera zioten. Haragi zuri-zuri hari oreinaren zaporea hartzen zion, baina higuinagria egin zitzaion puma baten fetua zela esan ziotenean.

1834ko urtarrilaren 3an, Argentinaren hegoaldean zeudela, kide batek ehizatu zuena erakutsi zion Darwini. “Ñandu

gazte bat” pentsatu zuen Darwinek, eta “jan dezagun afaltzeko!” bota zuen. Afarierdian, ordea, oihuka hasi zen Darwin: “Itxaron! Geldi denok!” Konturatu zen jaten ari ziren hura ez zela ñandu arrunt gazte bat, bilaka zebilen ñandu txikia baizik! Plateretan gelditzen zena eta sukaldetik hartutako buru, lepo, hanka, eta luma batzuk jaso, eta Londresera bidali zituen. Lagin harekin deskribatu zuten *Rhea darwinii*, edo Darwinen ñandua, izendatu zuten espezie berria (gero *R. pennata* izatera pasa zen).

Galapagoetan, berriz, iguanak eta dortokak jan zituzten. Darwinen esanean, iguanak delikatessenak ziren aurreiritzirik gabeko urdailentzat. Eta ikasi zuen dortoka gazteekin zopa bikaina egiten zela, eta dortoka erreare ere ederra zela, gautxoek armadilloak bezala, oskol barruan errez gero, bere gantz berdean egozita. Gainera, animalia bikainak ziren ontzian eramateko, bizkarraren gainean jarrita hilabetetan irauten zuten bizirik, urik ere edan gabe. Beagle, 48 dortokarekin atera zen Galapagoetatik. ●





ARANTZA DIAZ DE ILLARAZA

EHUko informatika-irakaslea eta IXA taldeko ikertzailea

Arantza Diaz de Illaraza Euskal Herriko Unibertsitateko irakasle osoa da; hain zuzen, EHUn irakasle osoa izan den lehen emakumea da bera. Informatika Fakultatean lan egiten du 1981etik, Lengoia eta Sistema Informatikoak sailean, eta, hizkuntzaren prozesamenduan aritzen den IXA ikerketa-taldearen sortzaileetako bat izateaz gain, taldeko ikertzaile nagusietako bat ere bada. ARG.: KEPA SARASOLA/CC BY SA.

“Esaten edo idazten duguna ordenagailuen bidez ulertzen saiatzea oso helburu handinahia da”

Irakaslea izateaz gain, ikertzaile ere bada Arantza Diaz de Illaraza, eta, dituen egiteko guztien artean, ez zaio erraza izan tarte bat topatzea *Elhuyar*ren galderei erantzuteko. Hala ere, ez dio gonbidapenari uko egin, eta bere oroitzapenen eta itxaropenen berri eman digu.

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

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

Lanean hasi nintzenean, adimen artifizialaren arloa pil-pilean zegoen. John McCarthy iker-tzaileak sortu zuen adimen artifizial terminoa, 1958. urtean. Adimen artifizialeko aplikazioen artean, sistema adituak ditugu, gai baten inguruan adituak direla simulatzen duten programak. Roboten mundua ere aski ezaguna da arlo honetan: robotak mundua manipula dezaketen agente fisikoak dira; mundu fisikoa manipulatzekeo gai den programa bat izateaz gain, robotek ikusmen gaitasuna ere badute.

Niri interes gehien piztu zidana ahozko zein testu bidezko hizkuntzaren ulermenaren azpi-arloa izan zen; hitz gutxitan esateko, konputagailuaren bidez hizkuntza arrunta ulertzea da azpi-arlo horren helburua. Nola adierazi ordenagailuari hizkuntzak dituen berezitasunak? Nola adierazi informazio fonologikoa, morfologikoa, sintaktikoa, semantikoa eta pragmatikoa? Eta honek beste galdera batera eramaten gaitu: nola adierazten dugun gizakiok informazio linguistikoa gure burmuinean. Ordenagailuen bidez esaten duguna edo idazten duguna ulertzen saiatzea oso helburu anbiziotsua da, eta, gainera, ez da erabat lortuko, baina pauso txikiak eman daitezke oso lagungarriak izango

direnak gure eguneroko jardueretan, lanekoetan zein aisialdikoetan.

Hizkuntzaren ulermenaren arloko aplikazioen adibide ohikoak dira, besteak beste, itzulpen automatikoa, galdera/erantzun sistemak, informazio-erazketa eta informazio-bilaketarako sistemak, laburpen automatikoa eta irakaskuntzarako laguntzak.

Sortu zenetik, ikertzaile asko ibili dira lanean adimen artifizialaren inguruan, eta zenbait aro ezagutu ditu arlo honek: hasierako euforiatik (1952tik 1969ra), eta ezagutzen oinarritutako sistemen garapenetatik pasatuz (1969-1979), 1990eko hamarkadan gauzak aldatzen hasi ziren, eta ikasketa automatikoko, sare neuronaletako eta probabilitate teknikekin lotutako teoria eza-gunak hartu ziren oinarri gisa. Datu errealetatik ereduak ateratzea eta, gainera, neurri errealeko aplikazioak garatzea dute helburu teoria horiek.

Gaur egun beste arlo batzuetan erabiltzen diren informazioaedo ezagutza adierazteko lengoaiak, programazio logikoa eta funtzionala, diseinurako teknikak eta abar adimen artifizialetik hartuak dira.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Euskararen teknologia etorkizunean izango diren premietarako behar bezala garatua izatea ikusi nahiko nuke. Hau da, hizkuntzaz baliatuta, eta zehazki euskaraz, makinekiko komuni-

kazioa errazten dela eta horrek gure eguneroko jardueran laguntzen digula, horren lekuko izan nahi nuke. ●

SATORRAK

dani fano

ILARGIAN



IRUDIA: DANI FANO/CC BY-NC-ND

ATMOSFERA PLANETARIOAK: ARTIZARRAREN KASUA

ITZIAR GARATE LOPEZ
EHUko Zientzia Planetarioen
Taldeko doktoregaia

Asko dira Artizarrek gaur egun oraindik isilpean gordetzen dituen misterioak. Atmosferari bakarrik erreparatuz, lauzpabost aipa daitezke jada, goi-geruzen supererrotazioa, xurgatzaile ultramore ezezaguna, neurrigabeko berotegi-efektua edota poloetako bortize aldakorak, besteak beste. Zorionez, zientzialariok badugu informazio-iturri bikain bat, planetaren inguruan biraka dabilen *Venus Express* espazio-ontziari eta hark daramatzan zazpi instrumentuek jasotako irudi- zein datu-mordoari esker. Ondorengo lerroetan, misterio horien nondik norakoak ezagutzera gonbidatzen zaituztegu.

Eguzkitik gertuen dagoen bigarren planeta da Artizarra, zeina orbita ia zirkular batean baitabil 0,72 UA-ko distantzian (UA, unitate astronomikoa, Lurraren eta Eguzkiaren arteko batez besteko distantzia da, ia 150 milioi kilometro). Artizarrek Eguzkiaren inguruan bira bat emateko behar duen denbora (Lurreko 224,7 egun) bere errotazio-periodoa (Lurreko 243 egun) baino laburragoa da. Hau da, Artizarrean urtea eguna baino laburragoa da. Planetaren errotazio-ardatza ia guztiz perpendikularra da ekliptikarekiko, Eguzkiaren ekuatoreak definitzen duen planoarekiko. Hori dela eta, Artizarrek ez du urtarorik, eta eguzki-sistemako gainerako planeten aurkako noranzkoan biratzen da (ikus 1. irudia).

Artizarra Lurraren oso antzekoa da alderdi askotan, adibidez, tamainaren (Artizarren erradioa Lurrarenaren % 95 da) eta masaren aldetik (% 96,1). Baina beste batzuetan, bi planetek ez dute zerikusirik, esaterako, atmosferan. Lurrarena batez ere nitrogenoz (N_2 , % 78,1) eta oxigenoz (O_2 , % 21) osatua dago. Artizarrena, berriz, karbono dioxidoz (CO_2 , % 96,5) eta nitrogenoz (N_2 , % 3,5), eta uraren presentzia 20 ppm (milioiko parte) soi-

lik da. Horren ondorioz, Artizarren atmosfera askoz dentsuagoa eta beroagoa da. Izan ere, gainazaleko presio atmosferikoa 90 bar-ekoa da, lurrazalean baino 90 aldiz handiagoa, eta tenperatura $460^\circ C$ -koa. Hori nahikoa ez eta, hodeiak azido sulfurokoak dira, eta, beraz, hango euria oso korrosiboa da; hala ere, tenperatura altuak direla-eta gainazalera iritsi baino lehen lurruntzen da. Muturreko baldintza horiek asko zailtzen dute gainazala esploratzea. 1970eko hamarkadako Venera espazio-zunda sobietarrek besterik ez dute lortu gainazalean pausatzea, eta ez zuten 110 minutu baino gehiago iraun jardunean.

