

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

Elkarrizketa:

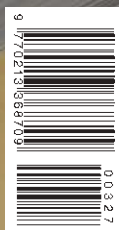
Arkaitz Carracedo

minbiziaren ikertzailea

Oxitozina

itxaropenaren hormona

4,70
euro



CASSINI 1997-2017

Izena emateko eta
informazio gehiagorako
zientzia-azoka.elhuyar.eus

zientzia
azoka
elhuyar da

bizi
ikerketa!

**Euskal Herriko ikertzaile
gazteek (12-18 urte)
proiektuak abiatzeko
izen-ematearen irekiera**

**Ikertzaile
profesionalen
laguntza eta
aholkuekin**

**Zientzia Azoka Bilbon,
apirilaren 21ean**

**IZEN-
EMATEA**

**irailaren 25etik
aurrera**

**ANIMA
ZAITEZ!**

ANTOLATZAILEA

elhuyar
Zientzia

BABESLEAK



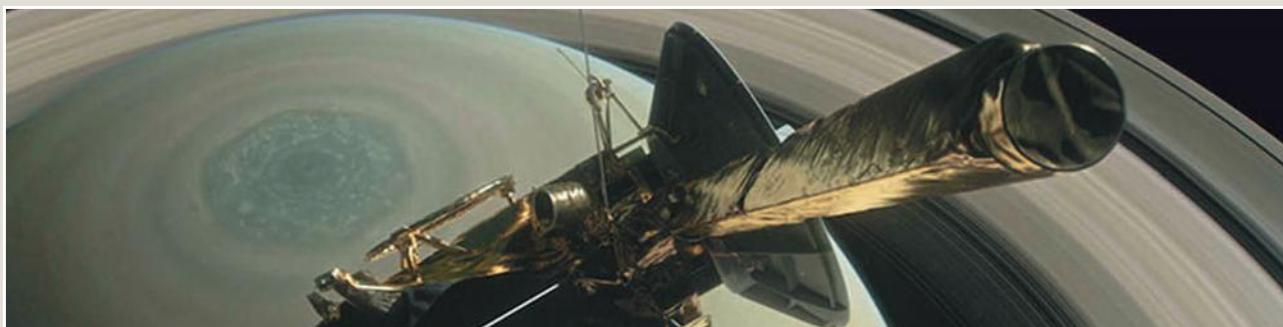
KOLABORATZAILEAK



“*E*gin zituzten garaian bezalaxe daude, milaka urtetan
inor ez baita joan hara” 19

“*O*nartu beharko dugu ezingo dugula minbizia saihestu” 22

“*K*oitoa egindakoan, bikotea lotuta geratzen da, betirako” 24



“*E*makumeek ez zutela kimika egiten esaten zidaten” 42

“*I*ruditzen zitzaidan garuna kutxa magiko bat zela,
misterioz eta sekretuz betea” 44

Itxarobideak

Zenbaki honetan, minbiziari eskutik helduta gatoz. Ezin ukatu maite ditugunei minbizia diagnostikatzen dietenean bihotza uzkuratzen zaigunik —alferrik litzateke ezkutatzea—, baina zientzialarien ikuspegia asko aldatzen ari da urteotan, eta horren lekuko izan nahi du aldizkariak. Arkaitz Carracedo ikertzaileak argi esan digu: minbizia ez da kanpotik datorkigun gaixotasun bat. Minbizia bizitzaren parte bat da, bereizezina eta gurekin betiko egongo dena. Mutazioak dira bizitzaren dibertsitatea bere edertasun osoan sortzearen erantzule, eta mutazioak dira minbizia garatzearen errudun. Txanpon beraren bi aldeak; bata gozoa, bestea mikatza. Baina mikatzasun horri koska egiten ari zaio zientzia. Arkaitz Carracedok erakutsi digu nola, itxaropenez betea.

Eta itxaropenari helduta ere, oxitozina dugu hizpide. Maitasunaren hormona deitua, itxaropenaren hormona bihurtzen ari da. Garunean dituen funtzioak argitzeko lan handia egin da azken hamar urteotan, eta sexuan eta ugalketan ez ezik, portaera sozialean ere zeresan handia duela argitu dute ikerketek. Hala, terapian balio lezake, portaera sozialean zailtasunak dituztenak tratatzeko. Eman nahi zaion erabilera bat bereziki interesgarria iruditu zaigu: autismoa dutenei laguntzea.

Azkenik, irudiz beterik, askorentzat misio espazialean kuttunena dena ere ekarri dugu. 20 urtez, Saturnoko tximistak, ekaitz erraldoiak eta korrante exotikoak ikusi ditu. Ilargi berriak aurkitu, eta Saturnoko eratzunei buruzko hamaika bitxikeria kontatu dizkigu. Cassini zunda dugu aurten protagonista, eta egin duen ibilbide oparoaren ondoren, amaitu zaio erregaia. Irailaren 15ean desagertuko da. Baina bere burua handitzat duenaren antzera, ez du edonola egingo bere buruaz beste. Saturnoren zeruan murgilduko da, Saturnoren barrualdearen xehetasun guztiak kontatzen dizkigun bitartean. Kiskaltzean isilduko da.



Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute

Elhuyar Zientzia eta Teknologia
aldizkariaren zuzendaria



20

ELKARRIZKETA

Arkaitz Carracedo Pérez Minbiziaren ikertzailea

Galdera batek abiarazi zuen Arkaitz Carracedoren ibilbide zientifikoa: zertan bereizten dira zelula osasuntsuak eta minbizi-zelulak? Ibilbide oparoa egin du minbizia ikertzen, eta halaxe aitortu zion Europar Batasunak, 2013an 1,5 milioi euroko diru-laguntza bat eman baitzion minbiziaren eta elikaduraren arteko harremana iker zezan Euskal Herrian.

CASSINI 1997-2017



28

1997ko urriaren 14an ateratu zen Cañaveral Lurmuturretik, zazpi urtetan iritsi zen Saturnora, eta beste hamahiru urtez aritu da Saturnoren eta haren eratzun eta ilargien sekretuak argitzen. Cassini zundak arrakastaz bete du hogeitauko misioa. 2017ko irailaren 15ean desagertuko da Saturnon.

42

Gertrude Belle Elion

Gertrude Belle Elionek gogor borrokatu zuen zientzialari izateko, eta gogor lan egin zuen bere helburu nagusia lortzeko: jendea sendatzea. Medikuntzako Nobel saria jaso zuen, baina ez zen hura izan jaso zuen saririk handiena: "Gure helburua jendea sendatzea zen, eta ez dago saririk horrek baino poz handiagoa emango duenik".



EKINEAN

Carlos Matute Almagu

Achucarro Neurozientzien Ikerketa Zentroko zuzendari zientifikoa da, eta iraganean zerk txunditu zuen eta etorkizunerako zer amets dituen kontatu digu.

44



24 Oxitozina itxaropenaren hormona

Maitasunaren hormona, atxikimenduaren molekula, lekeda soziala, adiskidetasunaren neurotransmisorea... Izen horiekin eta antzekoekin ezagutzen da oxitozina, eta, Ibon Cancio Uriarte biologoaren azalpenak entzunda, ez dirudi gehiegizkoa denik. Are gutxiago terapian izan dezakeen erabilera ezagututa: autismoa dutenentzat lagungarria izan ote daitekeen probatu nahi du Olga Peñagarikano Ahedo neurozientzialariak.



ElkarOla Ikerketa estrategikoa hizkuntza-teknologietan

Euskal Herrian hizkuntza- eta hizketa-teknologien ikerketan eta garapenean diharduten erakunde esanguratsuenen 15 urteko elkarlanaren azken emaitza da ElkarOla proiektua. Hiru demo landu dira, hiru arlo estrategikotan teknologia horiek egin dezaketenen erakusgarri.

38



SAREAN+

aurkibidea]

4 ALBISTEAK

17 EKINEAN
Amaia Lujanbio Goizueta

18 Paleolitoko behe-erliebeak topatu dituzte Aitzbitarten

20 ELKARRIZKETA
Arkaitz Carracedo Pérez

24 Oxitozina: itxaropenaren hormona

28 CASSINI 1997-2017

38 MUNDU DIGITALA
ElkarOla: ikerketa estrategikoa hizkuntza-teknologietan40 ANALISIA
Begirada bat itzulpen automatikoko sistemen bilakaerari
ITZIAR CORTÉS42 ISTORIOAK
Gertrude Belle Elion, sendabide berrien bila44 IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK
Carlos Matute Almagu46 IKERGAZTE KONGRESUAN ZIENTZIAK ETA NATUR ZIENTZIAK ARLOAN SARITUTAKO LANA
Pirinioetako muturluzearen kontserbaziorako funtsezko faktoreak ikertzen
AMAIUR ESNAOLA50 GAI LIBREAN
Sexua, zientziak ahaztutako aldagaia
AINITZE LABAKA53 GAI LIBREAN
Alzheimerraz ahazteko itxaropena
XABIER ASTIZ

56 Sarean

Gaixotasun bat eragiten duen mutazio bat zuzendu dute giza enbrioietan

Genoma editatzeko [CRISPR teknika](#) erabiliz, gaixotasun bat eragiten duen mutazio bat zuzendu dute giza enbrioietan. Gaixotasun genetiko batzuk ondoren-goetara pasatzea saihesteko bide eraginkor eta seguru bat izan daitekeela ondorioztatu dute ikertzaileek, nahiz eta argi utzi duten oraindik asko hobetu behar dela klinikoki erabili ahal izateko. [Nature aldizkarian argitaratu dute lana.](#)

Salk Institutuko, Oregongo Osasun eta Zientzia Unibertsitateko eta Koreako Oinarrizko Zientzien Institutuko ikertzaileek kardiomiopatia hipertrofikoa eragiten duen mutazioa zuzendu dute giza enbrioietan. MYBPC3 genearen mutazio batek eragiten du bihotzeko gaixotasun hori. Mutazio horrekin lan egiteko, lehenengo emakume osasuntsuen obuluak mutazioaren eramaileak diren gizonen espermarekin ernaltu zituzten. Hala, MYBPC3 genearen kopia normal bat eta mutatu bat zituzten zigotoak sortu zituzten. Baina, obuluan esperma



CRISPR teknika erabiliz kardiomiopatia hipertrofikoa eragiten duen mutazioa zuzendu zaien giza enbrioia. ARG.: OHSU.

txertatzerakoan, mutazioa ezabatzeke diseinatutako CRISPR-Cas9 entzima ere txertatu zuten. Hark mutaturako kopia ezabatu zuen, eta, jarraian, kasu gehienetan, enbrioiek genea berreraiki zuten obulutik zetorren kopia zuzena eredu hartuta.

CRISPR-Cas9 sistemak leku egokian moztu zuen DNA kasu guztietan, eta 58 enbrioietatik 42tan (% 72) ongi berreraiki zen genea eta enbrioaren zelula guztietan bi kopia zuzenekin egin zuten aurrera. Gainerako enbrioietan, berriz, behar ez ziren DNA-zati batzuk txertatu ziren berreraiketa prozesuan. Bestalde,

egiaztatu dute editatu nahi zen lekutik kanpo ez dela bestelako eraldaketarik gertatu.

Ikertzaileek ondorioztatu dute CRISPR teknika *in vitro* ernalketarekin batera erabiltzea kardiomiopatia hipertrofikoa bezalako gaixotasun monogenikoak saihesteko bide eraginkorra izan daitekeela, eta bide horretan aurrerapauso garrantzitsutzat jo dute egindako lana. Hala ere, argi utzi dute teknika hau klinikari erabiltzeko askoz gehiago ikertu beharra dagoela oraindik, eta eragin ditzakeen arazo eta kezka etikoak ere kontuan hartu behar direla. ●

Poliesterrez egindako jantziek ozeanoa kutsatzen dute

Ehun sintetikoak itsasoaren kutsatzaile handienetakoak direla erakutsi du *Environmental Science &*

Technology aldizkarian [argitaratutako lan batek](#). Poliesterez egindako arropa bat garbitzen den bakoitzean

—esaterako jaka polar bat— garbigailutik 100.000 mikrozuntz askatzen direla frogatu dute.

Zuzenean itsasora askatzen dira mikrozuntzok, filtrazio-sistemei ihes egiten baitiete; eta jada ozeanoan daudenean, erraz hondoratzen dira. Itsasoko bizidunek erraz nahasten dituzte janariarekin, eta haien elikaduran eta digestioan eragiten dute.

Kaliforniako Unibertsitateko ikas-

leek egin dute ikerketa, eta gaiaren inguruko ikerketa gehiago egin dadin sustatu nahi izan dute. Haien arabera, ikertu beharko litzateke nola eragiten duen zuntzen askatze horretan garbiketatenperaturak, garbiketa-ziklo luzea erabiltzeak, garbigarri-motak eta baita arropa sortzeko erabilitako metodoek ere. Hondakinen tratamendurako sistemak hobetzeko deia era egin dute. ●



Ingurumena babesteko tokiko neurriak kaltegarriak izan daitezke beste ekosistema baterako

Toki batean ingurumenaren alde hartutako neurriak kaltegarriak izan daitezke urrutiko beste toki batzuentzat. Kalte horiek, beraz, aintzat hartu beharko lirateke lekuan lekuko neurriak proposatzeko. Ondorio horietara iritsi dira klima-aldaketa ikertzen duten hainbat aditu, tartean, klima aldaketa ikertzeko BC3 zentroko Unai Pascual eta Eneko Garmendia.

Hain zuzen ere, nazioarteko beste ikertzaile batzuekin batera, lekuko ekosistemak babestearen eraginez sortzen diren kanpoko presio horiek aztertutako, eta [Environmental Research Letters aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak eta ondorioak](#).

BC3ko ikertzaileen esanetan, askotan gertatzen dira horrelakoak, adibidez, Europako arrain-populazioak eta

basoak berreskuratu ahal izateko, Afrikako uretan egiten den arrantzaren gaineko presioa eta oihan tropikaletako deforestazioa areagotu egin dira. Gainera, inguru haietako populazioak ere pairatzen dituzte horren ondorioak.