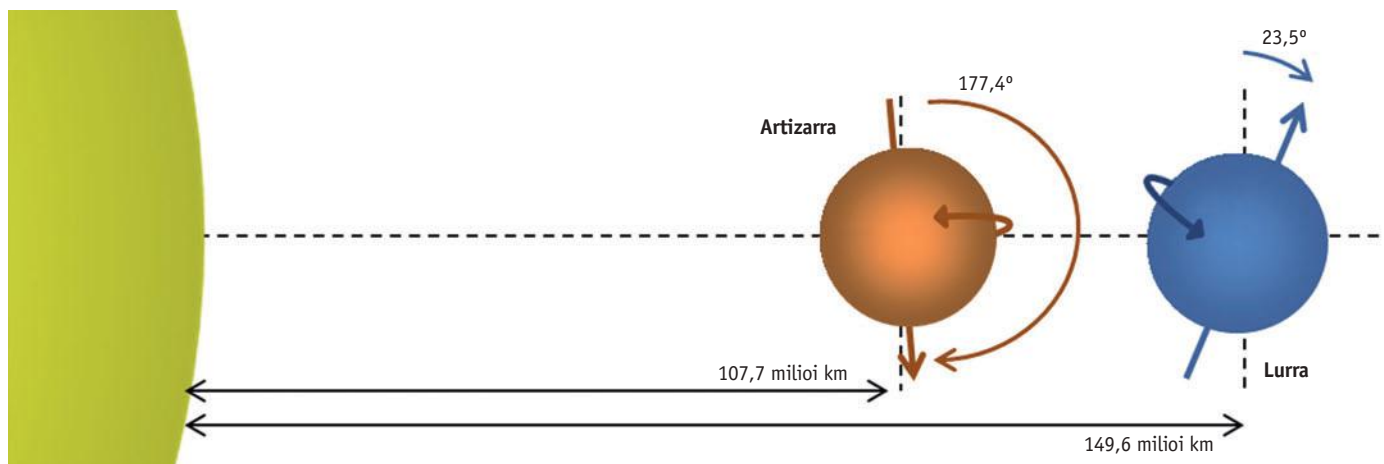
BEROTEGI-EFEKTUA

Atmosferan egon daitezkeen gas batzuek, hala nola karbono dioxidoak, metanoak eta ur-lurrinak, berotegi-efektua eragiten dute hainbat planetatan. Eguzkiko erradiazioa espektro ikusgaiaren barruan dago ia osorik, eta aipatutako gasek uhin-luzera horiek xurgatzen ez dituztenez, oztoporik gabe gainazaleraino irits daiteke argia, eta hango tenperatura igoarazi. Bestetik, planetaren gainazalak espaziora igortzen duen beroa, erra-

diazio termikoa, espektro infragorrian kokatzen da, eta aipatutako gasek uhin-luzera horiek xurga ditzaketenez, erradiazioa atmosferan "harrapatuta" geratzen da, eta tenperatura are gehiago igo.

Bai Lurrean bai Artizarrean berotegi-efektua dago, baina bi ezberdintasun handi daude. Batetik, Lurreko atmosferan dagoen CO_2 -a eta ur-lurrin kopurua oso txikiak dira Artizarreko CO_2 -arekin alderatuz. Eta bestetik, Lurrean ura dago; ozeanoek CO_2 -a desegiteko ahalmena dute, berotegi-efektua orekatzen dute neurri batean (efektuaren berezko zatia behintzat bai; ez gizakiak eragindakoa) eta lurrazalean, batez beste, $15^\circ C$ -ko tenperatura izaten da, hau da, planeta bizitzeko egokia gertatzen da. Artizarrean, ordea, ez dago ozeanorik, eta berotegi-efektuak tenperatura ikaragarriak eragiten ditu ($460^\circ C$).

Hala ere, lurrazalean bada karbono dioxidoa. Izatez, mineral karbonatuen moduan Artizarreko atmosferan adina CO_2 dago, eta, hori dela eta, uste da bi atmosferek hasierako baldintza berak izan arren bilakaera oso ezberdinak jasan zituztela. Garai batean, Artizarra Lurraren oso antzekoa izan zitekeen, ten-



1. irudia. Lurraren ardatza $23,5^\circ$ makurtua egoteak eragiten du Eguzkitik datorren erradiazioaren inklinazioa ezberdina izatea urtean zehar. Artizarrean, aldiz, errotazio-ardatzaren makurdura ez da urtarok sortzeko adinakoa. IRUDIA: ITZIAR GARATE.



peratura baxuagoekin eta gainazalean ur likidoa izanik. Uneren batean, planeta berotzen has zitekeen, gainazaleko ur guztia lurruntzeraino, eta horrek, berotegi-efektuan ur-lurruna CO_2 -a baino eraginkorragoa denez, tenperatura are gehiago igoaraziko zukeen. Orduan, harkaitzetako karbonoa sublimatzen has zitekeen, eta CO_2 gehiago sortu atmosferako oxigenoarekin erreakzionatzean. Karbono guztia atmosferara sublimatzean, tenperatura eta presio altuagoko oreka batera iritsi eta gaur egun ezagutzen dugun Artizarra eratuko zukeen.

SUPERERROTazioA

Konposizioaz gain, Artizarren dinamika atmosferikoa ere Lurrarena ez bezalakoa da oso. Gure planetan, atmosferaren errotazio-periodoa eta gainazalarenarena oso antzekoak dira; hau da, atmosferak planetaren inguruan eta Lurra berak bira bana emateko behar duten denbora oso antzekoa da. Artizarrean, atmosferaren abiadura altuerarekin batera handituz doa 65 bat kilometrotaraino. Han, atmosferak 360 km/h-ko abiadura maximoa du, hau da, gainazala baino 60 aldiz azkarrago mugitzen da. Lurrean, aldiz, haize indartsuenek planetaren errotazioa baino % 10-20 handiagoak diren abiadurak besterik ez dituzte. Fenomeno horri supererrotazio deritzen, eta gaur egun oraindik ez da ezagutzen horren jatorria, ezta nola mantentzen daitekeen ulertzen ere.

Eguzki-sisteman bada beste supererrotazio kasu bat, Titanen, hain zuzen ere. Saturnoren ilargirik handiena da Titan, atmosfera nabarmena duen ilargi bakarra. Artizarren kasuan bezala, errotazio geldoa eta atmosferarekin

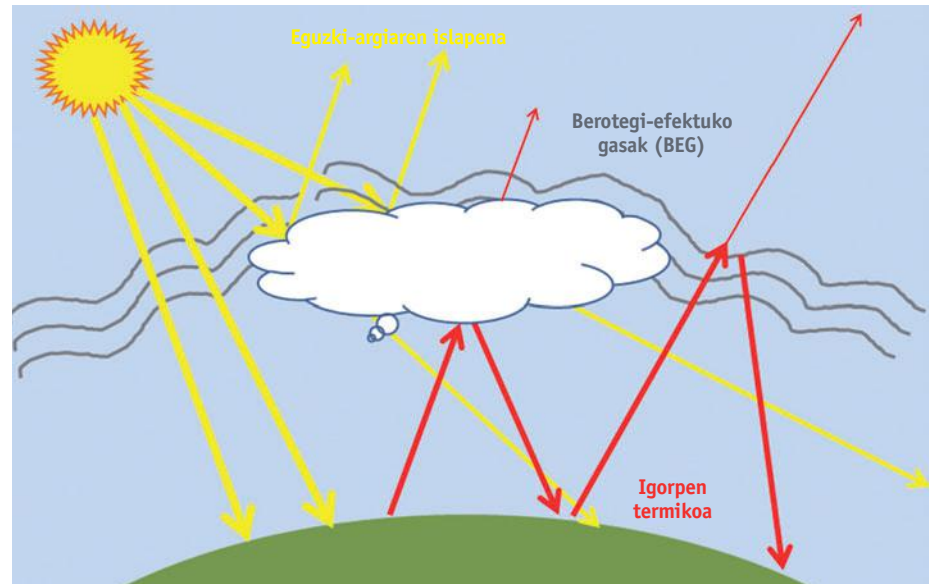
azkarra ditu. Titaneko egun batek Lurreko 16 egun irauten du, baina 125 km-ko altueran dauden haizeak gainazala baino 8-9 aldiz azkarrago higitzen dira.

XURGATZAILE ULTRAMOREA

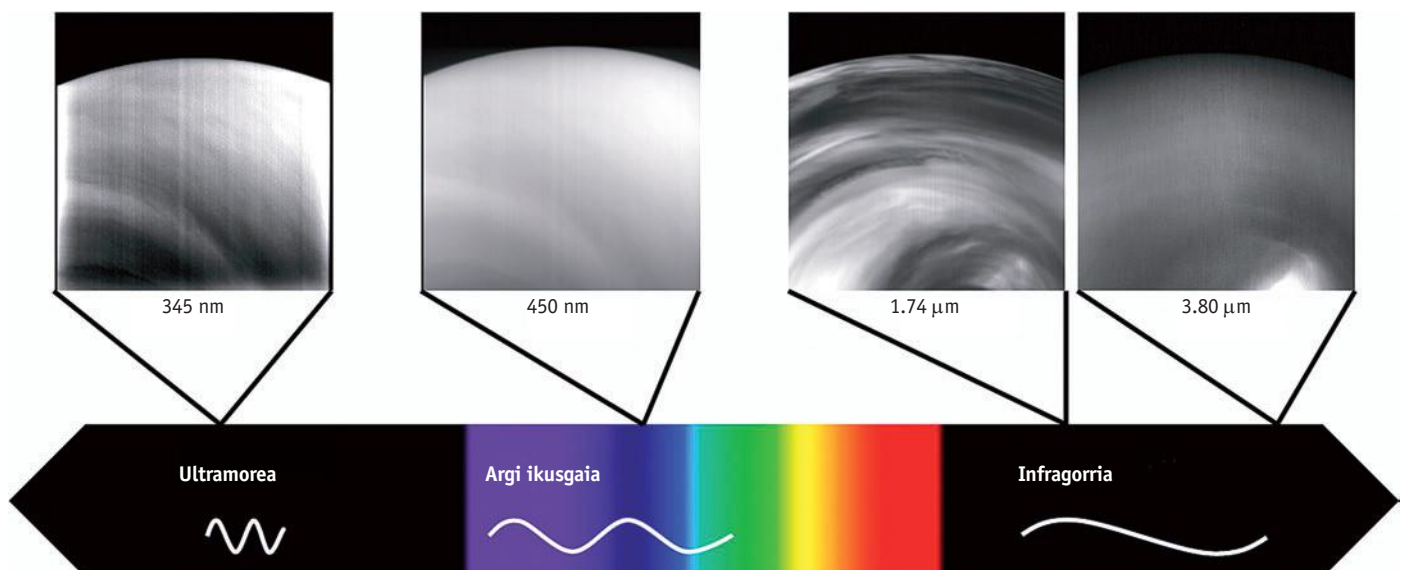
Artizarren beste ezaugarri garrantzitsuetako bat da hodeiz erabat estalita dagoela. Nahiz eta hodei horiek bakarka oso lodiak ez izan, gutxi gorabehera 45-65 km-ko altueran zabaltzen den hodei-geruza osoaren opakotasunak azpitik dagoenari behatzea galarazten du. Gaur egun, Europako Espazio Agentziaren Venus Express espazio-ontziko irudi-espektrometroa edota iragazki zehatzak

dituen kamera bat erabiliz, planetak igortzen duen erradiazioaren espektro elektromagnetikoa aztertzen da, uhin-luzera ezberdineko erradiazioa neurtuz atmosferaren propietate eta altuera ezberdinak iker baitaitezke.