Ikerketak agerian utzi du urrutiko ondorio kaltegarri horiek ez direla aintzat hartzen lekuan lekuko politikak ezartzean, eta horrek garapen jasangarriaren helburuak arriskuan jartzen dituela ondorioztatu dute

ikertzaileek. Hala, zenbait bide iradoki dituzte bai zientzialariek bai erabakiak hartzen dituztenek aintzat hartzen dituzten ondorioak, Pascualen hitzetan, “globalki pentsatu eta tokian ekin” ideari jarraituz. ●



Europako basoak babesteko oihan tropikaletan deforestazioa areagotzea ekar dezake. ARG. RIAU/CC-BY-SA

Bizkaldatz IX.
Literatura Saria
(2017)

“JARRAITZEKO PREST?
ORAIN ZURE TXANDA DA”

*Oinarriak barrualdean

Zaunkak



Karmele Jaio Eiguren

Bizkaia
foru erakundeak
dibulgatutako lana

IX Premio Literario
Bizkaldatz
(2017)

“ESTA HISTORIA
LA ESCRIBES TÚ”

*Bases en el interior

UN MERLUZO DE ANZUELO

Alejandro Fernández Aldasoro

Bizkaia
foru erakundeak
dibulgatutako lana



Gaueko haizeak egunekoan desberdinak dira Artizarrean

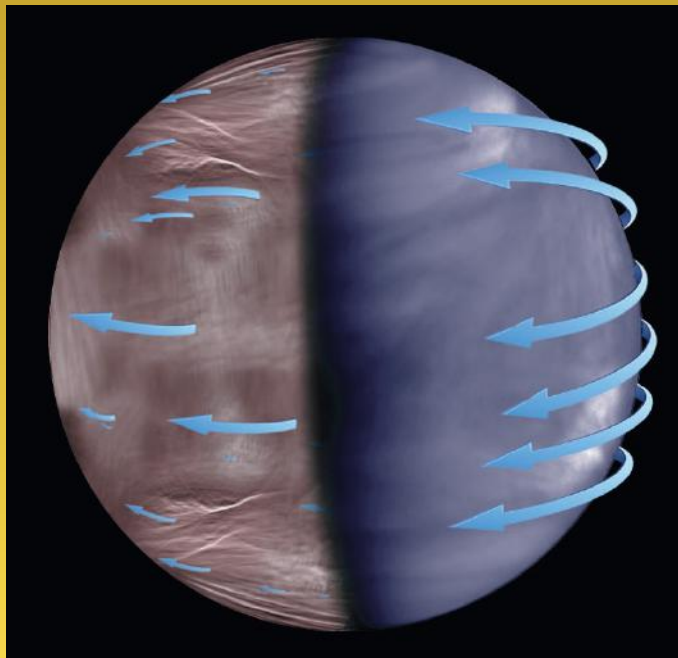
Artizarreko gaueko aldeko haizeek eguneko aldekoen portaera nabarmen ezberdina dute, EHUKo ikertzaile batzuek beste hainbatekin batera [Nature Astronomy aldizkarian argitaratu duten lan baten arabera](#). Aurreikusi ezin diren haizeak, uhin geldikorrak eta laino aldakorak topatu dituzte.

1960ko hamarkadan, 360 kilometro orduko haize-boladak neurtu ziren Artizarren eguneko aldean. Datu harrigarria izan zen hori, Lurrean eta Marten, esaterako, atmosferak planetaren antzeko abiaduran biratzen baitu. Artizarrean, berriz, askoz azkarrago mugitzen da atmosfera: Artizarrak 243 egun behar ditu bere ardatzari bira emateko, eta haren atmosferak lau egun baino ez ditu behar planetari buelta emateko. “Superrotazio” deitzen zaio atmosferaren errotazio azkar horri. “Artizarreko atmosferak ‘superrotazio’ hori izateko energia nondik ateratzen duen misterioa da oraindik ere”, azaldu du Japoniako Espazio Agentziako kide Javier Peraltak. “Arazoa da onartu genuela Artizarren gauean eguneko gertatzen den gauza bera gertatzen dela, eta oker geunden. Orain arte ez gara izan gai argi eta garbi ikusteko nolakoa zen planetaren gaueko aldean atmosferaren superrotazioa”, gehitu du Peraltak.

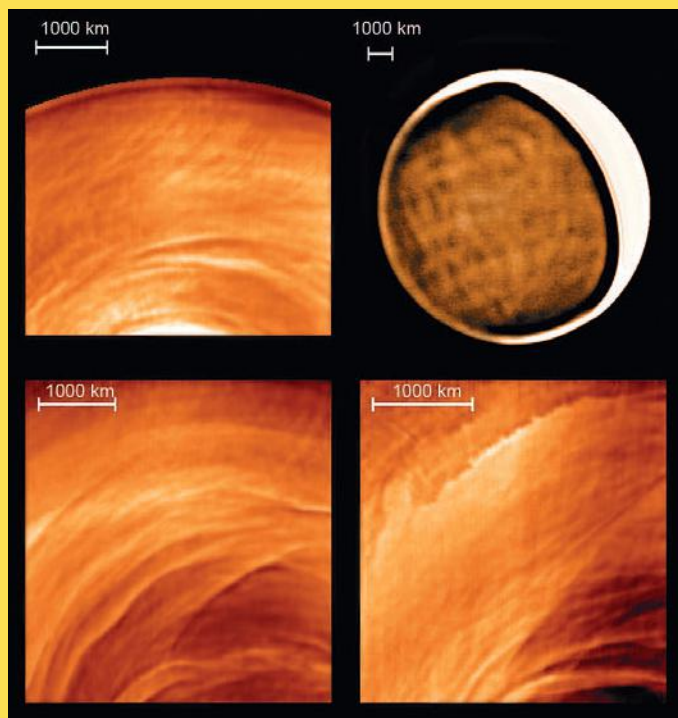
“Artizarreko lainorik altuenak 70 kilometroko altueran daude, eta bertan gertatzen da superrotaziorik indartsuena. Laino horiek gauez ikus daitezke, emisio termikoari esker, baina orain arteko misio espazialean ez ziren haien xehetasunak lortu”, adierazi du Ricardo Hueso EHUKo ikertzaileak. Orain, ESAren Venus Express misioak hartutako datuei eta irudiak prozesatzeko teknika berriei esker, ikusi dute gaueko lainoak eta haien mugimenduak egunekoan desberdinak direla.

“Superrotazioa gauean zehar ere gertatzen da, baina mugimendu-aniztasun zabalagoa du, eta orain artean ikusi gabeko laino mota ezberdinak agertzen dira, egun batetik bestera aurreikusi ezin den moduan bortizki aldatzen diren lainoak”, adierazi du Agustín Sánchez Lavega EHUKo Zientzia Planetarioen Taldeko zuzendariak.

Ezusterik handiena, hala ere, lainoetan mugitzen ez diren egitura asko aurkitzea izan da, eta taldeak “geldikor” deritzon uhin atmosferiko mota bat direla ondorioztatu du. Uhin horiek Akatsuki Japoniako misio espazialak Artizarren atmosferan berriki aurkitu duen milaka kilometroko uhin geldikor baten antzekoak dira. Lan honek ikusi dituztenak txikiagoak dira, ehunka kilometrokoak. ●



Artizarreko goiko lainoen superrotazioaren eskema. Artizarren eguneko aldean (eskuinean, Akatsukik ateratako argazkia), superrotazioa berdina da, eta gaueko aldean (ezkerrean, Venus Express-ek ateratako argazkia) kaotikoa da, eta ezin da aurreikusi. ARG.: ESA-JAXA-UPV/EHU.



Artizarreko gaueko laino-moten adibideak. Venus Express-ek hartutako irudi termikoak eta NASAren Hawaiko IRTf teleskopioak ateratakoak. Ezkerretik eskuinera eta goitik behera: uhin geldikorrak (Venus Express), "red" ereduak (IRTf), filamentu misteriosuak (Venus Express) eta jatorri dinamikoko ezegonkortasunak (Venus Express). ARG.: ESA-NASA-JAXA-UPV/EHU.

COLLINS ELHUYAR ENGLISH BASQUE DICTIONARY

Collins

*ingeles-hiztegi
elebidunik salduenak*

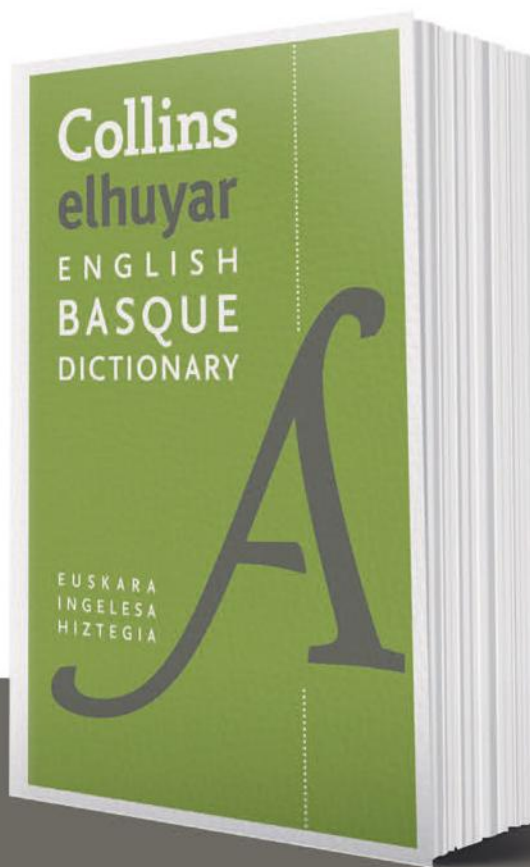
elhuyar

*euskara-hiztegiarik
salduenak*

Euskaldunok ingelesa
zubi-hizkuntzarik gabe ikasteko,
hiztegi gintzan urtetako esperientzia
duten bi markaren bermearekin



- 65.000 sarrera
- 85.000 adiera
- 22.000 adibide



Titinaren egitura eta bilakaera, iraganeko animalien tamainaren adierazle

Ugaztunen eta tetrapodo guztien arbaso komunaren titina-zatiak berreraikita, CIC nanoGUNEko ikertzaile batzuek ikusi dute korrelazioa dagoela titinaren ezau-garrien eta animalien tamainaren artean. Ateratako ondorioak fosilekin eta datu bibliografikoekin alderatu dituzte, eta baieztatu dute emaitzak zuzenak direla. *Nature Structural & Molecular Biology* aldizkarian argitaratu dute ikerketa.

NanoGUNEko Nanobiomekanika taldeko ikertzaileak Raúl Pérez-Jiménezek zuzen-dutako ikerketa batean, gaur egungo animalien titina pro-

teinaren sekuentzia genetikoetatik abiatuz, tetrapodoen (alegia, lau hankako animalia guztien: ugaztunen, sauropsidoen, narrastien eta anfibioen) zuhaitz filogenetikoa eraiki dute, bai eta haien arbaso komunetan proteina horrek izango lukeen sekuentzia genetiko ere.

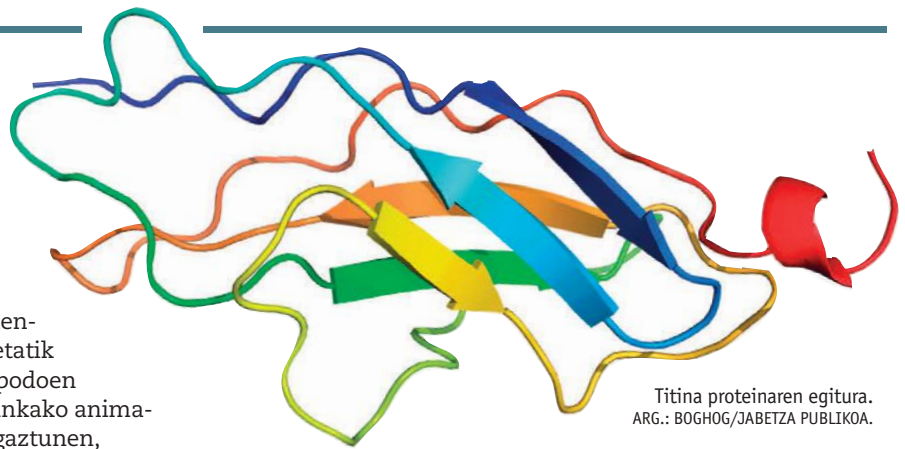
Sekuentzia genetiko horiek lortu eta gero, antzinako proteinen zati bat sintetizatu dute, eta haien propietate mekaniko eta kimikoak aztertu. Horri esker, proteinaren propietateen eta animalien tamainaren

arteko erlazioa aurkitu ahal izan dute, eta garai bakoitzeko fosil-erregistroan berretsi.

Pérez-Jiménezek dionez, “interesgarriena da proteinaren eboluzio mekanikimikoa ikusi dugula, hau da, eboluzioan zehar titina nola aldatu den”. Berreraikitze erabili duten metodologia ere nabarmendu du, eta aurreratu du lortutako emaitzek ikertzen jarraitzeko

aukera ematen dutela. “Gustatuko litzaiguke, esate baterako, egiaztatzea ea tamainarekiko korrelazio hori animalia-talde guztietan betetzen den”, dio.

NanoGUNE eta CNICEk elkarlanean egin dute ikerketa, eta [Nature Structural & Molecular Biology aldizkari zientifikoan argitaratu dituzte emaitzak eta ondorioak.](#) ●



Titina proteinaren egitura. ARG.: BOGHOG/JABETZA PUBLIKOA.

Unibertsoaren hedapena ulertzeko nazioarteko ikerketa bat gidatuko du EHUK



Ruth Lazkoz Saez EHUKo ikertzaileak gidatuko du CANTATA proiektua. ARG.: WIKIMAGES/PIXABAY.

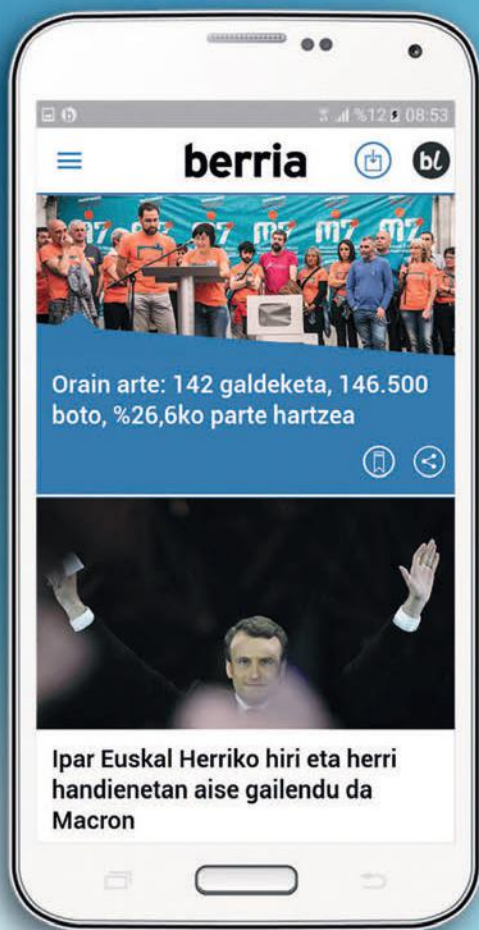
Lau urtez, 25 herrialdetako 200 ikertzailek Einsteinen teoriak huts egiten duen eskaletan erlatibitate orokorretik harago joateko aukera aztertuko dute, [CANTATA](#) proiektuaren barruan. Europako diru-laguntza du proiektuak, eta Ruth Lazkoz Saez EHUKo kosmologoak gidatuko du.

Lazkoz berak azaldu duenez, “CANTATA proiektuak, funtsean, ikertu behar du ba ote den modurik jakiteko, eskura ditugun datu astrofisikoekin, ea Einsteinen teoretatik harago joan beharra dautagun, azaltzeko, adibidez, zergatik gertatzen den unibertsoaren hedapen azeleratua”.

Izan ere, azken urteotan egingutako behaketek agerian utzi dute unibertsoak ez duela jokutzen

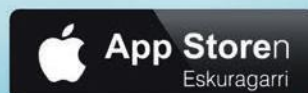
Einsteinen grabitatearen teoriaren arabera espero zitekeen bezala. “Guk ezagutzen dugun grabitate erakarpenezkoa da; baina unibertsoaren hedapena azeleratzeko, nahitaezkoa da aldarapezko grabitate bat izatea. Esate baterako, Einsteinen erlatibitatearen arabera, ezin uler dezakegu erabat bi planetek elkar aldaratzea elkar erakarri beharrean, gure intuizioak esaten baitigu grabitateak erakargarria izan behar duela”, esplikatu du Ruth Lazkoz.

Dagoeneko urtebete daramate CANTATA proiektuarekin, eta balarazioa oso ona dela adierazi dute. Hain zuen, ikerketa-taldearen artean lehendik zegoen lankidetzaren estutu dute hari esker, eta etorkizuneko kolaborazioen hazia izatea espero dute. ●



berriaren app-a
beti eta edonon,
harian

Osoa • modernoa • bizia



App-ean ere,
berria laguna gehiago da

berria.eus/berriaaplikazioa

1.200 km-ra bi fotoien arteko korapilatze kuantikoa mantentzea lortu dute

Korapilatze kuantikoa ize-neko fenomenoan bi partikula kuantikoki korapilatzen dira, eta, ondorioz, bata manipulaturik bestean eragiten da. Ezaugarri hori ustiatu nahian dabilta aspal-dian fisikariak, interes handia izan dezakeelako informazioa transmititzeko komunikazio-sare gisa erabiltzeak. Baina zailtasun handiak daude, partikulak elkarrengandik urrundu ahala, gero eta zailagoa baita korapilatze kuantikoa mantentzea. Duela 14 urte, korapilatze hori [Danubio ibaiaren bi aldeetara](#) mantentzea lortu zuten; duela 5 urte, 100 km-ra; eta, orain-

goan, 1.200 km-ko distantzia lortu dute txinatar zientzialari batzuek.

[Science aldizkarian argitaratu dute](#) lan berria. Laser-izpi bat satelite batean zegoen kristal batera bideratu zuten, eta kristal horrek korapilatutako fotoi-pareak sortu zituen. Fotoi-pare horiek banatu eta elkarrengandik 1.200 km-ra zeuden Ti-beteko bi puntutara bideratu ziren. Mila fotoi-pare baino gehiago jaso dituzte modu horretan, eta neurketek iradokitzen dute korapilatuta jarraitzen zutela.

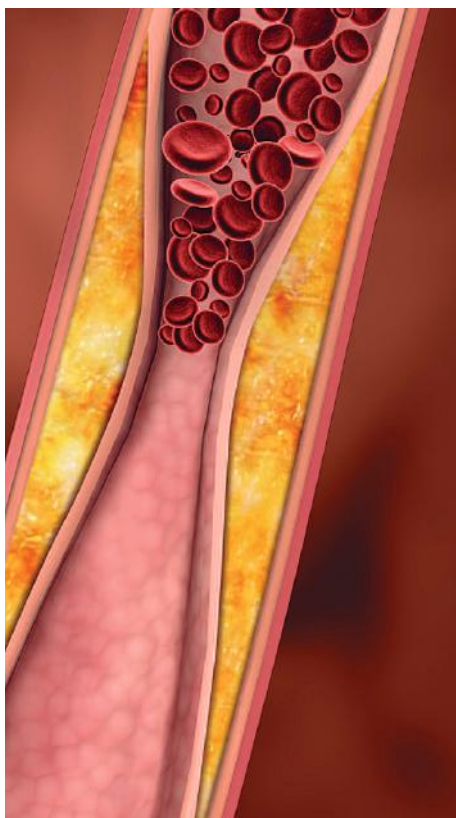
Komunikazio-sare gisa badu zer eskaini efektu honen. Izan ere, korapilatutako

bi partikulen artean ez dagoenez ezer lotzen dituenik —ez dago konexio fisikorik—, beste inork ezingo luke komunikazio horretan eragin eta informazioa eskuratu. Korapilatutako partikula-parez osatutako sare

global bat lortuko balitz, munduko edozein tokirekin komunikatu ahal izango genuke, baina horretarako funtsezkoa da korapilatze hori gero eta distantzia handiagoetara egin ahal izatea. ●



Fotoien korapilatze kuantikoa.
ARG.: NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY.



Arteriosklerosiari aurre hartzeko txerto bat probatuko dute gizakietan. ARG.: ADERSON KASS

Kolesterol-maila jaisten duen txerto bat probatuko dute pertsonetan

Odoleko kolesterol-maila jaitsi, eta, ondorioz, gaixotasun kardiobaskularrak izateko arriskua apaltzen duen [txerto bat aurkeztu du Europako Kardiologia Elkarteak](#). Saguetan egindako esperimenduetan, frogatu dute txertoa eraginkorra eta segurua dela, eta, orain, pertsonekin lehen faseko probak hastekotan dira.

LDL kolesterol-maila altua duten pertsonen zuzenduta dago txertoa. Hain zuzen ere, kolesterol "txarra" deitzen zaio horri, odol-hodiak buxatzen baititu. Gaur egun, estatinak erabiltzen dira LDL kolesterol-maila kontrolatzeko, baina, eraginkorrak izateko, egunero hartu behar dira, eta pertsona batzuetan albo-ondorioak sortzen dituzte.

Eragozpen horiek gainditzeko, denbora-tarte luzean eragiten duen txerto bat garatu dute. AT04A du izena, eta PCSK9 entzimaren aurkako antigorputzak sorrarazten ditu. Entzima hori giblean ekoizten da eta LDL kolesterolaren errezeptoretara lotzen da. Hala,

LDL kolesterolaren errezeptoretara lotzea eta odol-zirkulaziotik kentzea eragozten du entzimak.

Koipe askorekin elikatutako sagu gizonei txertoa emanda, berriz, frogatu dute kolesterol-maila % 53 jaisten dela, arterietan kaltea % 64 apaltzen dela, eta hanturarekin erlazionaturako odoleko adierazleak % 21-28 murrizten direla, sagu kontrolekin alderatuta. Eraginak, gainera, epe luzean irauten du.

Ikertzaileek argitu dute AT04A ez dela ohiko txerto bat. Izan ere, txertoek immunologia-sisteman eragiten dute, patogeno baten aurka erantzun dezan. Kasu honetan, gorputzak berak sortzen duen entzima baten aurkako erantzuna pizten du. Dena dela, emaitzak onak dira, eta, orain, gizakietan probatzen hasteko asmoa dute. Helburua da, urtean behingo injekzio batekin, odoleko kolesterol-maila kontrolpean izatea eta, horrenbestez, gaixotasun kardiobaskularrei aurre hartzea. ●

ELHUYAR

atlas 2016

GEOGRAFIKOA ETA POLITIKOA
Euskal Herria eta mundua

12-16 urte

Zenbat
euskal hiztun
ditu
Lapurdik?

Zein da
Frantziako
eskualdeen
banaketa
berria?

Zein da
Hego Sudan
estatu berriaren
hiriburua?

Eskuratu
zure atlasa,
eta aurkitu
leku bat
munduan

Zein da
emakumeen
proportzioa
Euskal Herriko
udalerrietan?

Elhuyar atlas berrian, erantzun guztiak
eta atlasa.elhuyar.eus gunerako sarrera-kodea

Mapa mutuak
eta geografiako
jokoak
erabilgarri

Sartu hemen erregistro-kodea

KODEA

ERREGISTRATU

HELBIDE ELEKTRONIKOA

PASAHITZA

[Pasahitza ahaztu zait](#)

SARTU

www.elhuyar.eus

elhuyar

Izarraren benetako kokapena

Teleskopioak antzemandako kokapena

Nano zuria



ARG. ESA/HUBBLE & NASA

Einsteinek ezinezkotzat jo zuena lortu dute

Albert Einsteinek erlatibitatearen teoria orokorra landu zuenean, aurreikusi zuen argia kurbatu egiten dela masa baten eraginez. Horretan oinarrituta, esan zuen izar bat pasatuko balitz justu gu eta atzeragoko izar baten artean, atzeko izarra ikusi egingo genukeela, baita pare-parean daudenean ere. Izan ere, urrutiko izarraren argia beste izarren ondotik pasatzean, haren grabitateak argi hori okertu egingo luke, gertuko izarraren inguruan "Einsteinen eraztuna" deitutakoa sortuta. Argiaren kurbadura horren ondorioz, atzeko izarra ikusi egingo genuke, desplazatu egin balitz bezala. Bada, fenomeno horren froga esperimentalak lortu dute oraingoan Estatu Batuetako Space Telescope Science Institute-ko ikeritzaileek.

Egia esan, ez da argiaren desbideratze hori esperimentalki frogatzen den aurreneko aldia. Jada 1919ko eguzki-eklipse batean ikusi zuten. Eguzkiaren atzean zegoen izar bat desplazatuta

azaltzen zela ikusi zuten, Eguzkiaren beraren presentziagatik. Baina 100 urteko aurrerakuntza teknologikoak behar izan dira fenomeno hori Eguzkia ez den beste izar batekin frogatu ahal izateko.

Einsteinek berak 1936ko *Science* aldizkarian onartu zuen izarrak gugandik hain urruti egonik, ez zuela fenomeno hori zuzenean antzemateko esperantzarik.

Nano zuri baten eztabaida ixteko balio izan du

Lanaren egileek Hubble teleskopio espazialaren erresoluzio angular handiena erabili zuten, eta 5.000 izar baino gehiagoren artean bilatu zuten, horrela lerrokatutako izarrak aurkitu arte: konturatu ziren Stein 2015 B nano zuria egoera horretan egongo zela 2014ko martxoan. Hubble teleskopioa harantz zuzendu, eta neurtu ahal izan zituzten nano zuriaren atzeko izarraren itxurazko kokapenaren aldaketa txikiak. Datu haietan oinarrituta kalkulatu dute nano zuriak gure

Eguzkiaren masaren % 68 duela, gutxi gorabehera.

Distantzia erlatibo delako eta, argian behatutako okerdura hori 1919an behatutakoa baino 1.000 aldiz txikiagoa izan da, baina, hala ere, bat dator erlatibitatearen teoria orokorrarekin.

Dena dela, Donostia International Physics Center-eko Ion Errea fisikariarentzat, nano zuriaren masa kalkulatu izana da ikerketaren benetako ekarpena. "Jakin bazekiten argiaren desbide-

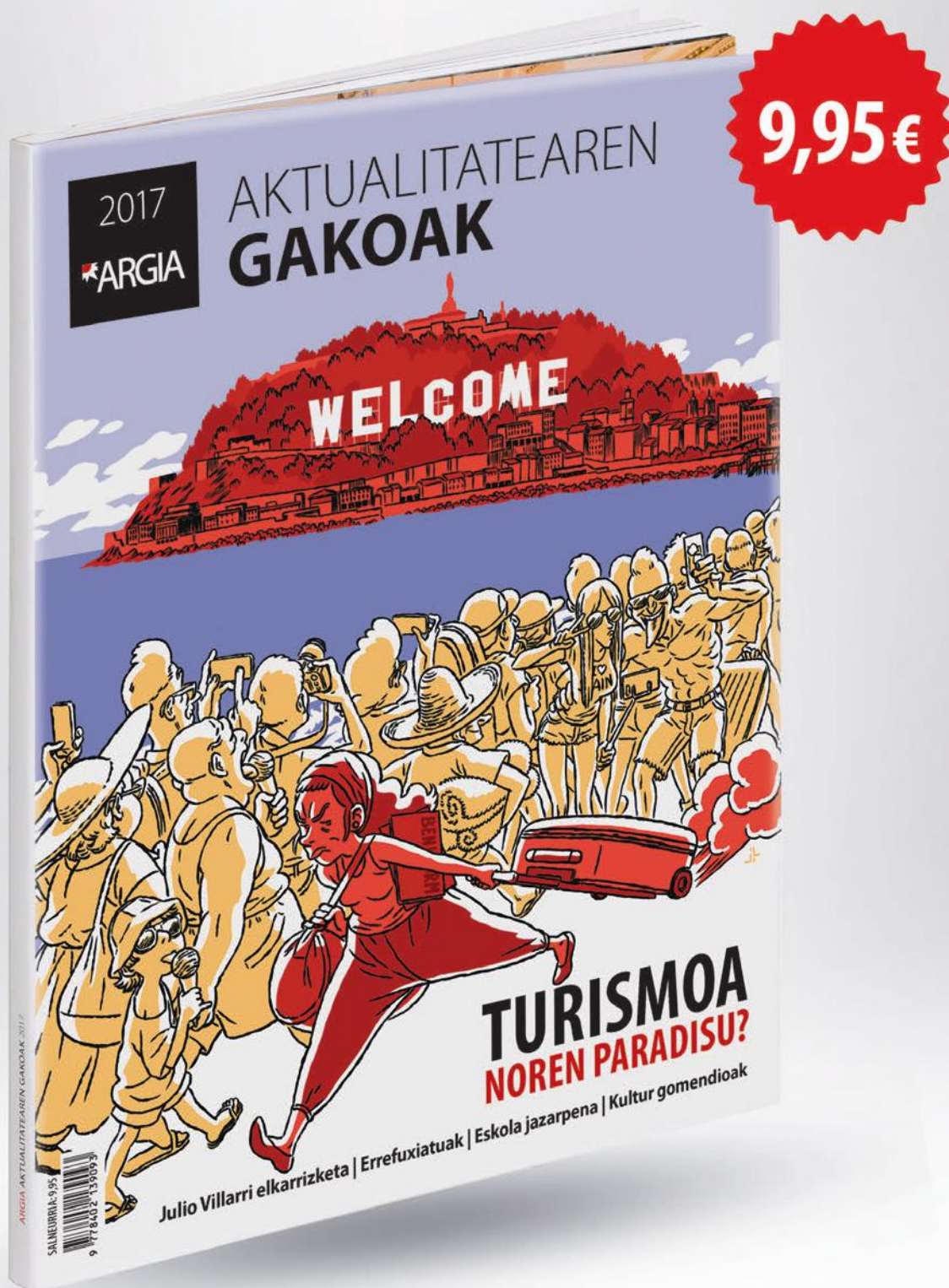
ratzea gertatuko zela. Azken finean, Eguzkiarekin gertatzen bada, beste izarrekin ere gertatuko da. Baina efektu grabitatorio horrek izarren edo objektu astronomikoen masa neurtzeko aukera ematen du".

Errearen arabera, "Stein 2015 B nano zuriaren masaren inguruan izugarritzko eztabaida egon da ehun urtez. Ez zegoen ondo zehaztuta, eta desberdintasun izugarriak zeuden metodoaren arabera. Efektu honek bermea baduen neurketa-modu berri bat eman du, nahiz eta, egia esan, izar gutxi egongo diren horrela lerrokatuta".

Nano zuri horren masa neurtu izanak nano zuriaren historia hobeto ulertzen ere lagundu dezake. Izar gehienek amaituko dute egunen batean nano zuri izaten, hortaz, nano zuriak aurreko belaunaldietako izarren fosilak direla esan daiteke, eta hala, gako izan daitezke galaxien eboluzioa ikusteko. ●



Ion Errea Lope, Donostia International Physics Center-eko ikertzailea, eta EHUko Fisika Aplikatuko Saileko irakaslea.



HAUTATZEN DAKITENENTZAT

KRONIKAK, ANALISIAK, JOERAK, INFOGRAFIK...

Eskura ezazu!

© 943 371 545 • www.argia.eus/denda • denda@argia.eus



Jaio berrian estresa pairatzeak heldutan depresioa izateko arriskua nola handitzen duen argitu dute

Science aldizkariak argitaratu-tako lan baten arabera, jaio eta handik egun gutxira sagu kumeek estresa pairatzeak epe luzeko eragina du haiengan. Hain zuzen ere, ikusi dute estres goiztiarra pairatu duten saguak heldutan sentiberagoak direla egoera estresagarriekiko eta depresiorako arrisku handiagoa dutela.

[Ikerketak](#) horren atzean da-

goen mekanismo molekularra argitzeko balio izan du.