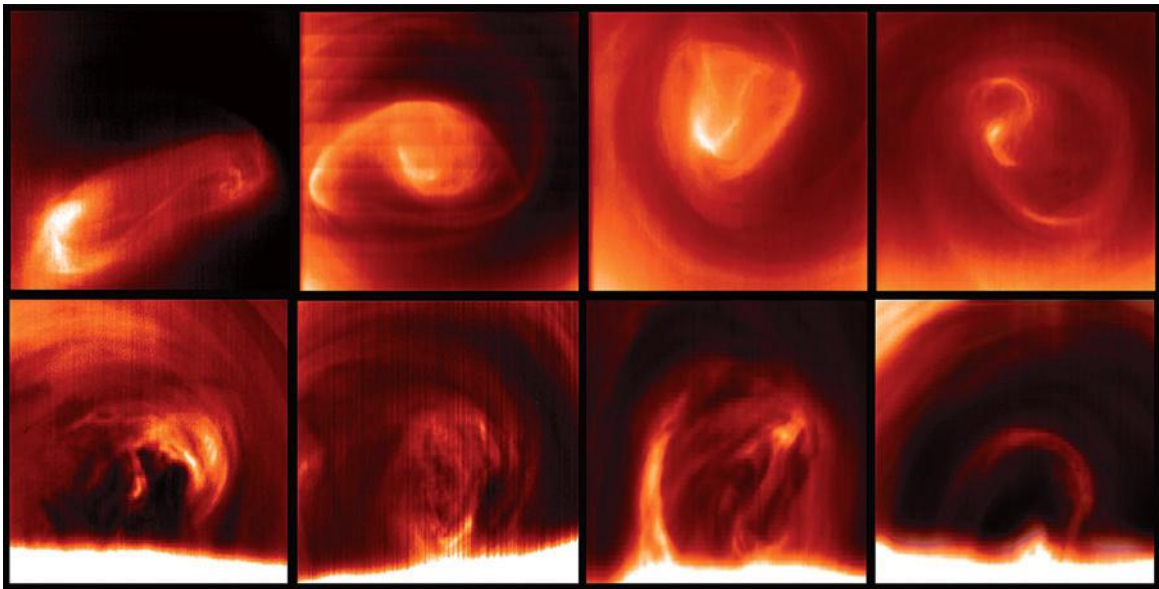
Adibidez, eremu ultramorean, eguna den planetaren zatian, eguzki-argi islatua beha daiteke. Islapena hodei-geruzaren goiko aldean gertatzen denez, irudi ultramoreek atmosferan 65 km-ra dauden hodeien banaketa aurkezten dute (ikus 3. irudia). Izatez, gune argitsu eta ilunak tartekaturik ikusten dira irudietan, eta horrek adierazten du gaur egun oraindik ezezaguna den argi ultramorearen xurgatzaile indartsu bat dagoela.



2. irudia. Hodeiak eta berotegi-efektuko gasak direla eta, gainazalak igorritako erradiazio termikoaren parte bat ez da pasatzen espaziora, eta atmosfera berotzea eragiten du horrek. IRUDIA: ITZIAR GARATE.



3. irudia. Ezkerreko bi irudiak une berekoak dira, eta hodei-geruzaren goiko aldeko hodeiak erakusten dituzte. Eskuineko biak lau egun geroagoak dira, eta atmosferan 45 km-ra eta 65 km-ra dauden hodeiak erakusten dituzte, hurrenez hurren. ITURRIA: ESA.



4. irudia. Artizarreko Hego poloko bortizeak ehunka aurpegi ditu, egunez egun aldatzen baitu forma. Irudi honetako goiko panelek 65 km-ra dauden hodeiak erakusten dizkigute, eta behekoek, 45 km-ra daudenak. ITURRIA: ESA.

Artizarra iristen den argiaren % 75 islatu egiten da; baina Eguzkiaren ia erradiazio osoa ikusgaia denez, uhin-luzera horietan planeta oso distiratsua da, eta ez da hodei-gunerik nabarmen irudietan. Uhin-luzera handiago-ko erradiazio infragorria joanez gero, igorpen termikoaren espektroan murgiltzen gara. Hots, gorputz batek tenperatura jakin batean egote hutsagatik igortzen duen erradiazioaren eremuan. Hortaz, igorpen termiko bat neurtuz gero, atmosferako tenperatura zehatz bati egokitu dakioke, eta, ondorioz, baita al- tuera bati ere.

Hala, bada, badakigu 1,1 μm -ko uhin-luze- ra duen igorpena gainazaletik datorrela edo- ta 3,80 μm -ko erradiazioa goiko hodeiei dago- kiela. Gerta daiteke irudietan ikusten dugun hodei-banaketa espazialak, hodeien igorpen zuzena adierazi beharrean, opakotasunaren iturri bihurtzen diren hodeiak adieraztea. 1,74 μm -ko erradiazioaren kasuan, esaterako, igor- penak atmosferaren alde beheerenean du ja- torria; baina goranzko bidean, 45 km-ra dau- den hodeiekin topo egin eta zati batean xurgatua izaten da. Hau da, hodeiek iragazki moduan jokatzen dute, eta bakoitzak erradia- zio-kantitate ezberdina oztopatzen du.

HEGO POLOKO BORTIZEA

Artizarra behatzeko uhin-luzera egokiak au- keratuz gero, hodei-egitura ezberdinak azal- tzen dira irudietan. Bortizeak dira erdigune baten inguruan azkar biratzen diren hodei- haizezko egitura konplexuak. Ur-zurrunbiloak eta urakanak Lurreko bortizeen eredu dira, baina baita Artikoko eta Antartikako bortize polarrak ere, poloen inguruan biraka dabil- tzan zikloiak. Eguzki-sistemako planeta askok

dituzte bortize polarrak. Batzuek forma arra- roa dute, baina Artizarreko Hego poloko bor- tizea da guztietan aldakorrena.

Planetari emandako lehenengo biran, *Venus Express* espazio-ontziak Hego poloan “begi bikoitz” baten itxurako bortize erraldoi bat ze- goela egiaztatu zuen. Ordutik, VIRTIS tresna- ren bereizmen handiko irudi infragorriek era- kutsi dute egitura horrek batzuetan forma dipolarra eta besteetan itxura biribilagoa due- la, nahiz eta gehienetan bi konfigurazioen ar- teko trantsizio-forma bat izan.

Orokorrean, egun gutxiren buruan egitura batetik bestera salto egiten duen arren, hore- tako egitura batzuk egonkorak dira hainbat egunez. Kasu horietan, baldin jotzen bada ho- deiak trazatzaila pasiboak direla eta haizeak mugiarazten dituela, haizearen abiadura neur daiteke. Hala, ikusi da bortizea planetako Hego polotik aldenduta dagoela eta auresan ezin den moduan higitzen ari dela haren inguruan. Mugimendu hori atmosferaren noranzko eta abiadura berekoa da. Hortaz, etengabe egitura suntsitu eta eraberritzen dituzten mugimendu txikiak izan arren, oso- tasunean harturik bortizea atmosferarekin batera higitzen da.

Iraunkorra den patroia bakarra da bortizea inguratzen duen eta ingurua baino 15 °C ho- tzago egon ohi den eraztun-itxurako egitura. Bai bortizea bai eraztuna iraunkorak izateak adieraz dezake bi egituren artean erlazio di- namiko bat dagoela, baina oraindik ez dago garbi zein izan daitekeen erlazio hori.

Bortizearen dinamikak, beharbada, badu zerikusia gainerako atmosferaren supererro- tazioarekin. Edo agian ez. Akaso, planetako mila sumendik baino gehiagok parte hartzen

dute hodeiak eratzekeo prozesuan, atmosfera- ra jaurtitzen dituzten partikula berrien nola- baiteko eragina dela eta. Edo agian ez. Argi da- goen gauza bakarra da Artizarra misterioz betetako planeta dela. Beraz, ez da harritze- koa “gure planeta bikia” deitu izan zaion as- troarekiko gaur egungo jakin-mina. ●

ERREFERENTZIAK

“Atmosphere of Venus”, Wikipedia, the free encyclo- pedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Venus.

SVEDHEM, H.; TITOV, D. V.; TAYLOR, F. W.; WITASSE, O.: “Venus as a more Earth-like planet”. *Nature*, 450 (2007), 629–32.

LIMAYE, S. S.: “Venus atmospheric circulation: Known and unknown”. *Journal of Geophysical Research*, 112 (2007), 1–16.

FLASAR, F. M.; SAMUELSON, R. E.; CONRATH, B. J.: “Ti- tan’s atmosphere: temperature and dynamics”. *Nature*, 292 (1981), 693–698.

Venus Express espazio-ontziaren web-orria: http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Venus_Express.

MARKIEWICZ, W. J. *et al.*: “Morphology and dynamics of the upper cloud layer of Venus”. *Nature*, 450 (2007), 633–6.

HAUS, R.; ARNOLD, G.: “Radiative transfer in the at- mosphere of Venus and application to surface emissivity retrieval from VIRTIS/VEX measure- ments”. *Planetary and Space Science*, 58 (2010), 1578–1598.

PICCIONI, G. *et al.*: “South-polar features on Venus si- milar to those near the north pole”. *Nature*, 450, 637–40 (2007).

LUZ, D. *et al.*: “Venus’s Southern Polar Vortex Re- veals Precessing Circulation”. *Science*, 332 (2011), 577–580.

Garai interesgarriak. Begirada independentea.



Harpidetza
etxean jaso nahi dut

ARGIaren urte osoko harpidetza
(46 zenbaki, 11 Larrun, Urtekaria)

Hego Euskal Herrian 12 € hilean
Iparralde Euskal Herrian 15 € hilean

Izen-abizenak

Helbidea

Posta kodea Herria

Herrialdea

N.A./I.F.K.

Telefona

e-posta

Kontu zenbakia (20 digitu)

Ikasle bazara (unibertsitate / euskaltegi) edo
Gazte Txartela baduzu %25eko deskontua harpidetzan.

Postaz bidali edo 943 37 15 45 · harpidetza@argia.com

Jaso lekuan
kobratu
SEILORIK EZ



1-FD POSTA KUTXA
20160 LASARTE-ORIA
(GIPUZKOA)

TOLESTU

TOLESTU

ERANTZUN KOMERTZIALA
Baimen zkoa. 17352
(B.O.C. 22/99-06-02koa)

ZELO-PATERIA
HELEMAN (PAPA)

MEZU KIMIKOAK ETA *IPS SEXDENTATUS* KAKALARDOAREN KUDEAKETA

TESTUA ETA ARGAZKIAK:

IÑAKI ÉTXEBESTE LARRAÑAGA

Ekologia departamentua, Suediako Nekazaritza

Zientzien Unibertsitatea (Sveriges

Lantbruksuniversitet, SLU), Uppsala, Suedia.

50 urte baino gehiago igaro dira substantzia infokimikoek animalien arteko komunikazioan duten bitartekaritza frogatu zenetik. Mezu bat bidera dezaketen substantziak dira, eta berebiziko garrantzia hartu dute izurri batzuen kudeaketa jasangarrian; izan ere, ingurumeneko kaltegarri izan daitezkeen pestiziden erabilera ordezkatu dute hein handi batean, bai eta izurrite bilaka daitezkeen intsektuen eta haien ingurunearen arteko harremanak hobeto ezagutzen lagundu ere. *Ips sexdentatus* kakalardoak, bere beste ahaide eskolitidoen antzera, galerak eragin ditzake pinu-ustia- ketetan, baldintzak egokiak izanez gero. Nahiz eta haren feromonaren osagaietako batzuk ezagunak diren aspalditik, mezu kimikoak ez dira erabili orain dela gutxira

arte, ez kakalardo zulatzaile horren kudeaketa, ez haren ekologiaren ikerketan.

KAKALARDO ZULATZAILEAK ETA PINUDIEN KUDEAKETA JASANGARRIA

Scolytinae subfamiliako kakalardoek berebiziko eragina dute mundu osoko baso epeletan. Adibidez, *Pinus* L. generoko zuhaitzetatik edo haietan elikatzen diren 500 espezie baino gehiago aurkitu daitezke. Haietako gehienek ez dute inolako kalterik eragiten, baina gutxi batzuk arbola biziez elika daitezke; hori dela eta, gizakiaren lehiakide bilakatzen dira, biek behar duten egurrarengatik. Espezie horien eraginak basoetako dibertsitatearentzat hain garrantzitsua den habitat saproxilikoa sor badezake ere, eragina bera landatutako basoetako adin-, tamaina- eta

dentsitate-aniztasunaren iturri bilakatzen da, eta kolokan jartzen du ustiaketen bidegarritasuna.

Izurrite bilaka daitezkeen eskolitidoen artean dago *Ips sexdentatus* Boerner. Kontinente eurasiar osoan aurkitu badaiteke ere, basogintzan duen eragina Europaren hegoaldera eta herrialde mediterraneoetara mugatzen da, batez ere. Besteak beste, eremu horretan hazten diren lergorriaren (*Pinus sylvestris* L.), itsas pinuaren (*P. pinaster* Aiton), larizioaren (*P. nigra* Arnold), edo intsinis pinuaren (*P. radiata* D. Don) floeman aurkitu daiteke. Genero bereko beste kakalardoen antzera, *I. sexdentatus* arrek pinuen azala zulatuz ekiten diote erasoari. Floemara iritsita- koan, eztei-ganbera zizelkatzen dute han, eta horretan dabiltzala kanporatutako txirbiletan

Ips sexdentatus Boerner
pinu larizioaren azaletik
irteteko zorian.





bustirik substantzia infokimiko batzuk askatzen dituzte. Aireraturiko mezuak emeak erakartzen ditu, eta horiek, ernaldutakoan, eztei-galeriatik abiatzen diren ama-ganberak zizelkatzen dituzte. Emeek arrautzak erruten dituzte ganbera horien alboetan, eta handik irtengo dira floemaz elikatuko diren arrak. Luze gabe, azalaren azpian eraikitako ganberetatik irtengo dira belaunaldi berriko kakalardoak.

Baldintza normaletan, pinudietan aurkitu ditzakegun zuhaitz erori eta gaixoetan hazten da *I. sexdentatus*, eraso bakanek bil dezaketen kakalardo-kopurua ez baita nahikoa osasuntsu dauden pinuen defentsak gainditzeko. Haizete bortitz, sute, gaizki egindako basolan eta ezohizko beste gertae-rek, ordea, babesik gabeko enbor ugari uzten dituzte. Kakalardo-kopurua kontrolik gabe hazten da denbora gutxian, azkenik zuhaitz osasuntsuak erasotzera iritsi arte. Hala, 2009ko urtarrilaren 23ko Klaus ekaitzak Landetako basoan bota zituen milioika itsas pinuetan, *I. sexdentatus* inoiz ez bezala ugaldutako zen, eta, 2010eko irailerako, 3,9 milioi metro kubiko hondatu ziren kakalardoaren eraginarengatik, aurrez osasuntsu zegoen pinudian haizeak botatako egurraz gain. Jarrera parasitiko horrez gain, beste eskolitido asko bezala, *I. sexdentatus* gai da onddo fitopatogenikoak garraiatzeko. Besteak beste, Euskal Autonomia Erkidegoan egindako ikerketek *Fusarium circinatum* Niremberg and O'Donnell onddoaren zantzua aurkitu izan dituzte kakalardoaren gainean, onddo kromogenez gain (zura urdinez tindatzen dute onddoek, eta zuraren balio ekonomikoa jaitzi). Oso kaltegarriak izan daitezkeen gaixotasunen bektore izan daitezkeelako, eskolitidoen kudeaketa indartu dute hainbat eta hainbat basozainek eta baso-kudeatzailek. Iraganeko adibide garbienetako bat da *Scolytus* generoko eskolitido batzuk zumarren grafiosiaren hedapenaren erantzule izan zirela, eta zuhaitz-espezie hori gure inguruetatik ia guztiz desagertzea eragin zutela.

BILTZERA DEITZEN DUTEN MEZULARI KIMIKOAK

Feromonen existentzia bera frogatu eta gutxira, hirurogeita hamargarren hamarkadaren hasieran, ipsdienola aurkitu zen, *I. sexdentatus* kakalardoaren biltze-feromonaren substantzia garrantzitsuena izan zitekeena. Nahiz eta feromonen baliagarritasuna aitortua izan den hasieratik, beste baso-izurrite batzuen antzera feromona honekin jantzi-



Eskolitidoak ehizatzen Lindgren tranpa.

tako tranpak ez dira erabili orain dela urte gutxira arte, eta, *I. sexdentatus* kakalardoaren kasuan, ez zen erreferentziazko feromonahasterik. Intsektuak kolonizazio-prozesuan askatzen dituen substantzia jakinak kontuan hartuta, gure helburu nagusietako bat izan da baso-kudeatzaileek erabiltzen dituzten tranpa horien emaitzak hobetuko dituzten nahasteak ikertzea, bai eta horiek eskolitidoekin oso lotuta dauden beste intsektu saproxiliko batzuetan duten eragina aztertzea ere.

Saiakuntza batzuen ondoren, merkaturatzen den amu kimikoa hobetzea lortu da, tranparako saskiratzen den eskolitido-kopurua asko hobetuz. Horrez gain, bigarren saiakuntza-talde batean ikusi ahal izan den bezala, hobetutako nahasteen substantzia baten proportzioa aldatzeak oso erantzun ezberdinak eragiten ditu, bai *I. sexdentatus* kakalardoarena, bai mezu bera erabiliz habitat berdinerako gerturatzen diren harrapakari, lehiatzaile eta, oro har, kakalardo saproxilikoaren konposizioarena.

HARRAPAKARIAK NAHI GABE SASKIRATZEA

Feromonek, edo horiek osatzen dituzten substantzia-nahasteek, oso eragin espezifiko dute beren jomuga diren izurriteetan,

pestizida gehienek aldean; baina, mezu bat garraiatzen dutenez, isilpean kuxkuxean dabilzan beste intsektu batzuek ere erabiltzen dituzte, hala nola eskolitidoen harrapakariak. Horietako bi, *Thanasimus formicarius* (Coleoptera: Cleridae) eta *Temnochila caerulea* (Col.: Trogossitidae), oso kopuru handietan harrapatzen dira, *I. sexdentatus* populazioak txikiagotzeko egindako atzemate-programetan. Nahi gabe saskiratutako espezie onuragarriak askatzeko lana hartzen dute maiz baso-kudeatzaileek, baino gehien-gehienetan harrapakariak hilda edo larriki zaurituak egoten dira laginketa-lanak egiterako. Eskolitidoak harrapatzeko erabiltzen diren inbutu anitzeko tranpei galbahe-lana egiten duen sare bat egokituz, tranpa horien emaitzak hobetu ahal izan dira, eta, gaur egun, tranpak merkaturatzen dituzten enpresek kontuan hartu dituzte hobekuntza horiek.