Estres goiztiarra eragiteko, sagu jaioberriak amarengandik 2-4 orduz banandu dituzte, eta amaren arreta desordenatua jaso dute. Heldutan egoera estresagarrien aurrean jarri dituztenean, ikusi dute hasieran estresa pairatu zutenek harreman sozialak ekin dituztela eta egoera

zailen aurrean mugiezin geratu direla. Esaterako, igeri egitera behartzen dituen egoera baten aurrean jarri dituztenean, aurrera egin ezinik geratu dira.

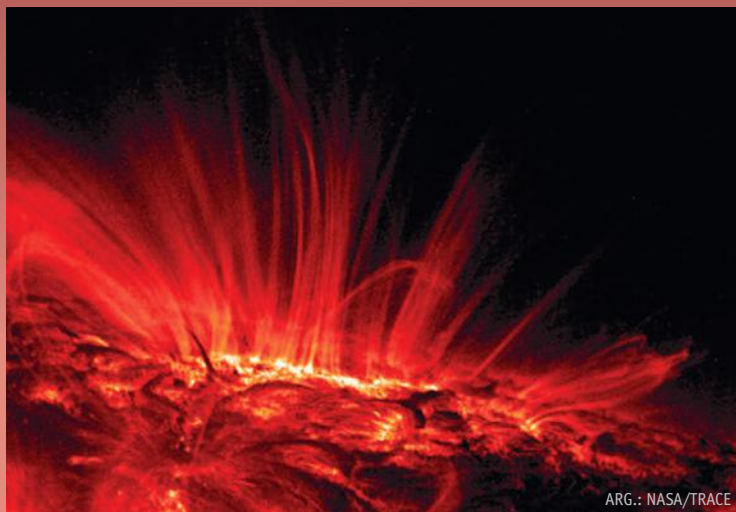
Aurretik bazeuden ikerketak estres goiztiarrak epe luzera depresio-arrisku handitzen duela frogatzen zutenak, pertsonekin zein beste animaliekin egindakoak, baina

argitu gabe zegoen zer gertatzen zen haien garunean. Ikerketa honek erakutsi du estres horrek garuneko eremu tegmental bentranean —hain zuzen gogo-aldartean eta depresioan inplikaturik dagoen eremuan— geneen erregulazioa aldatzen duela. Hain zuzen ere, Otx2 transkripzio-faktorearen kontzentrazioak behera egiten du eta horrek 6 generen espresioan eragiten du.

Estresa pairatu gabeko saguei Otx2 transkripzio-faktorearen kontzentrazioa nahita eraldatu dietenean, ikusi dute Otx2-ren kontzentrazioa txikitzeak estres biologikoarekiko sentikorragoak bihurtu dituela, estres goiztiarra pairatu balute bezala; kontzentrazioa handitzeak, ordea, bizitzaren hasierako estres horren ondorioak murrizten ditu. Hortaz, lanaren egileek adierazi dute Otx2-ren erregulazio-mekanismoa ulertzeak lagundu lezakeela bizitzaren hasieran gerta litezkeen ez-beharren eragina murrizteko moduak asmatzen. ●

Eguzkiaren espikulak nola sortzen diren azaldu dute

Eguzkiaren gainazaleko plasma-zorrotadak zehazki nola sortzen diren azaltzen duen eredu bat sortu dute. Espikula deitzen zaie plasma-zorrotada horiei. Egunero milaka espikula sortzen dira, eta haietan segundoko 50-150 kilometroko abiaduran ateratzen da plasma Eguzkiaren gainazaletik koroarantz. Badi-ra ehun bat urte behatzen direla, baina ez zegoen oso argi nola sortzen ziren. Orain, eredu bat sortu dute, eta ikusi dute eredu horrekin egindako simulazioak guztiz bat datozela Eguzkian gertatzen denarekin. Hala, lortu dute zehaztea Eguzkiko plasmaren eta eremu magnetikoaren arteko zer elkarrekintza fisikoren bidez sortzen diren espikulak. Eta, aldi berean, horrek azaltzen du, baita ere, nola espikulen eraginez hain tenperatura altua hartzen duen Eguzkiaren kanpoko atmosferak. [Science aldizkarian argitaratu dute lana](#). ●



ARG.: NASA/TRACE

A stylized illustration of a laptop displaying a world map, surrounded by a complex network of white lines and various icons including gears, a globe, a cloud, a location pin, a refresh symbol, and a Wi-Fi symbol, all set against a dark blue background.

**Gazteek gustuko dituzten
gai guztiak zure esku.
Nonahi.
Noiznahi**

Aleazio baten superelastikotasuna frogatu dute dimentsio nanometrikoetan

Material superelastikoak gai dira % 10 deformatu eta atzera jatorrizko itxura hartzeko. Ezaugarri hori ezaguna da eskala makroskopikoan; orain, kobre-aluminio-nikel aleazio bateko gailu oso txikiak ere ezaugarri hori izan dezaketela frogatu dute EHUKo Materia Kondentsatuaren Fisika Saileko eta Fisika Aplikatua II Saileko ikertzaileek.

Ikerketa-taldeak 20 urte daramatza aleazio hori maila makroskopikoan ikertzen. Eskala mikro eta nanoskopikoan ikertzeko, materiala zizelkatzen duen ioi-kanoi bat erabili dute. Haren bidez, aleazioaren mikro eta nanozutabeak eraiki dituzte, 2 μm eta 260 nm bitartekoak, eta nanoindentadore baten bitartez tentsioa ezarri diete.

Ikertzaileen arabera, eskala horretan materialaren portaera aldatu egiten da, eta gero eta tentsio handiagoa behar du superelastikotasuna azal dadin. Portaera hori azaltzen duen eredu atomikoa ere proposatu dute. [Nature Nanotechnology aldizkarian eman dute ikerketaren berri.](#)

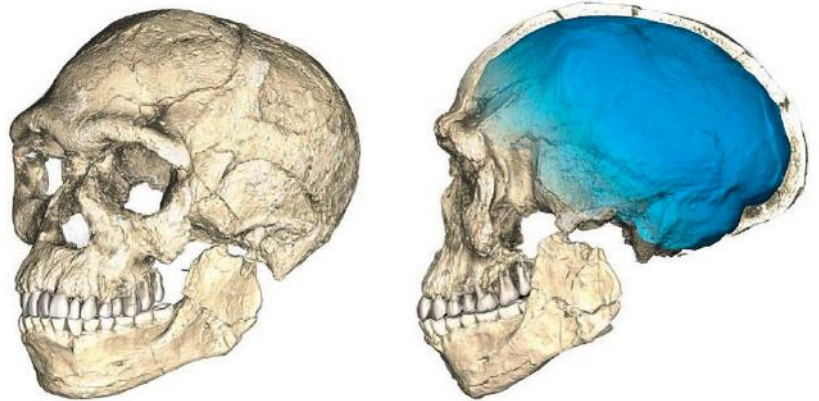


Cu-Al-Ni aleazioarekin eraikitako zutabeak. Bakoitzak 500 nm inguruko diametroa du. ARG.: JOSÉ MARÍA SAN JUAN/EHU.

Horrez gain, ikerketa horrek aplikazio interesgarriak ekar ditzakeela aurreratu dute ikertzaileek. Hain zuzen, gero eta gehiago erabiltzen da elektronika malgua jantzietan, pantailetan eta abar, eta haientzat osagaiak sortzeko baliagarria izan daiteke, baita osasun-arloan ere, organismo barruan txertatuko liratekeen txipak egiteko, adibidez. ●

300.000 urteko *Homo sapiens*-en fosilak aurkitu dituzte Marokon

Gure espeziearen jatorria atzeratu eta lekualdatu dute fosil horiek



Irhoud 10 izendatutako fosilaren berreraiketa; gizaki modernoaren ezaugarriak dituela antzematen zaio. ARG.: SARAH FREIDLINE/MPI/EVA/LEIPZIG.

Gure espeziea, bere ezaugarri morfologiko modernoekin, duela 200.000 urte inguru sortu zela uste izan dute orain arte. Hori ondorioztatzeko, Etiopian aurkitutako fosiletan oinarritzen ziren: haiek ziren *Homo sapiens* itxura betea zuten zaharrenak. Eta hortik ondorioztatu zuten baita ere lur-eremu hura zela gure espeziearen jatorria.

Orain, aurreko hipotesia iraultzen duen bi ikerketa argitaratu dira *Nature* aldizkarian. Jebel Irhoud aztarnategian (Maroko) aurkitutako fosil batzuetan oinarritzen dira ikerketak. Lehendik ere ezaguna zen aztarnategi hori, *Homo sapiens* modernotzat jo zitezkeen fosilak zituelako. Fosil horiek eta han bertan [gerora aurkitu dituzten beste batzuk termolumineszentziak aztertuta](#), zaharrenek 315.000 urte dituztela kalkulatu dute. Hau da, Etiopiakoak baino dezente zaharragoak dira. Hortaz, *Homo sapiens* espeziaren sorlekua

ez legoke Afrikako ekialdean, baizik eta iparraldean. Adituen ustez, handik hedatuko zen kontinente osora, lehenik, eta gero Europa aldera (*Out of Africa* edo Afrikatik kanpora hipotesia).

Max Planck Institututuko Antropologia Ebolutiboko ikertzaileek gidatu dituzte ikerketok eta, datazioaz gain, [gure espeziearen eboluzioari buruzko zantzuak](#) ere eman dituzte. Haien arabera, ezaugarri modernoak pixkanaka garatu ziren; alegia, *Homo sapiens* zaharrenetatik modernotzat jotzen direnetera, ez zen jauzirik egon, baizik eta aldaketa txikiak eta jarraituak.

Orain, mundu osoko adituak ikerketa horren emaitzak aztertzen eta eztabaidatzen ari dira, eta denborak esango du zenbateraino aldatzen duen gure espeziearen eboluzioaz dugun ikuspegia. Oraingoz, behintzat, astindu bat eman dio ontzat jotzen zenari. ●



AMAIA LUJANBIO GOIZUETA

Onkologia-ikertzailea

“Noizean behin, eureka-momentuak izaten ditugu”

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

Amaia Lujanbio Goizueta goizuetarra da, baina bere herriatik kilometro askotara erantzun die gure galderei: New Yorketik, hain zuzen. Izan ere, minbizia ikertzeko laborategi bateko buru da han, Lujambio Laboratory, Mount Sinaiko Icahn Medikuntza Fakultatean.

Zuzen-zuzenean iritsi da hara. Dioenez, txiki-txikitatit gusatu izan zaizkio ikerketa eta zientzia; eskolan, matematikak eta natura omen ziren bere gai gogokoenak. Aurrerago, berriz, genetika ikasi zuenean, “maiteminduta” geratu zen: “Izan ere, DNAk logika matematikoa dauka. Gainera, DNAk bizitzaren sekretua gordetzen du, eta izugarritzko ahalmena du gure biologia ulertzeko, baita gaixotasunak sendatzeko ere”.

Hala, Biologia ikasi zuen Nafarroako Unibertsitatean. Oso garbi zuen tesia egin nahi zuela, eta praktikak egin zituen zenbait laborategitan. 2004an beka bat lortu zuen praktikak egiteko Ikerketa Onkologikoetarako Zentroan (CNIO), eta orduan hasi zen minbizia ikertzen, zehazki, aldaketa epigenetikoak.

Haren esanean, “oso gai interesgarria da, eta, gainera, jende askori eragiten dio. Horregatik, tesia minbiziaren arloan egitea erabaki nuen. Eta hamabi urte geroago, arlo berean jarraitzen dut”. Izan ere, asko betetzen du bere lanak: “Beti gauza berriak ikasten ari gara, eta, noizean behin, emaitza ustekabeak lortzen ditugu; eureka momentua!”.

Gainera, orain arteko bidean oso ondo joan zaiola aitortu du: “Lehendabizi nire tesian, gero doktoretza ondorengoan, eta

orain nire laborategian, baliabide nahiko izan ditut eta horrek gauzak errazten ditu”.

Hala ere, dena ez da erraza, noski: “Esperimentuak ateratzen ez direnean... Eta etengabeko ziurgabetasuna dugu, gure lana aurreratzeko kanpoko finantziazioa behar baitugu”. Baina ez luke ezer ere aldatuko: “Erabaki batzuk ez dira izan zuzenenak, baina goera horietan ere asko ikasten da”.

TRATAMENDU ERAGINKORAREN BILA

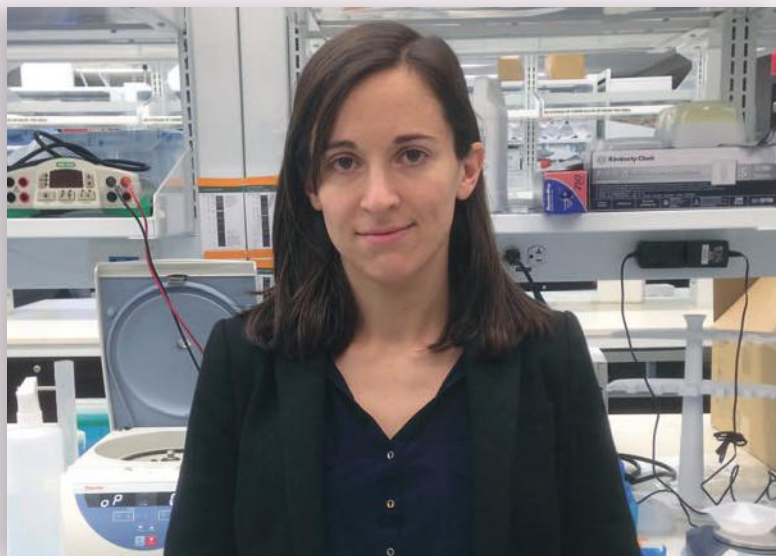
Lujanbioren laborategian, saguekin egiten dute lan. CRISPR teknikaren bidez, mutazio genetikoak eragiten dizkiete, eta, gero, tratamendu desberdinak probatzen dituzte. “Izan ere, gibelesko minbizia oso gaixotasun gaiztoa da, eta ez dago tratamendu onik oso gaixo daudenentzat”. Hori lortzea dute helburu, beraz.

Ikerketa-burua denez, erantzukizun handia du, “baita azken hitza ere”, zehaztu du. Bestela, etxetik kanpo lana egitea antzekoa da profesionali, baina onartu du kulturali badaudela desberdintasunak: “Ameriketan ez dira gu bezain langileak, baina bai baikorrak, eta beren buruengan konfiantza handiagoa dute”.

Etorkizunera begira, tratamenduak pertsonetan probatzeko helburua du, eta ziur da hurrengo hamar urteetan aurrerapen handiak egingo direla arlo horretan. Maila pertsonalean, berriz, lanaren eta bizitza pertsonalaren arteko oreka lortu nahiko luke. Dioenez, “ez da beti erraza lan honekin!” Nire ametsa? Zoriontsu izatea? ●

Amaia Lujanbio Goizueta 1982an jaio zen, Goizuetan. Nafarroako Unibertsitatean lizentziatu zen Biologian, eta tesia, berriz, Madrilgo Unibertsitate Autonomoan egin zuen. Orduetik aurrera, bere ikertzaile-ibilbideak ez du etenik izan. Zenbait artikulatu argitaratu ditu zientzia-aldizkari nabarmenetan, eta, orain, bere izeneko laborategia zuzentzen du, Mount Sinaiko Icahn Medikuntza Fakultatean (New York).

UPV/EHU Kultura Zientifikoko Katedrarekin lankidetzan egindako atala.