BERBENONAREN ERAGINA BILTZERA DEITZEN DUEN MEZUAN

Berbenona da eskolitidoen kudeaketarekin gehien ikertu den substantzietariko bat. Nahiz eta azken hamarkadetan zehar hainbat zeregin izan dituen, gaur egun erabiltzen den hipotesi nagusia da zuhaitzek, hil eta



Berbenonak *I. sexdentatusen* erasoa ekidin dezakeen aztertzeko esperimentua larizio pinuetan (*Pinus nigra*).

degradatzen doazen heinean, berbenona as-
katzen dutela. Eskolitido-espezie ezberdi-
nek, beren elikagai-beharren arabera, eran-
tzun ezberdinak dituzte berbenonarekiko.
Hala, *Ips sexdentatusen* kasuan, emaitzek
azaldu dute eragin zuzena dutela biltzera
deitzen duen mezuan, tranpetan bildutako
intsektu-kopurua asko murrizten baita.
Frogatu dugu inhibizio hori praktikan eraso-
pean dauden pinuak edo pilatutako enbo-
rrak babesteko erabil daitekeela, eta baso-
kudeatzaileei beste lanabes bat aurkeztu
diegu. Hala ere, ezin izan da gelditu bigarren
mailako beste eskolitido batzuen erasoa.
Zehazki, agerian geratu da *Orthotomicus ero-*
sus delako eskolitidoa *Ips sexdentatus*-ekin
lehiatzen dela substratuarekiko, eta bien ar-
teko mezu kimikoen garrantzia ikusi da. Ka-
kalarido horrek onddoak garraiatzeko ahal-
mena ere badu, eta, beraz, metatutako
enborrak ez ditu babesten berbenonak ur-
dintze-prozesutik.

Gure kasuan ez bezala, berbenonarekin
egindako ikerketek alde bietako emaitzak
jaso dituzte, eta, hala, substantzia horren
erabilera praktikoa moteldu dute. Metaana-
lisiaren bitartez, ordea, frogatu ahal izan
dugu substantzia horrek oso eragin indar-
tsua duela, batez ere, izurriteak sortzeko
ahalmena duten eskolitidoen artean. Guzti-
ra 529 esperimenturen emaitzak ikertu on-
doren, laneko hipotesi nagusia babestu ahal
izateko emaitzak lortu dira. Hots, berbeno-
nak zahartzen doan substratuaren mezua

zabaltzen du. Bestalde, ikertutako baldintza
gehienetan, berbenonak oso eragin indar-
tsua du kakalarido zulatzaile horiengan.

IPS SEXDENTATUSEN KUDEAKETA INTEGRALA

Eskolitido-izurriteak kudeatzeko beharrak
haien ekologia kimikoa ikertzera eramaten
gaitu, eta horren emaitzak denbora iragan
ahala hobetuz doazen lanabesak sortzera.
Baina horiek ez dira aukeran ditugun lana-
bes bakarrak. Basoak garbitzeak, eroritako
edo gaixotutako pinuak garaiz jasotzeak, eta
lanak garaiz egiteak aspalditik ezagunak di-
ren eraginak dituzte eskolitido-izurriteak
saihesteko. Gainera, ohikoa da pilatutako
enborrak pestizidez tratatzea. Horiek ingu-
rumenean izan dezaketen eragina kontuan
hartuta, mezu kimikoak eta tranpak alter-
natiba berdea izan daitezke *I. sexdentatusen*
kudeaketa integralean. ●

ERREFERENTZIAK

ETXEBESTE, I.; PAJARES, J.: “Verbenone protects pine
trees from colonization by the six-toothed pine
bark beetle, *Ips sexdentatus* Boern. (Col.: Scoly-
tinae)”. *Journal of Applied Entomology*, 135
(2011), 258-268.

ETXEBESTE, I.; LENCINA, J. L.; PAJARES, J.: “Saproxylic
community, guild and species responses to vary-
ing pheromone components of a pine bark
beetle”. *Bulletin of Entomological Research*, 103
(2013), 497-510.

ETXEBESTE, I.; ÁLVAREZ, G.; PAJARES, J.: “Log coloni-
zation by *Ips sexdentatus* (Col.: Curculionidae,
Scolytinae) prevented by increasing host unsui-
tability signaled by verbenone”. *Entomologia Ex-
perimentalis et Applicata*, 147 (2012), 231-240.

ETXEBESTE, I.; ÁLVAREZ, G.; PÉREZ, G.; PAJARES, J.:
“Field response of the six-toothed pine bark
beetle, *Ips sexdentatus* (Col.: Curculionidae,
Scolytinae), to pheromonal blend candidates”.
Journal of Applied Entomology, 136 (2012),
431-444.

GLARE, T. R.; REAY, S.; ETXEBESTE, I.: “Options for
control of scolytid beetles that attack pines”.
Plant Science Reviews 2011. CAB International
2012. 241-258. ISBN 978 1 78064 015 0.

LIEUTIER, F.; DAY, K. R.; BATTISTI, A.; GRÉGOIRE, J.C.;
EVANS, H. F.: *Bark and Wood Boring Insects in Li-
ving Trees in Europe, a Synthesis*. Dordrecht, Klu-
wer Academic Publishers (Eds. 2004).

MARTÍN, A.; ETXEBESTE, I.; PÉREZ, G.; ÁLVAREZ, G.;
SÁNCHEZ, E.; PAJARES, J.: “Modified pheromone
traps help reduce bycatch of bark-beetle natural
enemies”. *Agricultural and Forest Entomology*, 15
(2013), 86-97.

Eskertza

Aurkeztutako ikerketa Espainiako Hezkuntza eta
Ikerketa Ministerioak sustatutako AGL 2004-
07507-C04-04 eta AGL 2007-61152 proiektuen
bidez finantzatu da. Biziki eskertu nahi nituzke
UVAko nire zuzendari Juan A. Pajares eta nire
lankide Estela Sánchez, Gonzalo Álvarez, Gema
Pérez eta Ana Martín, baita unibertsitateko beste
hainbeste lankide ere.

EKUAZIO FUNTZIONALAK GURE INGURUAN DAUDE

F. JAVIER ABRISQUETA USAOLA
Askatasuna BHI institutuko matematika-irakaslea eta
NUPeko Matematika Saileko irakaslea

HUMBERTO N. BUSTINCE SOLA
NUPeko Automatika eta Konputazioa Saileko irakaslea

MARIA JESUS CAMPION ARRASTIA
ASIER ESTEVAN MUGERTZA
ESTEBAN INDURAIN ERASO
NUPeko Matematika Saileko irakaslea

Gaur egun egiten ari garen ikerketa-lanaren oinarritzko kontzeptu bat aurkeztu nahi dugu, ekuazio funtzionala. Lehenik eta behin, ekuazio funtzional bat zer den esango dugu: aldagai baten edo gehiagoren menpe dagoen funtzio batek (ezezaguna da, normalean) betetzen duen berdintza-erlazioa da. Eta ekuazio funtzional bat ebaztea da berdintza-erlazioa beteko duten funtzio guztiak zehaztea.

EKUAZIO FUNTZIONALAK: ADIBIDE BATZUK

Adibide adierazgarri batzuekin hasiko gara:

1. Pertsona baten bizitzaren oinarritzko etapa batzuk hartuko ditugu aintzat:

- (I) jaio
- (II) lana aurkitu
- (III) etxebizitza erosi
- (IV) ezkondu

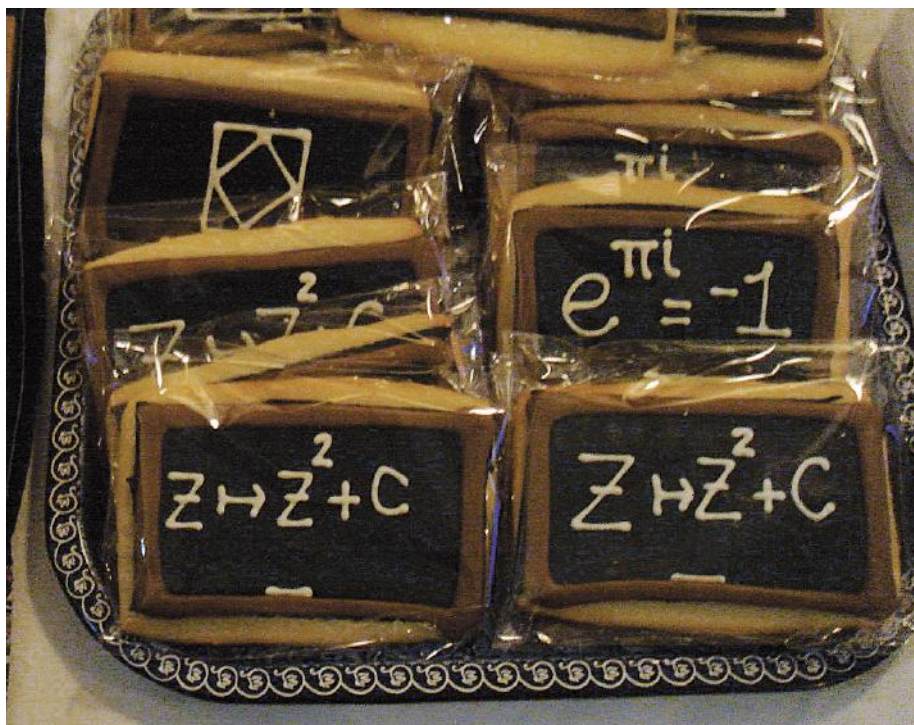
Argi dago azken hiru etapak ezin direla bete lehenengoa (jaio) egin gabe. Azken hirurak, baina, edonolako ordenan gerta daitezke.