ARG.: AMAIA LUJANBIO GOIZUETA

IBERiar penintsulan behe-erliebeak aurkitzen diren lehen aldia da

Paleolitoko behe-erliebeak topatu dituzte Aitzbitarten

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientzia

Madeleine aldiko lau behe-erliebe aurkitu dituzte Aitzbitarte IV kobazuloan (Errenteria): bi bisonte, zaldi bat, eta beste animalia bat, oraindik ez dakitena ziur zer den. Haiekin batera, beste 12 grabatu inguru ere aurkitu dituzte; eta gehienak ohiko irudiak badira ere, alegia, bison-teak eta zaldiak, badira bestelakoak ere: esku baten inpresio bat eta bi bulba. “Gure inguruan, beste bulba bat baino ez dugu topatu, Otsozelain, hain zuzen (Nafarroa Beherean)”, nabarmendu du Diego Garate Maidagan arkeologoak. “Dena den, berezienak behe-erliebeak dira, zalantzarik gabe”.

Izan ere, orain arte ez da buztinez egindako behe-erlieberik topatu Kantauriar mendikateko aztarnategietan. “Bédeilhac haitzuloan (Ariège, Frantzia) badaude batzuk, baina hemen ez dugu halakorik topatu orain arte. Lehenengoak dira. Madeleine aldikoak dira [duela 14.000 urte ingu-

rukoak] eta horman daude, buztinez eginda, eta Bédeilhacekoak baino askoz ere ederragoak dira”, dio Garatek. Haietako batek liluratuta dauka: “Bisonteetako batek aurreko hankak tolestuta ditu, Altamirako margo ezagunak bezala. Benetan da ikusgarria”.

Garateren esanean, aurkikuntza ezustekoa izan da, baina ez guztiz, lehendik ere aurkitu izan baitute Paleolitoko artea kobazulo berean, eta, beraz, bazitekeen gehiago topatzea. Azaldu duenez, Aitzbitarteko arkeologia-multzoa aspalditik da ezaguna: “XIX. mendean hasi ziren indusketak. Mende horren bukaeran, Aitzbitarte IVn egin zituzten indusketak; gero, Jose Migel Barandiaran aritu zen 1960ko hamarkadan, eta geroago, Jesus Altuna, Aitzbitarte IIIn. Beraz, oso aspalditik da ezaguna eta oso bisitatua, ez bakarrik zientzialarien aldetik, jende asko sartu da hara”.

Aitzbitarten aurkitutako bisonteetako bat, behe-erliebearen teknikarekin eginda duela 14.000 urte inguru.

ARG.: DIEGO GARATE MAIDAGAN.



Garate bera 2012an joan zen lehen aldiz Joseba Rios CENIEHko ikertzailearekin batera. “Orban gorri batzuk aurkitu genituen”, gogoratu du. [“Aitzbitarten artea topatzen zen lehen aldia izan zen hura”](#). Felix Ugarte elkarteko espeleologoekin jarri ziren harremanetan, eta 2015ean Aitzbitarte V kobazulora sartu ziren. “Hor agertu ziren lau bisonte grabatuta. Eta handik 10 egunetara espeleologoek Aitzbitarte III eta Aitzbitarte IXko grabatuak aurkitu zituzten, eta hauek dira Gravetiar aldikoak; hau da, zaharra-goak, duela 25.000 urtekoak, gutxi gorabehera”.

Izan ere, Aitzbitarte aspalditik ezagutzen bazen ere, inoiz ez da aztertu sakon, ez arkeologikoki, ez geologikoki, ezta espeleologikoki ere. Azkenaldian, baina, espeleologoak sarritan ari ziren joaten esploratzera, eta, apirilean, Aitzbitarte IVn tximinia batera igo ziren: “Ez da leku erraza. Tximinia bertikal bat da, 16 metrokoa, dena buztinez beteta, eta lehendik esploratuta zegoen, topografian agertzen baita. Baina ordura arte inork ez zuen artea topatu. Aldi hartan, ordea, Felix Ugarteko espeleologoetako bat goraino iritsi zen, izerditan eta oso nekatuta, eta, jais-tean, behe-erliebeak ikusi zituen”.

Garatek espeleologoaren profesionaltasuna azpimarratu du. “Hori ikusi, eta berehala konturatu ziren aurkikuntza berezia zela. Nirekin harremanetan jarri ziren, eta argazki batzuk bidali zizkidaten. Ikusi nituenean, pentsatu nuen ezinezkoa zela horrelako zerbait aurkitzea, faltsuak izan behar zutela. Baina gero haiekin joan nintzen, eta, lekua ikusita eta grabatuak aztertuta, baieztatu nuen sekulako aurkikuntza dela. Izan ere, teknika hori ez da ezagutzen penintsula osoan”.

BEHE-ERLIEBEEN GARRANTZIA ETA TESTUINGURUA

Behe-erliebeak egin zituzten garaian bezalaxe daude, ordutik igaro diren milaka eta milaka urtetan inor ez baita joan hara. “Egin zituztenek ere ez zuten erraza izango!”, esan du Garatek. “Orain eskala batzuk jarri ditugu, baina garai hartan ez dakit nola egingo zuten”. Ohartarazi duenez, lekua oso desegokia da, bai ikertzeko bai kontserbatzeko: “Buztin biguna da, gurina bezalakoa. Ukituz gero, galdu egiten da. Horregatik, neurri guztiak hartu dira bidea ixteko eta



Aitzbitarte IV galeriaren eskuineko adarra esploratu gabe dago, hara sartuz gero behe-erliebeetako bat galtzeko arriskua baitago.
ARG.: DIEGO GARATE MAIDAGAN.

irudiak babesteko”. Alde horretatik, Gipuzkoako Foru Aldundiko arduradunek oso lan ona egin dutela aipatu du.

Beste xehetasun bat ere eman du Garatek: “Tximinia sarreraren, hezurak daude sartuta horman. Eta ez dugu baztertzeko artelan gehiago egotea. Izan ere, lekuak Y itxura du. Espeleologoak ezkerretik joan ziren, goraino, baina eskuineko galeria ukitu gabe dago; garai hartan utzi zuten bezala. Eta justu haren sarreraren dago hankak tolestuta dituen bisonte hori. Hortaz, ezin dugu sartu, bestela puskatu egingo genuke. Kameraren bidez edo egin beharko da, baina horrik ezin gara igaro”.

Bestalde, aurkikuntzak agerian utzi du Pirinioen iparraldera bizi ziren taldeen eta Kantauriar aldekoen artean harremana uste baino estuagoa zela. Hala azaldu du Garatek: “Bizkaian egin diren azken aurkikuntzek, batez ere [Atxurran](#) eta [Armintxen](#), erakutsi dute Pirinioetako aztarnategietan azaltzen diren sinbologia eta arte-mota berezi batzuk haraino behintzat hedatu zirela. Ordura arte ez zenez halakorik aurkitu, ez zen uste lotura hain orokorra izango zenik. Baina Armintxeko klabiformeak eta felinoak, adibidez, Pirinioen beste aldean dauden berdinberdinak dira. Orain, Aitzbitartekoak harremana estua zela baieztatzen du berriro, Ariègen ere bai baitaude halakoak”.

“Behe-erliebeak egin zituzten garaian bezalaxe daude, milaka eta milaka urtetan inor ez baita joan hara”



ARKAITZ CARRACEDO PÉREZ

Minbiziaren ikertzailea

ARGAZKIAK: LUIS JAUREGIALTZO/© ARGAZKI PRESS

AITZIBER AGIRRE RUIZ DE ARKAUTE
Elhuyar Zientzia

“Gure bizitzaren parte
dira mutazioak eta minbizia”

Galdera batek abiarazi zuen Arkaitz Carracedoren ibilbide zientifikoa: zertan bereizten dira zelula osasuntsuak eta minbizi-zelulak? Orduz geroztik, ibilbide oparoa egin du minbizia ikertzen, eta halaxe aitortu zion Europar Batasunak, 2013an 1,5 milioi euroko diru-laguntza bat eman baitzion minbiziaren eta elikaduraren arteko harremana iker zezan Euskal Herrian. Gaitza hain zabaldua izanik eta zientzia egiten ari den ahalegin handia ikusirik, minbiziari begiratu sakon bat eman nahi izan diogu CIC Bioguneko bere laborategitik.

Asko ikertu da minbiziaren inguruan. Zure ibilbidean, nola aldatu da minbiziaz duzun ikuspegia?

Nire ibilbidean zehar, modu desberdinetan ulertu dut zer den minbizia. Hasiera batean, ikuspegi nahiko estereotipatua nuen, baina, denborarekin, ulertu dut bizitzaren parte bat dela minbizia.

Guk ikasten dugu naturan badagoela oreka bat espezie guztien artean. Beren artean nolabaiteko konpetentzia bat dute, eta hoberen moldatzen dena ugaltzen da. Mutazioak gertatzen dira, eta horiek dira bizidunen artean dibertsitatea sortzen dutenak. Eboluzioaren irudi polita da hori. Bada, minbiziak egiten duena gauza bera da.

Berez ez dira txarrak mutazioak. Baina mutazio horiek hazkunde zelularra kontrolatzen den guneetan izaten badira, zelula horiek kaltetuta geratzen dira: kontrolik gabe zatitzen hasten dira, eta tumorea sortzen. Eskizofreniaren moduko gaixotasun bat dute minbizi-zelulek, eta ez dute ulertzen gorputzak zer esaten duen. Hain azkar ugaltzen direnez, gero eta akats gehiago pilatuz joaten dira, eta akats edo mutazio horiekin guztiekin, heterogeneotasun handia sortzen da minbizi-zelulen artean. Garrantzitsua da hori ulertzea.

Zein dira minbizi-zelulen ahulguneak?

Guk minbizi-zelulen elikaduran egiten dugu lan, hor baitago minbizi-zelulen eta zelula arruntaren arteko desberdintasun sakon bat. Minbizi-zelula bat hazkunde-prozesu azkar horretan sartzen denean, behar energetiko handiak ditu. Zelula normal batek, bere osagai estrukturalak sortzeaz gain, energia lortzeko erabiltzen ditu elikagaiak neurri handi batean, bere funtzioa egin ahal izateko. Minbizi-zelulek, ordea, hazteko erabiltzen dituzte.

Gure zelula arruntak ez bezala, minbizi-zelulak bate-tik bestera mugitzen dira, eta ingurune desberdinetan

biziraun behar dute. Hori guztia egiteko, elikadurak aukera ematen die konposatu desberdinak sortu eta, hala, energia izateko, zelulak sortzeko edo beren ingurunea moldatzeko. Azken finean, inguruko pH-a alda dezakete, inguruan dituzten proteinak aldatzen dituzte. Horretan gakoa da metabolismoa. Metabolismoa erregulatzeke botika asko daude; botika horiek balia ditzakegu minbiziaren aurka egiteko.

“Zelula guztiek mantenugai berak dituzte, baina minbizi-zelulek oso modu desberdinean erabiltzen dituzte”

Esan nahi duzu desberdin elikatzen direla minbizi-zelulak eta zelula arruntak?

Bai. Minbizi-zelulek glukosa gehiago hartzen dute. PET teknikan, gaixoei glukosa erradioaktiboa sartzen zaie, eta nora joaten den ikusten da. Eta nora joaten den? Bada, minbizira. Horrela ikusten dira tumoreak. Eta beste mantenugai batzuekin ere gauza bera gertatzen da. Zelula guztiek konposatu berak dituzte, baina minbizi-zelulek oso modu desberdinean erabiltzen dituzte.

Bestetik, minbizi-zelulak gorputz baten barruan daude, eta han gertatzen diren elikagai-aldaketek ere eragina izan dezakete haiengan. Gu ikertzen ari gara gizentasunak zer eragin duen. Obesitatea duten pertsonetan, batetik, hormonak aldatu egiten dira, eta bestetik, organismoak gantz gehiago dituenek, minbiziak haiek balia ditzake elikatzeke. Diabetesaren kasuan ere, intsulina-maila altuak eragina du minbizian.

lkerketan halako ahalegina eginda minbizia ulertzeko, ez al zaizue etsigarria egiten gaitza gure gizartean gora egi-ten ari dela ikustea?

Horrekin eztabaida handia dugu laborategian, zeren, itxuraz, ingurunearen eragin sakon bat baitago. Nik uste dut bi faktore daudela: bizimodua eta adina. Gure gizarteko heriotza-kausa nagusien artean ditugu gaixotasun kardiobaskularrak, minbizia... eta horiek guztiak gure bizimoduarekin lotuta daude. Bizimodua aldatu behar dugu: gizentasuna, diabetesa...

Bestalde, gero eta urte gehiagoz bizi gara. Eta minbiziaren arrisku-faktorerik handienetakoa adina da. Zenbat eta urte gehiagoz bizi, orduan eta aukera gehiago minbizia pairatzeko, bi faktorerengatik: urteekin, akatsak pilatuz joaten dira, eta, zahartuz doan heinean, gure gorputzak minbiziari aurre egiteko duen ahalmena ere gutxituz joaten da. Ugalketa-garaian gauden bitartean (30-40 urte arte), gure gorputzak oso aktibo jarduten du bere burua babesten, baina, garai horren ostean, gure babes-sistema asko ahulduz doa, eta garai horretan agertzen dira minbizi asko.

**“Estimazioa da minbizien
% 30 direla prebenigarriak
bizimoduaren arabera”**

Dena den, minbizia gure bizitzaren parte bat da azken batean, eta seguruenik, nahikoa bizi bagara, guztiok garatuko dugu. Gure gorputzaren funtzionamenduagatik, zaila da ekiditen. Estimazioa da minbizien % 30 direla prebenigarriak, bizimoduaren arabera. Beste % 60 ditugu gure zelulek pilatutako berezko akatsen ondorioz gertatzen direnak, gure gorputzak eragindako akatsen ondorioz. Eta, azkenik, % 10 heredagarria da: mutazio bat jaso dugu gurasoengandik, geneen erroreak konpontzen dituzten horietan hain justu, eta, hori dela eta, minbizia sortzeko aukera gehiago dugu.

Gehienak zoriz gertatzen diren mutazioak badira, nola hel diezaiokegu minbiziari?

Onartu beharko dugu ezingo dugula minbizia saihestu. Gure bizitzaren parte dira mutazioak eta minbizia. Beste gaixotasunak gaudituz joango gara, baina minbiziak hor jarraituko du. Zein den gure ikuspegia? Hemendik zenbait urtera minbizi gehienak sendatu ahal izatea lortu nahi dugu.

Dena dela, badugu erronka bat: beti pentsatzen dugu zoriz sortzen diren minbizien bi heren horietan, baina badago minbizien heren bat saihestu daitekeena, eta heren horretan lan egin dezakegu. Ezagutzen ditugu arrisku-faktoreak: tabakoa, alkohola, kutsadura... Lehenengo

eta behin, ken ditzagun gainetik arrisku-faktoreak, eta zaindu dezagun elikadura. Aurreikuspenek diote hemendik 20 urtera gizartearen % 80k gehiegizko pisua izango duela, eta haietatik % 40k obesitatea. Horrek ekarriko dituen gaixotasunek, minbiziak gain, arazo larriak sortuko dituzte. Jar ditzagun hor indarrak, eta, beste aldeari dagokionez, ikerkuntzak egingo du bere lana.

Gero eta froga gehiagok erakusten dute estresak gure osasunean eragiten duela: immunitate-sistema ahuldu dezake, digestioan eragin, ugalkortasunean... Estres horrek, edo gure emozioen kudeaketa kaskarrak, eragin al dezake minbizian ere?