Bestetik, oinarritzko etapa batzuk elkar daitezke, eta guztiak bilduko dituen etapa global bat sortu. Alegia, lana aurkitu eta etxebizitza erosi etapak elkar daitezke erro-
tu izeneko etapa zabalago batean. Orain, adibide horretatik abiatuz, saiaturko gara adierazpen matematiko bat eskuratzen; a izeneko etaparen ondoren b etapa egiteari $F(a,b)$ deritzogu (a eta $b \in X$, non X oinarritzko etapa guztien multzoa baita). Onartuko dugu $F: X \times X \rightarrow X$ permutagarritasunaren ekuazioa beteko duela (beste eremu batzuetan, migragarritasunaren ekuazioa):

$$F(F(a,b),c) = F(F(a,c),b), \quad a,b,c \in X \text{ guztietarako.}$$

Kontua da ekuazio funtzional hori nahi-ko ezaguna dela zientziaren beste adar batzuetan (ez soilik matematikan):

Adibidez, ekonomian. Jo dezagun C diru-kopuru bat, kapital bat, dugula banketxean,



ARG.: DANN TOLIVER

eta, aldi bat igaro ondoren, zerga bat (kutxan soberan dagoen diruaren proportzio bat ogasunari ematea) ordaindu behar dugula. C kapital batetik abiatuz $r_1 C$ kobratzen badute, $r_1 \in (0,1)$ izanik, bankuan geldituko den diru-kopurua $R(C,r_1) = (1-r_1)C$ izango da. Bi zerga ordaindu behar izanez gero, berehala konturatuko gara nola bankuan geldituko zaigun diru-kopurua ez dela aldatuko zer-

gag ordaintzeko erabiliko dugun ordenaren arabera, honela:

$$R(R(C,r_1),r_2) = (R(R(C,r_2),r_1), \quad C,r_1,r_2 > 0 \text{ eta } r_1,r_2 \in (0,1).$$

Informatikan. Ordenagailuek egin behar dituzten lanak zehaztu behar dituzten konputazio-algoritmoetan agertzen da.

2. Hegazkin bidezko bidaiak egin nahi ditugu. x izeneko aireportutik izeneko beste aireportu batera joateko, $P(x,y)$ ordaindu behar dugu. Gainera, irteerako aireportuko tasak, $T(x)$, ere ordaindu behar dira; hala, bidaiaren prezioa $P(x,y)+T(x)$ izango da. Demagun adostu den prezio-sistemaren arabera joaneko eta etorrerako bidaien balioa berdina izan behar duela, hau da, $P(x,y)+T(x) = P(y,x)+T(y)$, non x eta y aireportuak baitira.

Egoera horrelakoa denean, esango dugu $P: X \times X \rightarrow [0,+\infty)$ funtzioak zirkuituaren ekuazioa betetzen duela:

$$P(x,y)+P(y,z)+P(z,x) = P(x,z)+P(z,y)+P(y,x), x,y,z \in X$$

Joaneko eta etorrerako bidaien prezioen arteko aldea neurtu nahi badugu, aireportueta-ko tasak kontuan izan gabe, $F(x,y)=P(x,y)-P(y,x)$ funtzioa aztertu behar dugu; kasu horretan,

$F: X \times X \rightarrow \mathbb{R}$ funtzioak Sincov-en ekuazio funtzionala beteko du:

$$F(x,y)+F(y,z) = F(x,z), x,y,z \in X \text{ guztietarako.}$$

3. Zenbatuherrian ¹ finkatutako ikerketatalde batek, bertako ikerlarien lanaren bidez, x mailako bikaintasun-maila lor dezake. Chiffrelandeko lagunek —horiek ere ikerlariak dira— y mailako bikaintasun-maila lortuko dute taldeak bere kabuz lan egin ez gero. Bi taldeak elkarlanean arituz gero, ordea, $E(x,y)$ bikaintasun-maila lor dezakete, eta, gainera, segur aski, talde bakoitzaren x eta y mailak baino maila handiagoa lortu. Onartu behar dugu, halaber, elkarrekin lan eginez gero lortutako $E(x,y)$ bikaintasun-maila izango dela lor dezaketen mailarik handiena. Bietariko batek maila hori lortuko balu bestearen laguntzarik gabe, bestearekin elkartu arren ez luke hobetuko bikaintasun-maila hori. Hau da, beste taldearekin elkarlanean aritzeak ez luke eragingo ikerketaren bikaintasun-maila igotzea. Honela adieraz dezakegu egoera hori:

$$E(E(x,y),y) = E(x,y) = E(x,E(x,y)),$$

$E: X \times X \rightarrow X$ funtzioari *gehikuntzaren funtzio* deritzogu, non X multzoak bikaintasun-maila guztiak adierazten baititu. Ekuazio hori nahiko jorratua dago literatura berezian, eta adostasunaren ekuazio esaten zaio, Gizarte Aukeraketako ikerketetan agertzen diren ohiko problemekin erlazioa duelako.

MATEMATIKAKO IKERKETA EKUAZIO FUNTZIONALEN ARABERA

Matematikari batek ekuazio funtzional adierazpena entzuten duenean, berehala ekuazio diferentzialak, deribatu partzialeko ekuazioak edo ekuazio integralak moduko kontzeptuak bururatzen zaizkio. Erraz ulertzen da hori; izan ere, ekuazio-mota horiek ongi garatutako eta finkatutako teoria propioa dute, eta, gainera, ziurtasunez esan dezakegu matematikari horrek unibertsita-



ARG.: ELHUYAR ZIENTZIA

¹ Alegiazko izen hau erabili behar izan dugu politikarien ikuspegi zabalari esker gaur egun ez dagoelako ikerketa-talderik.



te-ikasketetan ikasi duela aipatutako kontzepturen bat gutxienez, guztiak ez badira.

Baina ekuazio funtzional esamoldeak ekuazio edo funtzioen arteko erlazioen multzo zabalagoa hartzen du.

Atarian aurkeztutako adibideak ebaztean, adibide horiek ez dira aztertuko, hasieran behintzat, deribatu partzialen, edo ekuazio diferentzialen edo ekuazio integralen teoriek erabiltzen dituzten teknikak erabiliz. Are gehiago, ekuazio funtzionalen lan egiten duen batek ekuazio diferentzial, integral edo deribatu partzialeko ekuazioekin zerikusi gutxi edo ezer ere ez duten ekuazioekin egingo du topo, eta aurkitzen dituenak gure adibideetan agertzen diren ekuazioen oso antzekoak izango dira.

Gertatzen dena da ez dagoela ekuazio funtzional hauek (esanahi orokor eta zabalagoak dira) ikasteko teoria matematiko finkatu eta zabaldu bat, ikerketa eta lan klasikoak badauden arren (zoritzarrez edo zorionez lan gutxi dira).

Adibide edo aipu interesgarri bat egin behar da: ekuazio funtzionalen gai honetan, lehen esan dugunez, bibliografia gutxi dago. Are gehiago, aldagai anitzeko funtzioak dituzten ekuazioak aztertzeko erabiltzen diren teknikak ($F(x,y)+F(y,z)=F(x,z)$, adibidez) guztiz desberdinak dira aldagai bakarreko funtzioak dituzten ekuazio funtzionalak ($f(x+y)=f(x)+f(y)$, adibidez) aztertzeko erabiltzen direnetatik.

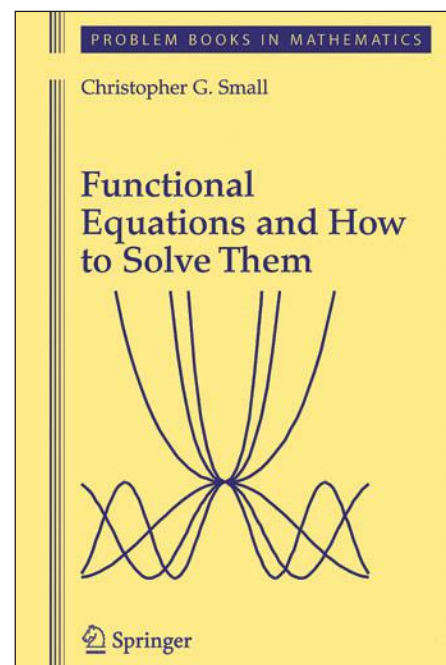
Normalean gertatzen dena da ikerlari batek horrelako ekuazio bat ebazten duenean oinarritzeko teknikak erabiliz aldizkari espe-

zializatu batean ematen duela aurkikuntza-
ren berri; edo, bestela, problemen ebazpene-
tan espezializatutako aldizkariren batean
ebazteko problema gisa aurkeztuko duela,
alegia, Nazioarteko Matematika Olinpiadari
dagozkienetan. Honelako problema bat na-
zioarteko matematika-olimpiada batean
aurkezten denean, parte-hartzaileek —ikas-
le bikainak bikainen artean— beren trebezia
eta imajinario guztia martxan jartzen dute
haientzat berriak diren problema hauek
ebazteko, eta, askotan, teknika berriak gar-
tzen dituzte. Batzuetan, matematika-olin-
piadetan ikasleek erabilitako ebazpen-pro-
zeduren bildumak baliabide izugarriak
izaten dira gai honetan dihardutenentzat.
Horrelakoak baditugunez, esan behar da gai
honetaz idatzita dagoen libururik aipaga-
rrienerarik bat Kanadako Matematika Olin-
piadako selekzioaren entrenatzaileak idatzi
duena dela. Onenek erabili dituzten tekni-
kak ordenatu eta bildu ditu, eta ekuazio fun-
tzionalei buruzko liburu bikaina lortu du.

BUKAERAKO HITZAK ETA PROBLEMA BAT OPARI GISA

Horrelako ekuazioak agertzen dira gure
ikerketa-esparruan, eta artikulua argitara-
tzen ditugu aldizkari espezializatueta-
(analisi matematiko abstraktua, konputazio
teorikoa, ekonomia matematikoa edo gizar-
te-aukeraketa).

Horretan dihardugu, eta esan dezakegu
ezen, matematikarien artean gehiegi lan-
tzen ez den ildo bat izan arren, interes gu-
txikoa ere ez dela. Hori dela eta, ohar hau



ARG.: SPRINGER

idaztera ausartu gara, ikerketa-lerro hau
agerian jarri nahian. Azkenik, oraindik ase
gabe dagoen irakurleen bat badago, San-
tanderren egindako Matematika Olinpiada-
ko bigarren problema aurkeztuko dugu:
“Zehaztu itzazu $f(y)(x-2)+f(y+2f(x))=f(x+y)f(x)$,
 $x,y \in \mathbb{R}$ ekuazio funtzionala betetzen duten
aldagai bakarreko $f:\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ funtzio erreal
guztiak.”