Minbizia eragin, nire ustez, ez. Gure egoera emozionalak eragiten du gorputzeko ardatz batean, neuroimmunoendokrinoan. Horrek esan nahi du gure pentsaerak eta egoera emozionalak eragiten dutela gure immunitate-sisteman eta sistema hormonalean. Horregatik gertatzen da estres handiko fase bat pasatzen denean gaixotzea. Gure gorputzak hala funtzionatzen du. Baina minbiziak ez du berdin jokatzeko. Hala ere, gure defentsa-sistemaren ahulezia hori kronikoa bada estresaren ondorioz, eragina izan dezake minbizia sortu eta hasiera horretan. Hori posible da.

Badago, minbiziaren kasuan, beste faktore oso garantzitsu bat horrekin erlazionatuta dagoena: arlo psikologiko-emozionala funtsezkoa da minbizi-gaixo batek igarotzen duen prozesuan, minbizia duela jakiten duenetik hasi eta tratamendu eta prozesu osoan zehar. Horregatik, haren prozesu psikologikoa landu eta zaindu egin behar da. Gaur egun, psikologia ez dago behar bezain beste txertatuta gure osasun-sisteman, eta sartu egin behar da.

Zuen laborategian, minbizi-zelulen elikadura eta metabolismoak ikertzen dituzue. Une honetan, zer erronka dituzue?

Gure oinarriko galdera da: eragiten al dute minbiziaren portaeran zelulen elikadurak eta gure gorputzari ematen diogun elikadurak? Baietz ikusi dugu. Baina, orain, bigarren galdera bat dugu buruan: lehenengo tumore horrez gainera, metastasia sortu eta minbizia hedatzen denean, nola eragiten du metabolismoak?

Izan ere, zelula arruntak normalean ez dira beren tokitik mugitzen, baina, tumorea sortzen denean, ehun horrek ezin ditu hainbeste zelula hartu, zabaltzen hasten dira. Gainera, minbizi-zelulek mantenua asko behar dute; hortaz, bizirauteko bideak bilatzen hasten dira, eta horregatik hedatzen da. Baina, kanpora ateratzeko, ehunen muga fisikoak apurtu behar dituzte. Gero, odolera atera behar dute —ingurune zeharo desberdina— eta bizirauteko “igeri” egin behar dute. Gero, odol-hodietatik atera, eta beste ehun batean biziraun beharko dute, erabat desberdina. Hala, milioika minbizi-zelula jariatzen dira, baina oso ehuneko txiki batek bakarrik biziraungo du: milioi bat zelulatik batek baino

gutxiagok. Guk uste dugu metabolismoak eta elikadurak garrantzia dutela ingurune berri horietara moldatzeko garaian.

Metabolismoaz gainera, zer bide berri ari dira irekitzen gaur egun minbiziaren terapian?

Hiru aurkikuntza nagusi egin dira, gako izango direnak minbiziaren aurkako tratamenduetan: batetik, tratamendu zuzenduak. Badirudi oso konplexua dela, mutazioek eragindako heterogeneotasun handi hori dela eta, minbizia gaixotasun desberdin asko baitira. Baina haien ezaugarri molekularren arabera taldekatuta eta haien ahuleziak ezagututa, lortuko dugu ikustea zehazki zer-nolako minbizia duen gaixo jakin batek, eta, horren arabera, zehaztea zein tratamendu espezifiko jaso behar duen. Gaixo bakoitzak tratamendu zehatz bat beharko du.

Bigarren estrategia da immunologia-sistema indartzea. Minbiziak fase oso goiztiarrean ekiditen du gure gorputzeko defentsasistema; ikusezin egiten da nola bait, eta gure defentsasistemak ezin dio eraso egin. Azken urteotan ikusi da nola irakats diezaiokegun immunologia-sistemari minbizi-zelulak erasotzen. Immunoterapia deitzen zaio, eta erantzun oso ona izan du orain arte tratamendurik ez zuten minbizi oso agre-

*“Psikologia ez dago behar bezain
beste txertatuta gure osasun-
sisteman, eta sartu egin behar da”*

sibo batzuetan. Bi tratamendu horiek konbinatuta, erantzun hobeak izango ditugu.

Eta hirugarren gakoa biopsia likidoa da. Zertarako hartuko dugu minbiziaren lagin bat, odolean minbiziaren aztarnak ikus baditzakegu? Minbizi-zelulen zatiak daude odolean. Gaur egun, teknikoki posible da oso kantitate txikiak detektatzea odol-analisi bat eginda. Gainera, dagoeneko saiatzen ari dira odolean mutazioak ere ikusten, minbizi-zeluletatik eratorritako DNAr begiratuta. Espero da *screening* bidez minbizia fase goiztiarrean detektatuko dugula eta ikusiko dugula zehazki zer ezaugarri dituen.

Hori guztia konbinatuta —tratamendu zuzenduak, immunitate-sistema indartzea eta detekzio goiztiarra eta zehatza egitea—, uste dut minbiziaren aurkako aurrerakuntza sendo baten aurrean gaudela. ●





ARG.: ELHUYAR

Maitasunaren hormona, atxikimenduaren molekula, lekeda soziala, adiskidetasunaren neurotransmisorea... Izen horiekin eta antzekoekin ezagutzen da oxitozina; baina, zenbateraino da zuzena horrela deitzea? Ibon Cancio Uriarte biologoaren azalpenak entzunda, ez dirudi gehiegizkoa denik, eta are gutxiago terapian izan dezakeen erabilera ezagututa. Hain zuzen, autismoa dutenentzat lagungarria izan ote daitekeen probatu nahi du Olga Peñagarikano Ahedo neurozientzialariak.

OXITOZINA

itxaropenaren hormona

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

Ibon Cancio Uriarte itsas biologoarentzat, oxitozina oso da interesgarria: "Oxitozina, baina baita basopresina ere, harreman soziosexualekin lotuta daude. Oso antzekoak dira biak, eta ornodunetan hipotalamoan ekoizten dira. Hipotalamoa, berriz, konektatuta dago, batetik, nerbio-sistema zentralaren beste osagaiekin, eta, bestetik, sistema endokrinoarekin, hipofisiaren bitartez. Espezie batetik bestera, asko aldatzen dira konexio horiek, eta nerbio-sistemaren antolakuntza neuro-anatomikoak azaltzen du, neurri batean, hain eragin desberdinak izatea molekula berek espezie batzuetan eta besteetan".

Oxitozinaren eraginaz aritzean, ia ezinbestekoa da *Microtus ochrogaster* karraskaria aipatzea, eta Canciok ere hura aukeratu du lehen adibidea emateko. "Lursagu bat da, larreko lursagua, eta

ezaguna da monogamoa delako. Hain zuzen, larreko lursagu ar bat eta eme bat elkartzen direnean, estaltzeko prozesuak 24 ordu irauten du, eta, denbora horretan guztian, oxitozina eta basopresina oso kontzentrazio altuan daude. 24 ordu horiek igaro eta koittoa egindakoan, bikote hori lotuta geratzen da, betirako".

Cancioren esanean, hori nahiko arraroa da ugaztunetan: "Ugaztunen % 3-5 baino ez da monogamoa; haien artean, gu gaude. Lursaguen artean ere, larrekoa salbuespena da. Esaterako, bada beste bat, mendikoa, *Microtus montanus*, justu kontrako jokabidearekin: koitxoaren ondoren, ez du inolako atxikimendurik bikotekide izan duenarekiko. Baina zer gertatuko litzateke oxitozina injektatuko bagenio, monogamo bihurtuko litzateke?", galdetu du Canciok.

Segidan eman du erantzuna, eta ezezkoa da. Horren zergatia ere azaldu du: “Gakoa ez dago oxitozina- eta basopresina-mailetan, baizik haien hartzaileetan eta haien antolakuntza neuroanatomikoan. Izan ere, larreko lursaguak mendiakoak baino askoz ere hartzaile gehiago ditu, eta leku gehiagotan. Horren ondorioz dago hainbeste aldea baten eta bestearen portaeretan”.

HALA ORNODUNETAN, NOLA ORNOGABEETAN

Ugaztunetan ez ezik, beste ornodunek ere badute oxitozina edo haren pareko bat. Arrainenak, adibidez, isotozina izena du, eta basopresinaren parekoak, basotozina. Eta, ugaztunetan bezala, funtzio sexual eta sozialetan eragiten dute. “Arrainetan, emeek basotozinaren eraginez jartzen dituzte arrautzak itsasora. Eta guk ere berdina egiten dugu: espermatozoideak isurtzen ditugu, eta horretarako behar diren uzkurdurak oxitozinak eragiten ditu, neurri batean”, dio Canciok. Sardatan ibiltzen diren arrainetan, berriz, basotozinaren ardura omen da talde-sena sortzea. Gizakietan, sena sozialak oxitozinaren jarioan dauka oinarria, zati batean.

Bestalde, ornogabeetan denetik dagoela esan du Canciok. Normalean gene bakarra dago oxitozinaren edo basopresinaren analogoaren ekoizpenerako. Zefalopodoek dituzten analogo horiek, adibidez, oso garrantzitsuak dira ikasketa-prozesuan. Dena ez da sexua, beraz.

Baina sexua ere bada, Canciok gogorarazi duenez: “Kontuan izan behar da ornogabeen ugalketan aniztasun handia dagoela. Badaude ugalketa asexuala dutenak, sexuala dutenak baina hermafroditak direnak. Hermafroditen artean, badaude ale ar gutxi batzuk mantentzen dituztenak. Noski, badaude espezie dioiko arruntak, baina badaude ere espezie dioikoak, non bi motatako ale ar desberdinak existitzen diren (androdioikoak)”.

Izaera desberdin horiei guztiei portaera sexual eta sozial desberdinak dagozkiela gehitu du: “Adibidez, espezie hermafrodita batzuetan, oxitozinak agintzen du zeinek egiten duen arrarena. Ibaietako barraskilo-espezie batean, *Lymnaea stagnalis*, adibidez, bi ale aurkitzen direnean oxitozinak agintzen du zeinek hartzen duen arraren rola, zakila zutitzea, bestearen bagina bilatzea, eta han eiakulatzea”.

Hala ere, oxitozina edo basotozinaren genea galdu duten ornogabeak ere badirela ohartarazi du Canciok, hala nola rotiferak. Ugalketa asexuala dutenez, ez dute oxitozinaren edo haren pareko baten beharrik, beraien beharrian soziosexualak sinpleagoak direlako; horrek genea galtzera eraman ditu.

Baina nola azaldu zergatik galdu duten oxitozinaren analogoaren genea hain sozialak diren erleek? Canciok aitortu duenez, erantzunik gabeko galdera da, oraingoz. “Inurriek badute, eta erleak haiek bezain sozialak dira. Orduan, nola liteke erleek ez izatea?”. Argitu gabeko misterioa da.

OXITZINA GUGAN

Olga Peñagarikanok ere ondo ezagutzen du oxitozina, baina espezie bakarrera mugatu du haren eraginaren ikerketa: gurea. Aspalditik ezagutzen dela dio, batez ere ugalketari lotuta: “Jakina da umetokiak erditzean izaten dituen uzkurduen erantzule dela, baita edoskitzean esnea bularrera igotzearena ere, besteak beste”.

Azken hamar-hamabi urtetan, baina, interes handia jarri da garunean dituen funtzioak argitzean. “Hipofisian sortu ondoren, odolera ez ezik, garunean ere jariatzen dela jakin da, eta hor beste funtzio batzuk ditu, sexuarekin eta ugalketarekin baino, portaera sozialarekin erlaziozaturakoak. Horregatik, gaur egun asko ikertzen da kognizio sozialaren asalduren esparruan,



Ibon Cancio Uriarte
EHUko Zoologia eta Animalia
Zelulen Biologia saileko eta
Plentziako Itsas Estazioko
ikertzailea.

“Oxitozina injektatuko bagenio, monogamo bihurtuko litzateke?”

Cancio

Microtus ochrogaster lursaguen estalketak 24 ordu irauten du, eta denbora horretan, oxitozina eta basopresina oso kontzentrazio altuan daude. Ondoren, bikotea lotuta geratzen da, betirako. ARG.: ZACK JOHNSON.



Ugalketarekin lotura handia du oxitozinak: umetokiak erditzean izaten dituen uzkurduren erantzule da, baita edoskitzean esnea bularrera igotzearena ere, besteak beste.

ARG.: PETR KRATOCHNÍL/JABETZA PUBLIKOA.



Olga Peñagarikano Ahedo
EHUko Farmakologia
ikertzailea. ARG.: EHU.

tratamendurako egokia izan daitekeelakoan, adibidez, autismoan eta eskizofrenian”, azaldu du Peñagarikanok.

Hain zuzen, [autismoan](#) lagungarria izan ote daitekeen ikertzen ari da Peñagarikano. Horra iristeko, urtetako ibilbidea egin du: “Biologia ikasi nuen, Leioan, eta tesia Genetika Sailean egin nuen, X hauskorrenaren sindromearekin lotuta. Sindrome horrek atzerapen mentala sortzen du, eta oso erlazionatuta dago autismoarekin. Autismoa, berriz, garapenaren asaldura bat da, eta, hura dutenetan, ezaugarri nabarmenena da zailtasunak dituztela portaera sozian. Hori guztia gertutik ezagutzean, interesa piztu zitzaidan”.

Tesia bukatutakoan Estatu Batuetara joan zen, doktoretza ondorengo egonaldi bat egitera, eta hamar urtez aritu da han ikertzaile-lanetan. “Esperientzia hark aukera eman zidan portaeraren oinarri neurobiologikoetan sakontzeko, bereziki, portaera sozian”, zehaztu du.

SAGUAK ABIAPUNTU

Orain arte, animaliekin egin du lana, autismoaren sagu-ereduekin, portaera-asaldurekin erlazionatutako arrazoi biologikoak bilatzen. Izan ere, Peñagarikanoren arabera, “gaur egun, autismoaren diagnostikoa portaeran oinarritzen da; ez dago test genetikoaren edo odol-analisen bidez diagnostikatzerik. Hortaz, oso lagungarria izango litzateke adierazle biologikoren bat aurkitzea, diagnostikorako, hasteko, eta, gerora, tratamendurako”.

Aitortu duenez, ia halabeharrez egin zuen topo oxitozinarekin: “Sagu haiekin, emaitza onak eman zitzaizkuten tratamendu farmakologikoak probatzen genituen, eta gero portaera-testak egiten genizkien, probatutako substantziek nola eragiten zieten ikusteko. Adibidez, Prozac ezaguna probatu genuen; berez, depresioa tratatzeko erabiltzen da gehien bat, baina badirudi antsietate sozian eta antzeko kasuetan ere onuragarria izan daitekeela. Eta oxitozina eta basopresina ere probatu genituen, besteak beste”.

Horrela ikusi zuten oxitozinak ematen zituela emaitzarik onenak. Are gehiago: autismoaren sagu-ereduetan portaera hobetzeaz gain, kontrol gisa erabilitako sagu arruntei ez zitzairen ezer nabaritzen. Hortik ondorioztatu zuen Peñagarikanok, agian, onura handiena oxitozinaren neurotransmisio-sisteman gabezia bat zutenei egingo ziela, eta sistema horren funtzionamenduan sakontzen hasi zen.

“Saguekin ikertzen dugu, baina azken helburua pertsonen laguntzea da”

Peñagarikano

Hala, frogatu zuen autismoaren sagu-ereduak arruntak baino oxitozina-maila baxuagoa duela. Horregatik, oxitozina emanez gero, portaera soziala hobetzen zaie; aldez, oxitozina-maila arrunta dutenei oxitozina pixka bat hartzeak ez die eragiten.

Peñagarikanok argi utzi du haien sagu-eredua ez dela autismoa ikertzeko balio duen bakarra. Autismoarekin lotutako gene jakin batean oinarrituta dago haiena, eta beste batzuek beste aldaera genetiko batzuk dituzte. Dena den, askok gabeziaren bat dute oxitozinaren neurotransmisio-sisteman.

SAGUETATIK PERTSONETARA

Espektro autistaren barruan, ez dago arrazoi biologiko bakar bat kasu guztietarako. Hortaz, Peñagarikanok uste du denborarekin lortuko dela azpitaldeak bereiztea sindrome autista dutenen artean. “Iruditzen zait talde horietako bat izango dela neurotransmisio-sisteman gabezia dutenena, eta, gure ustez, horiei egingo die onura handiena oxitozinaren tratamenduak”.

Garrantzitsua da, beraz, azpitalde horretako pertsonak identifikatzea. Oxitozinaren neurotransmisio-sistema, ordea, konplexua da oso, eta molekula askok parte hartzen dute. Hortaz, diagnostikoa ere ez da erraza. “Geneetan oinarrituta egin daiteke”, dio Peñagarikanok, “oxitozina kodetzen duten geneetan zein errezeptorea kodetzen dutenetan aldaketak identifikatuta. Baina egon daitezke beste aldaera genetiko batzuk tartean, adibidez, funtzio modulatzaila duten geneetan, eta abar. Bestalde, odoleko oxitozina-maila ere neurtzen da, garunekoarekin erlazio-natuta egon daitekeelakoan”.

Edonola ere, pertsonetan entsegu klinikoak egiteko garaian, oxitozinaren alderdi on bat nabarmendu du Peñagarikanok: “Aspalditik dago onartuta erabilera medikurako, eta batez ere erditzea eragiteko erabiltzen da; beraz, esperientzia zabalak daukagu haren segurtasunari buruz. Egia da, hala ere, erditzeetan, une jakin horretan bakarrik ematen dela, eta ez dakigu jarraian emanda epe luzera albo-ondoriorik izan ote dezakeen; horrenbestez, kontuan izan behar dugu hori”.

Baina hor ere badu alde on bat, Peñagarikanoren esanean: “Oxitozinaren sistemak feedback positiboa du; horrek esan nahi du, zenbat eta gehiago eman, orduan eta gehiago sortzen duela. Horrenbestez, azertu behar dugu zein den emateko modurik onena, oso litekeena baita, tratamendu kroniko bat hasitakoan, ez izatea beharrezkoa egunero ematea. Agian, nahikoa da astean behin ematea, behar den oxitozina-

mailari eusteko. Oraindik egiteko daude era horretako ikerketak”.

Une hauetan, Peñagarikano beste sagu-eredu batzuekin ari da lanean, jakiteko ea besteek ere baduten gabezia hori oxitozinaren neurotransmisio-sisteman. Eta itxaropen handia du laster pazienteekin hasiko dela lanean. Hain zuzen ere, Gipuzkoako Autismo Elkartarekin, [Gautenarekin](#), hasi da lanean. “Oso esperientzia ona izaten ari da; azken finean, orain arte saguekin aritu naiz ikertzen, eta hori beharrezkoa da, baina azken helburua pertsonei laguntzea da. Hala, Gautenarekin harremanetan jartzera erabaki nuen, eta beso-zabalik hartu naute”, dio Peñagarikanok.

Hala, ikerketa-proiektu bat aurkeztu dute elkarrekin. Asmoa da Gautenako haurrei DNA-laginak hartzea listuaren bitartez, eta begiratzea oxitozinaren neurotransmisio-sisteman asaldatuta egon daitezkeen gene horiek nola dauden haurren DNA-sekuentzietan. Horren ondoren, aztertuko dute ea aukera dagoen entsegu kliniko bat egiteko, oxitozinaren tratamenduari ondo erantzun diezaioketen haurrekin.

“Gogo izugarria dut laborategian egindako lana praktikan jarri eta autismoa dutenei laguntzen saiatzeko”, onartu du Peñagarikanok. Hasi aurretik, dezenteko lana izango omen du baimen guztiak eta finantziazioa lortzeko, “baina merezi du ahalegintzea, eta probatzea ea oxitozinak onura egiten dien”. Behintzat, zantzu sendoak ditu itxaropentsu izateko. ●



Espekto autistaren barruan, ez dago arrazoi biologiko bakar bat kasu guztietarako. Kasu batzuetan, arrazoi neurotransmisio-sistemen gabeziak izatea izan liteke, saguetan ikusitakoaren arabera. Eta, kasu horietan, oxitozina tratamendu egokia izan liteke. ARG.: LINDA EPSTEIN/GETTY IMAGES.

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

CASSINI

1997ko urriaren 14an aterata zen Cañaveral Lurmuturretik, zazpi urtetan iritsi zen Saturnora, eta beste hamahiru urtez aritu da Saturnoren eta haren eraztun eta ilargien sekretuak argitzen. Cassini zundak arrakastaz bete du hogei urteko misioa. 2017ko irailaren 15ean desagertuko da Saturnon.



1997-2017

“Esplorazio espazialean izan den misiorik arrakastatsuenen izan dela esatea gehiegi da agian, baina arrakastatsuenetako bat, bada”, dio Agustín Sánchez Lavega EHUKo Planeta Zientzien Taldeko zuzendariak. “Cassinik hogeitaz hamar urte eman ditu lanean; Huygens Titanera jaisteko gai izan zen, inoiz urrunen egin den lur hartzea, eta Saturnoren sistema osoari buruz erakusten ari den guztia izugarria da. Zalantzarik gabe, sekulako arrakasta izan da”.

Sánchez Lavegak gogoratzen du itxaropen handiak zituztela 1997an Cassini-Huygens jaurti zutenean. “Ikusmira handia genuen, adibidez, Titanekin. Izan ere, Voyager-ek erakutsi zuten lanbro laranja trinko batek estaltzen zuela, eta gauza asko egon zitezkeen lanbro haren azpian. Cassinik Saturnon egingo zuenaz ere gauza handiak espero ziren, eta nire ustez, itxaropen guztiak bete dira”.

Une zirraragarrienetako bat 2005eko urtarrilean Cassinik Huygens askatu eta hark Titanen lur hartu zueneko izan zen. Ongi gogoan du Sánchez Lavegak. ESAko Eguzki-Sistemaren Esploraziorako Batzorde Aholkulariko kidea zen garai hartan, eta hain justu, batzordea bilduta zegoen Parisen. “Huygensetik Titanen lur hartu zuela jakinarazi ziguten, eta hark jaitzieran hartutako irudiekin egingo zuten bideoa erakutsi ziguten.





Agustín Sánchez Lavega
EHUko Zientzia Planetarioen
Taldeko zuzendaria.

Lanbroa nola zeharkatzen zuen ikusi genuen, hasieran ez zen ezer ikusten, eta bat-batean, paisaia haiek ikusten hasi ginen. Lehen mundu gerran hegazkinetatik hartutako irudiak ziruditen. Jaisten eta jaisten zioan, eta, azkenean, lanpararen argiaren flasha ikusi genuen, lurra jo zuenean. Batzorde osoa saltoka. Benetan go-goangarria izan zen Parisko batzar hura”.

AEBko, Europako eta Italiako espazio-agentziek (NASA, ESA eta ASI) lankidetzan egindako misioa izan da Cassini-Huygens. Saturnora iristeko, bi aldiz pasa zen Venusen ondotik haren grabitazio-laguntzaz baliatzeko, behin Lurretik eta beste behin Jupiterretik. Saturnora hurbiltzen ari zela, haren bi ilargi berri aurkitu zituen, Metone eta Palene. Azken txanpa, berriz, Saturnoren beste ilargi batean hartu zuen, Feben. Eta 2004ko uztailaren 4ean sartu zen Saturnoren orbitan. “Bidaia bera ez zen erraza, eta are gutxiago Saturnoren orbitan sartzea”, azaltzen du Sánchez Lavegak. “Gerora egin dituen orbita berezi guztien periploa ere azpimarragarria da, egiten ari den azken orbitak barne. Astrodinamikaren aldetik miresgarria izan da”.

Eta teknologikoki, beste hainbeste. “Kontu izan 90eko hamarkadako tresneria dela. Tresna guz-

tiek primeran funtzionatu dute, eta lortu diren datu guztiak aztertzeko, urte asko ez, mordo bat beharko dira. Askorako emango du oraindik. Beraz, benetan emankorra izan da misioa”.

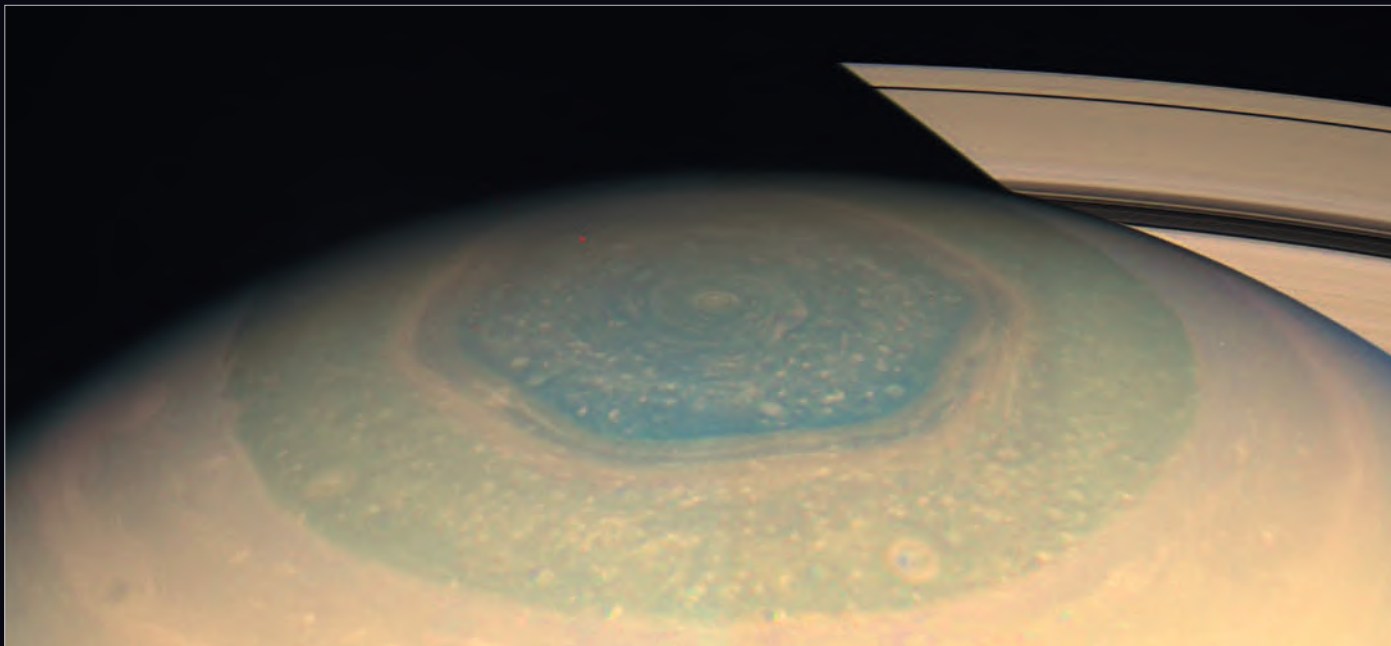


*Lortu diren datu guztiak
aztertzeko urte mordo bat
beharko dira; askorako emango
du oraindik.*

SATURNO GERTUTIK

Inoiz ez zen ezer Saturnotik hain gertu egon, eta hasieratik hasi zen irudi ikusgarriak bidaltzen. Horrela jarraitu du 13 urtez, Saturnoren eta haren ilargien inguruan biraka, irudi ikusgarriak eskaintzen, eta aurkikuntza harrigarriak egiten.

Saturnon tximistak, ekaitz erraldoiak, eta korronte exotikoak ikusi ditu. 1980an Voyager misioan aurkitutako ipar-poloko hexagonoak han jarraitzen zuela ere erakutsi zuen Cassinik, eta gertutik aztertzeko aukera eman du. Hexagonoformako korronte bat da, baina inork ez daki zergatik duen forma hori. “Saturnoren misterio

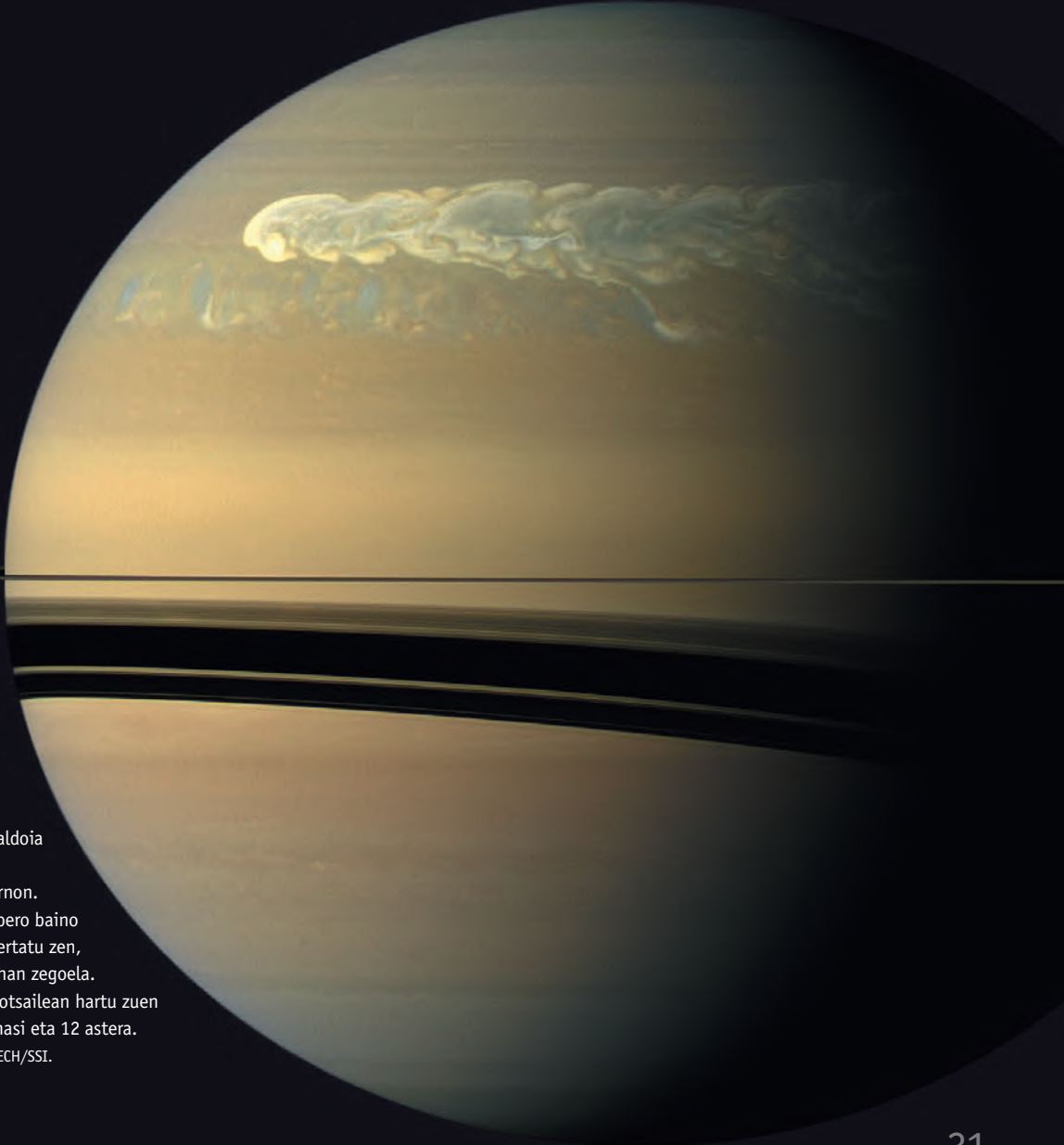


Saturnoren ipar-poloko hexagonoa aire-korronte bat da. 30.000 km inguruko diametroa du, eta hexagonoaren alde bakoitzak 13.800 km inguru ditu, Lurraren diametroa baino gehiago (12.700 km). Oraindik inork ez daki zergatik duen forma hori. ARG.: NASA/JPL-CALTECH.