Ikerketa-adar hau MTM2012-37894-C02-
02 ikerketa-proiektuaren barnean dago. ●

ERREFERENTZIAK

- ABRISQUETA, F.J.; CANDEAL, J.C.; CATALÁN, R.G.; DE MIGUEL, J.R.; INDURÁIN, E.: *Generalized Abel functional equations and numerical representability of semiorders*. Publ. Math. Debrecen 78 (2011), 557-568.
- ACZÉL, J.: *Lectures on Functional Equations and their Applications*. Academic Press, New York and San Diego (1966).
- ACZÉL, J.: *A Short Course on Functional Equations Based upon Recent Applications to the Social and Behavioral Sciences*. D. Reidel, Dordrecht (1987).
- ACZÉL, J.; DHOMBRES, J.: *Functional Equations in Several Variables*. Cambridge University Press, Erresuma Batua (1989).
- BUSTINCE, H.; MONTERO, J.; MESIAR, R.: “Migrativity of aggregation functions”. *Fuzzy Sets and Systems*, 160 (2009), 766-777.
- CAMPIÓN, M.J.; CANDEAL, J.C.; CATALÁN, R.G.; DE MIGUEL, J.R.; INDURÁIN, E.; MOLINA, J.A.: “Aggregation of preferences in crisp and fuzzy settings: functional equations leading to possibility results”. *Internat. J. Uncertain. Fuzziness Knowledge-Based Systems*, 19 (2011), 89-114.
- CANDEAL, J.C.; INDURÁIN, E.: “Bivariate functional equations around associativity”. *Aequationes Math.* 84 (2012), 137-155.
- CASTILLO-RON, E.; RUIZ-COBO, R.: *Functional Equations in Science and Engineering*. Marcel Dekker, New York (1992).
- FALMAGNE, J.C.; DOIGNON, J.P.: “Axiomatic derivation of the Doppler factor and related relativistic laws”. *Aequationes Math.* 80 (2010), 85-99.
- GRONAU, D.: “A remark on Sincov’s functional equation”. *Not. S. Afr. Math. Soc.*, 31 (1) (2000), 1-8.
- KUCZMA, M.: *Functional Equations in a Single Variable*. Polska Akademia Nauk, Warsaw, Polonia (1968).
- SMALL, C.G.: *Functional equations and how to solve them*. Springer, New York (2007).



Ilargiaren efemerideak

- 1** 4:38ean, konjuntzio geozentrikoan Merkuriorekin, 3,9°-ra.
- 5** Gehieneko librazioa longitudean ($l = 7,63^\circ$).
12:44, beherazko nodotik pasatuko da.
- 6** 19:23an, Ilgora.
- 7** 18:54an, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin 6,5°-ra.
- 8** 14:26an, konjuntzio geozentrikoan Taurusko Aldebaran izararekin, 2,3°-ra.
- 11** 5:27an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin, 4,9°-ra.
- 12** 4:52an, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik

handiena): 406.244 km (aurreko perigeoan baino 49.146 gehiago).

- 13** Gehieneko librazioa latitudean ($b = 6,63^\circ$).
- 14** 23:54an, Elurretako Ilbetea. Hilaren 14an, ekialdeko horizontetik aterako da, Eguzkia sartu baino lehentxeago; eta hilaren 15ean sartuko da mendebalde ipar-mendebalde horizontetik, Eguzkia atera baino ordu-laurden bat eskas lehenago.
- 19** 15:16an, konjuntzio geozentrikoan Virgoko Spica izararekin, 1,6°-ra.
21:52an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin 3°-ra.
- 20** 3:26an, goranzko nodotik pasatuko da.

- 21** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -6,84^\circ$).
22:09an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin, 0,3°-ra.
- 22** 17:16an, Ilbehera.
- 23** 1:36an, konjuntzio geozentrikoan Antaresekin, 7,9°-ra.
- 26** 5:17an, konjuntzio geozentrikoan Artizararekin, 0,3°-ra.
- 27** 19:32an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 360.435 km (aurreko apogeoan baino 45.809 gutxiago).
20:01ean, konjuntzio geozentrikoan Merkuriorekin, 2,8°-ra.

Beste efemeride batzuk

- 1** Asteazkena. Egurdian, 2.456.690. egun juliotarra hasiko da.
Egunak 9 ordu eta 55 minutuko iraupena du hilaren 1ean, eta 11 ordu eta 11 minutukoa hilaren 28an. Hil honetan, eguzki-argiaren denbora 1 ordu eta 16 minutuan handituko da.
- 11** 12:00etan, denboraren ekuazioa urteko lehen maximo positibora iritsiko da: +14 min 13 s.
- 16** 10:58an, Eguzkia Aquariusen konstelazioan sartuko da itxuraz (327,69°).

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 3an, 17:00etan, Perseusko Algol izar aldakorren distira minimoa; 3,3tik 2,1era aldatzen zaio magnitudea. Hilaren 6an, 9an, 12an, 15ean, 18an, 20an, 23an eta 26an izango dira beste minimoak.

Hilaren 4an, 10:00etan, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,366 egunean behin. Hilaren 9an, 15ean, 20an eta 25ean izango dira beste maximoak.

Hilaren 26an, egunsentia baino lehen, Ilbehera fin baten ondoan ikus daiteke.

otsaila 2014

A	A	A	O	O	L	I
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28		

Planetak (Lurraren orbita-abiadura otsailean: 107.280 km/h)

Merkurio

Arratsaldearen amaieran ikusi ahal izango da, hilaren 10a baino lehen; orbita-abiadura: 172.440 km/h.

Behatzeko aldirik onena bukatuko da. Eguzkia sartu eta handik ordubetera gutxi gorabehera sartzen da mendebalde hego-mendebaldeko horizontean; baina oso azkar galduko du intentsitatea. Beherazko konjuntzioan izango da hilaren 15ean, eta hilaren amaieran agertuko da berriro ekialde hego-ekialdeko horizontean, Eguzkia atera baino hiru ordu-laurden lehenago. 22 h eta 21 h bitarteko igoera zuzena. -10, -07 eta -13° bitarteko deklinazioa. Aquariusen

hasiko du hila, gero Capricornusera igaroko da, eta Aquariusen amaituko du. Magnitudea 0,3tik 2,5era jaitsiko zaio, eta 0,9ra igo berriro.

Artizarra

Egunsentia baino lehen ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 126.000 km/h.

Eguzkia baino bi ordu pasatxo lehenago aterako da hilaren 1ean, eta bi ordu eta hogeit minutu inguru lehenago hilaren 28an. Distira bikaina du, eta hazten jarraituko du, harik eta -4,7ko magnitudearen hurbileko maximoa iritsi arte hilaren 11n. 19 h eta 20 h bitarteko igoera zuzena.

-16°-ko deklinazioa. Hil osoan Saggitariusen egongo da. -4,6 eta -4,7 bitarteko magnitudeari eutsiko dio hil osoan.

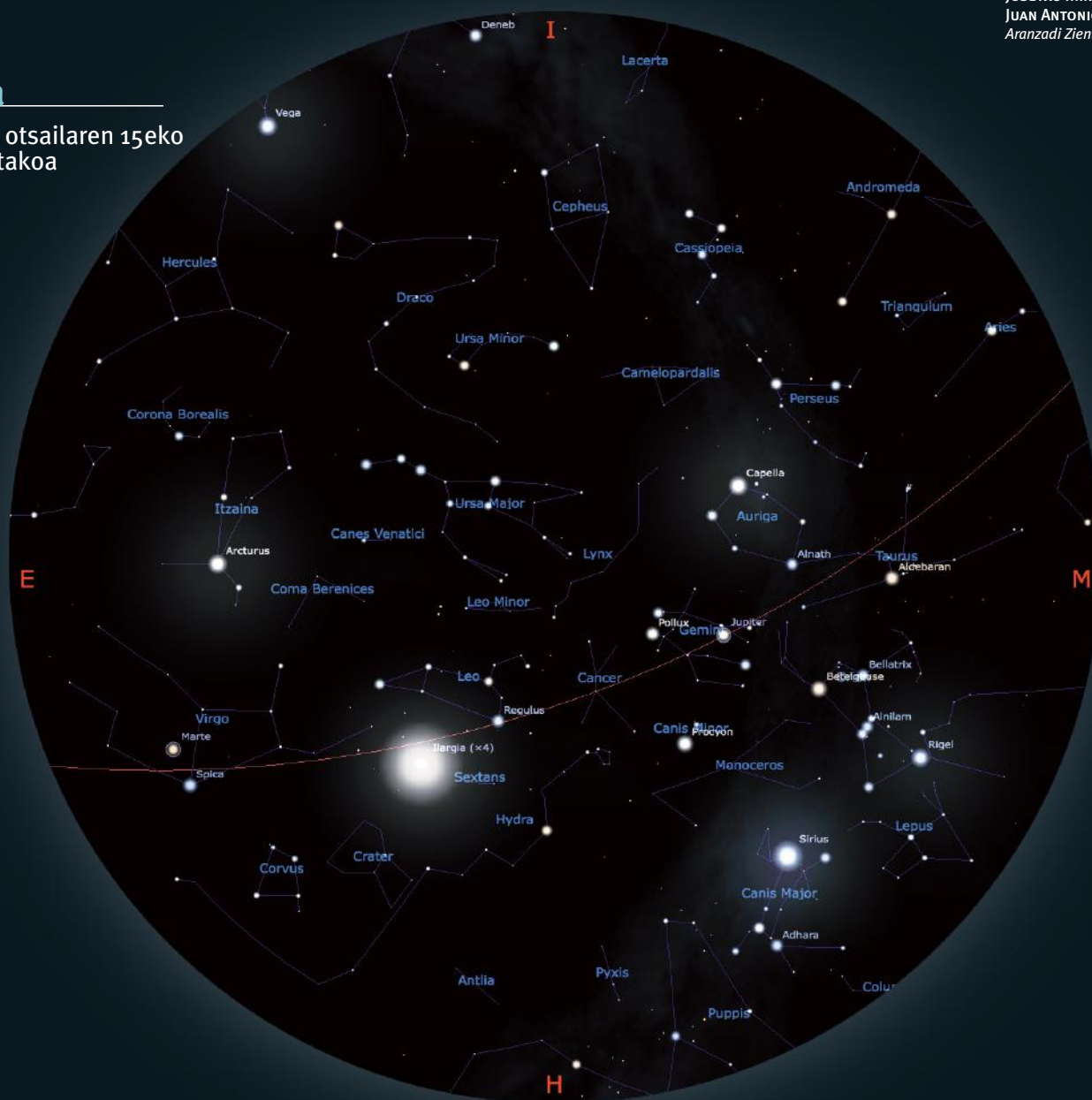
Marte

Gauaren bigarren zatian ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 86.760 km/h.

Eguzkia sartu eta sei ordu aterako da hilaren 1ean; 28an, berriz, lau ordu. Hilean zehar distira handituz eta behatzeko aukerak hobetuz joango dira, harik eta apirilaren 8an oposizioan izan arte. 13 h-ko igoera zuzena. -07 eta -08° arteko deklinazioa. Hil osoan Virgon izango da. Magnitudea azkar aldatuko zaio Otik -0,6ra.

Zerua

2014ko otsailaren 15eko
23:00etako



Jupiter

Gauaren bigarren zatian baino gehiagoan ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 47.160 km/h.

Eguzkia sartu baino hiru ordu lehenago aterako da hilaren 1ean, eta bost ordu baino gehiagoko tartearekin 28n. Behatzeko kondizioek ezin hobeak izaten jarraitzen dute. 7 h-ko igoera zuzena. +23°-ko deklinazioa. Hil osoan Geminin izango da. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat, -2,6tik -2,5era.

Saturno

Gauaren amaieran ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 34.560 km/h.

Eguzkia baino 5 ordu eta erdi lehenago agertuko da hilaren 1ean, eta 1 ordu lehenago hilaren 28n. Koadraturan izango da hilaren 11n. Teleskopio batekin, planetaren itzala ikus daiteke, ipar-mendebaldeko eraztunen diskoan. 15 h-ko igoera zuzena. -16°-ko deklinazioa. Libran izango da hil osoan. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, 0,5etik 0,4ra.

Urano

Gauaren amaieran bakarrik ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 24.480 km/h.

Gauetz ikusteko aldia amaituko da. Hilaren erdialdera, arratsaldearen amaieran, mendebalde hego-mendebaldeko horizontetik

20°-ra izango da. 0 h-ko igoera zuzena. +03°-ko deklinazioa. Hil osoan Piscisen izango da. 5,9ko magnitudeari eutsiko dio.

Neptuno

Gau osoan ikusi ahal izango da; orbita-abiadura: 19.440 km/h.

Konjuntzioan izango da hilaren 23an. 22 h-ko igoera zuzena. -10°-ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen izango da. 8,0ko magnitudeari eutsiko dio.

* Gehitu ordubete denbora ofiziala kalkulatzeko.

hurrengo zenbakian

ELKARRIZKETA

Xabi Erkizia, soinuaren eta entzutearen ikertzailea



Hurrengo zenbakian, irakurlea entzule izatera ere gonbidatuko dugu. Izan ere, Xabi Erkiziari egindako elkarrizketaren audioa ere argitaratuko dugu webgunean, paperezko bertsioarekin batera. Hain zuzen, Erkizia soinuaren ikertzailea da. Soinuak ikertzen ditu, eta, horretarako, zientzialariek erabiltzen dituzten tresna berak erabiltzen ditu batzuetan. Hala ere, aitortzen du beraren ikuspuntua eta helburua ez direla zientifikoak; aitzitik, haren asmoa "hatzarekin seinalatzea" da, ezkutukoa, ahaztutakoa edo gutxietsitakoa nabarmentzea. Azkenaldi honetan, entzutean du jarria arreta, eta akatsek bereziki erakartzen dute. ARG.: © JUAN CARLOS RUIZ/ARGAZKI PRESS.



Produktu gabetuak

Garagardoari, alkohola; kafeari, kafeina; esnari, bai gaina, bai laktosa. Hamaika produkturi erazten diete gaur egun osagairen bat, mekanikoki, kimikoki edo biologikoki. Osagai horiek kentzeak, ordea, eragina du bukaerako produktuaren ezaugarri sententialetan, produktuen bukaerako zapora eta sententia osagai guztiek batera ematen baitute. ARG.: ANDERSBKNUDSEN/CC.

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

Zelai Haundi kalea, 3.
Osinalde industrialdea
20170 USURBIL (Gipuzkoa)
tel.: 943 36 30 40
faxa: 943 36 31 44
aldizkaria.elhuyar.org

Zuzendaria: Eider Carton, e.carton@elhuyar.com

Publizitate-arduraduna: Izaro Aizpurua,
harpidetza@elhuyar.com.

Hizkuntza-arduradunak: Eider Arrizabalaga,
Alfonso Mujika, Patxi Petirena.

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga,
Beñardo Kortabarria.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Juan Antonio Alduncin eta Josexo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), F. Javier Abisqueta, Ana Agirre, Humberto Bustince, Maria Jesus Campion, Asier Estevan, Iñaki Etxebeste, Dani Fano, Itziar Garate, Esteban Indurain, Igor Leturia, Manu Ortega.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: © Syda Productions/Stock Photo

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetza: Maier Tapia, m.tapia@elhuyar.com

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 51 €*. Beste herrialdeak: 76 €*.
*Bigarren urtetik aurrera % 15eko beherapena egingo dizugu harpidetza-sarian.

Edizio digitalaren harpidetza: 19 €. Ale digitala: 3,50 €.

CC BY-NC-ND Elhuyar
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 0213-3687

Elhuyarren jabetzako edukia Creative Commons lizentziarekin dago, "Aintzatespen – Ez Komertzial – Obra Eratorririk gabeko (by-nc-nd)" lizentzia. Beste jabetza batekoak diren edukiak jabeak adierazitako lizentziarekin erabili dira, eta hala aitortu dira.

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, HIZKUNTZA POLITIKA
ETA KULTURA SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
POLÍTICA LINGÜÍSTICA Y CULTURA



Gipuzkoako Foru Aldundia

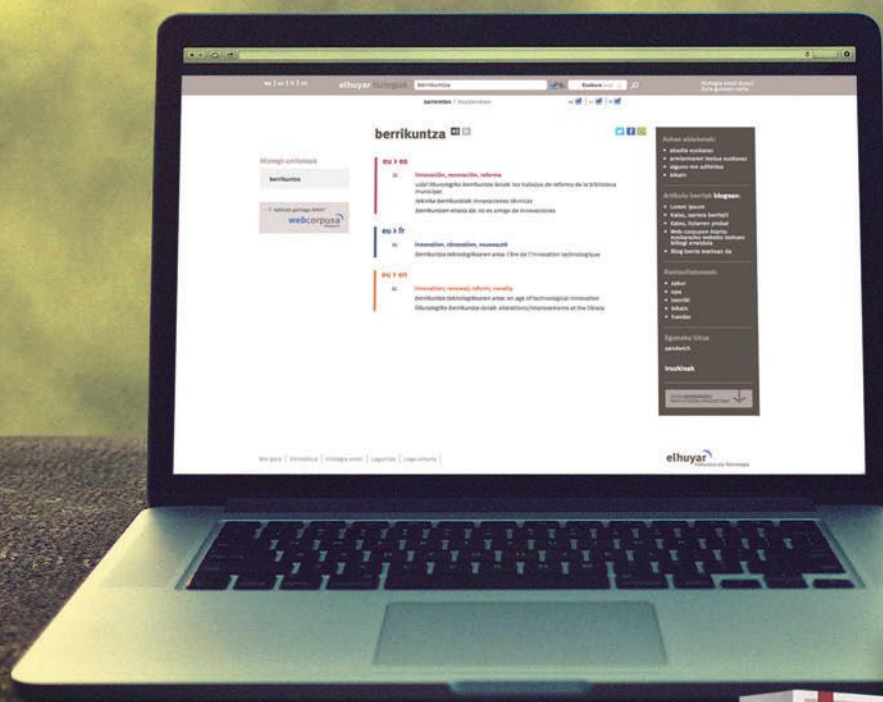
ORONA Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.; Eika Koop. Elk.;
Ekin Koop. Elk.; Cikautxo Koop. Elk.

elhuyar HIZTEGIEN ARO BERRIA

- ELHUYAR HIZTEGIA
- ELHUYAR HIZTEGI TXIKIA
- ELHUYAR OINARRIZKO HIZTEGIA

Euskara/Gaztelania
Castellano/Vasco

Elhuyar hiztegien 4. edizioa eta hiztegiak.elhuyar.org webgune berria.
BERRITZAILEA, IREKIA, GUZTIONA.



* Elhuyar Hiztegia eta Elhuyar Hiztegi Txikia erosten dutenek sarbidea izango dute **hiztegiak.elhuyar.org** webguneko gune aurreratura

elhuyar hiztegien edizio berria

4.000 sarrera gehiago, 91.000 guztira. Euskararen eta gaztelaniaren lexikoan izan diren azken berrikuntzekin. Espezialitate-arloetako lexiko berriak.

→ www.elhuyar.org/denda **WEBGUNEAN EROSI**

hiztegiak.elhuyar.org

Bilaketa-aukera berriak. Hitzen ahoskera entzuteko aukera. Hiztegien etengabeko eguneraketa.

→ **Elhuyar hiztegi elebidun guztiak, DOAN KLIK BATEAN**

elhuyar hiztegia kindle-n

Bi hiztegi ditugu zure irakurgailurako: batetik, euskara-gaztelania; bestetik, gaztelania-euskara. Honako irakuragailuetan instala dezakezu: Kindle Paperwhite, Kindle Classic, Kindle Touch eta Kindle DX.

→ www.elhuyar.org/hiztegiak-kindle



elhuyar

Oparitu zientzia, oparitu **Elhuyar** aldizkariaren harpidetza



aldizkaria.elhuyar.org