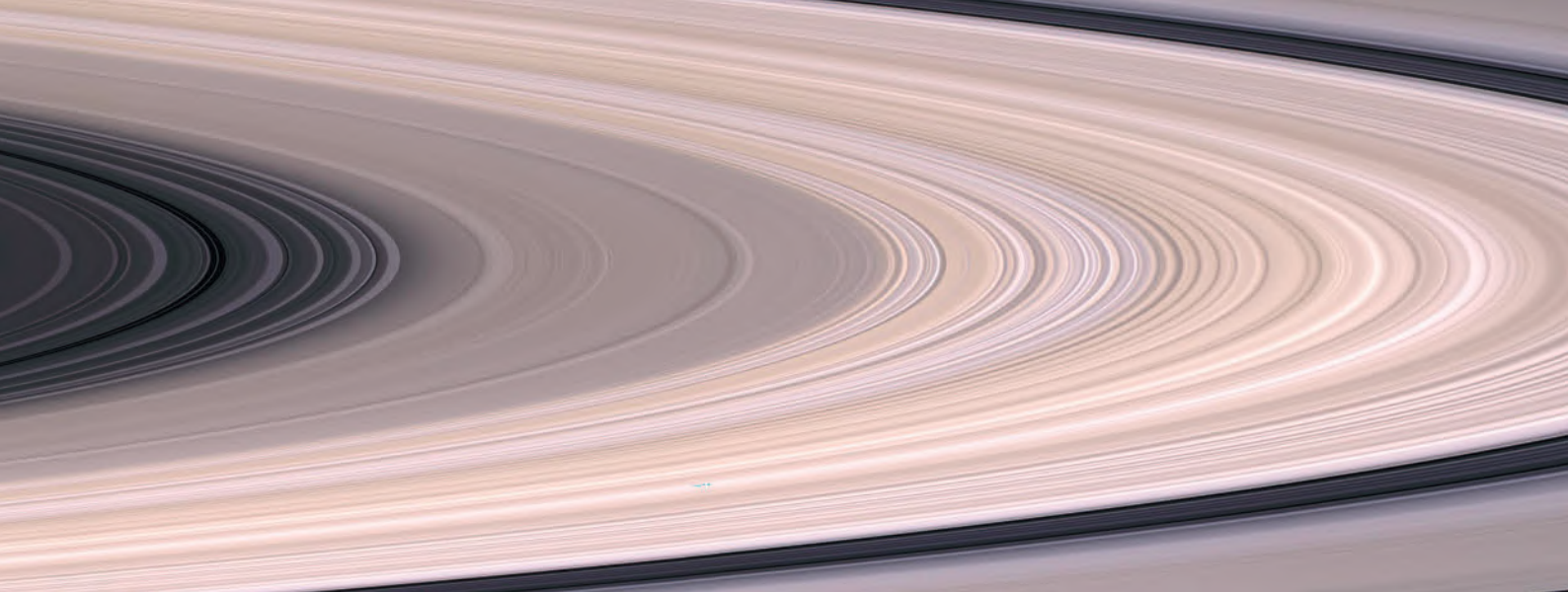
handietako bat da” dio Sanchez Lavegak. “Gasezko erraldoi honetan [Lurra baino 700 aldiz handiagoa da Saturno], eguzki-sistemako gaineko planetetan ez bezalako egitura meteorologikoak ikusi ditugu: hexagonoa, poloetako zurrunbilo izugarriak, ekuatoreko haize bortitzak, eta 2010eko ekaitz erraldoia”.

Horiek guztiak zuzenean ikertu ditu Sanchez Lavegaren taldeak. Esaterako, [ekaitz ekuatorial batzuk aztertu dituzte ekuatoreko haizeak ikeritzeko](#). “Sekulako haizeak daude ekuatorean,

1.800 km/h-koak. Lurrean, urakan bortitzenek 300 km/h izaten dituzte, pentsa”. Eta Sánchez Lavegarentzat bereziki garrantzitsua izan zen [2010eko ekaitz erraldoiaren ikerketa](#), [Nature aldizkariaren azalean argitaratu zena](#). 28-30 urtez behin, Orban Zuri Handia izenez ezagutzen den ekaitz erraldoi bat gertatzen da Saturnon. Azken hau, ordea, espero baino bederatzi urte lehenago iritsi zen, 2010ean. “Sekulako zortea izan dugu, ekaitza Cassini Saturnon zegoen bitartean lehertu izana. Planeta osoari buelta eman zion ekaitzak”.

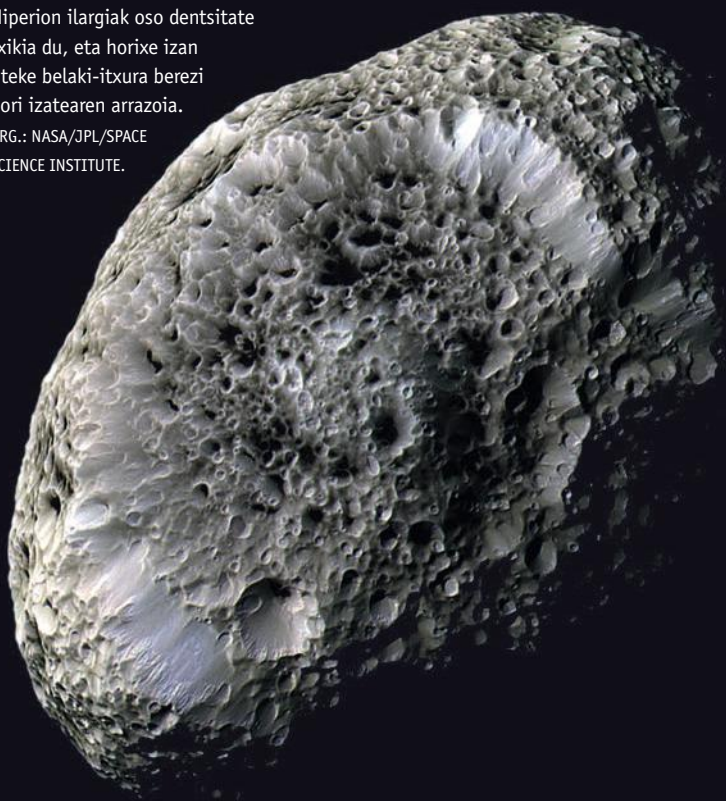


Orban Zuri Handia
izeneko ekaitz erraldoia
28-30 urtez behin
gertatzen da Saturnon.
Azkena, ordea, espero baino
9 urte lehenago gertatu zen,
2010ean, Cassini han zegoela.
Irudi hau 2011ko otsailean hartu zuen
Cassinik, ekaitza hasi eta 12 astera.
ARG.: NASA/JPL-CALTECH/SSI.



Hiperion ilargiak oso dentsitate txikia du, eta horixe izan liteke belaki-itxura berezi hori izatearen arrazoia.

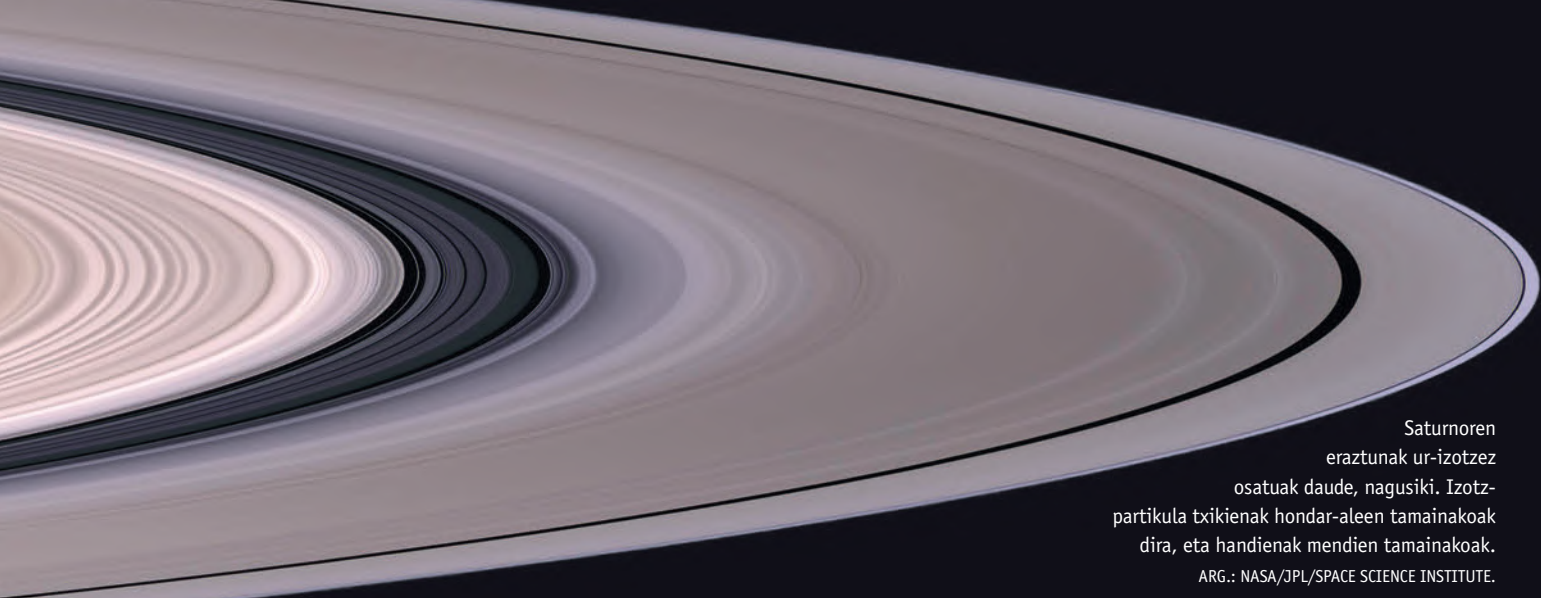
ARG.: NASA/JPL/SPACE SCIENCE INSTITUTE.



Kontuan hartzekoa da Saturnoren urtearen ia erdia eman duela Cassinik han. Izan ere, 29 urte inguru irauten du Saturnoren urteak. Eta han ere lau urtaro daude, 7 bat urtekoa bakoitza. Ne-guan iritsi zen Cassini, eta udaren hasieraraino egon da. "Hori garrantzitsua da, urtaroe-kin gertatzen diren aldaketak ikertzeko aukera ematen baitu" azaldu du Sánchez Lavegak.

Atlas, Dafnis eta Pan ilargi txikiak, hurrenez hurren. Eraztunen artean daude ilargi hauek. Atlasek 40 kilometroko diametroa du, Dafnisek 8 km-koa, eta Panek 35ekoa. ARG.: NASA/JPL-CALTECH/SPACE SCIENCE INSTITUTE.





Saturnoren
eraztunak ur-izotzez
osatuak daude, nagusiki. Izotz-
partikula txikiak hondar-aleen tamainakoak
dira, eta handienak mendien tamainakoak.
ARG.: NASA/JPL/SPACE SCIENCE INSTITUTE.

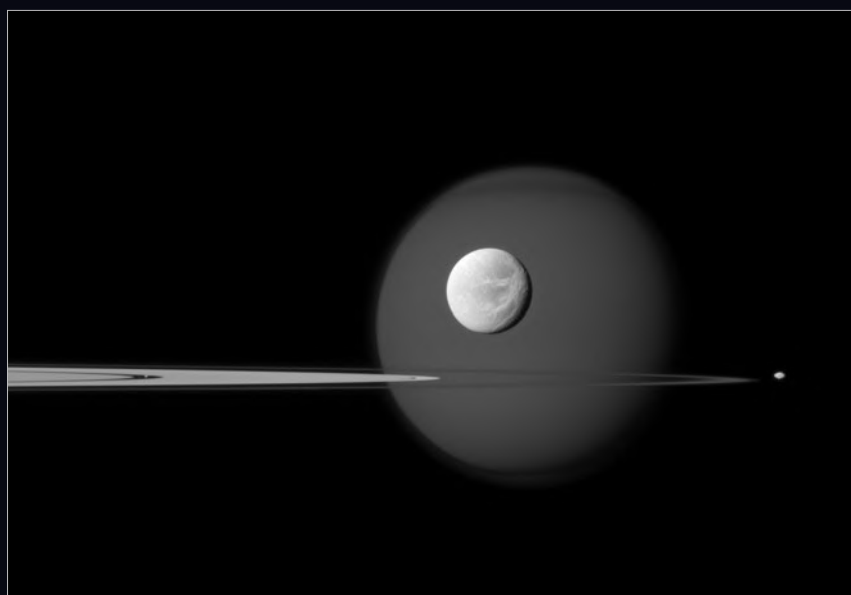
ERAZTUNAK ETA ILARGIAK

Saturnoren hain bereizgarriak diren eraztunak ere askoz hobeto ezagutzen ditugu Cassiniri esker. “Ikusi dugu sistema bizi bat dela, ilargien eta eraztunen artean elkarrekintzak daudela” azaldu du Sánchez Lavegak. Esaterako, Cassinik erakutsi du Entzelado ilargitik ateratzen den ur-izotzez osatua dagoela E eraztuna. Beste ilargi batzuek berriz, eraztunetako materiala lapurtzen dute, edo uhinak eragiten dituzte eraztunetan.

Saturnoren ekinokzioa une garrantzitsua izan zen, Eguzkiak eraztunen ertzean jotzen baitu, justu. Orduan, sorpresa bat eman zuen Cassinik: eraztunak osatzen dituzten partikuletako batzuk mendiak bezain handiak ziren. Beste partikula batzuk, berriz, hondar-aleen tamainakoak dira.

Cassiniri eta Huygenski esker ezagutu ditugu Titanen ezaugarri bitxiak ere. Saturnoren ilargi handiena da Titan, Merkurioren tamainakoa, gutxi gorabehera. Cassinik eta Huygensek erakutsi dute lanbro laranja horren atzean Lurrekoaren oso antzeko paisaia bat dagoela. Dunak, lakuak eta ibaiak daude, baita euria ere. Dunak hidrokarburoz estalitako ur-izotzezkoak direla uste dute, eta lakuak, ibaiak eta euria, berriz metanozkoak. “Aparata da; Lurrarekin batera, ezagutzen dugun kasu bakarra da gainazalean metaketa likidoak dituen”, zehaztu du Sánchez Lavegak.

Horrez gain, Cassinik eta Huygensek egindako neurketa batzuek iradokitzen dute gainazalaren azpian ozeano likido bat egon litekeela, urez eta

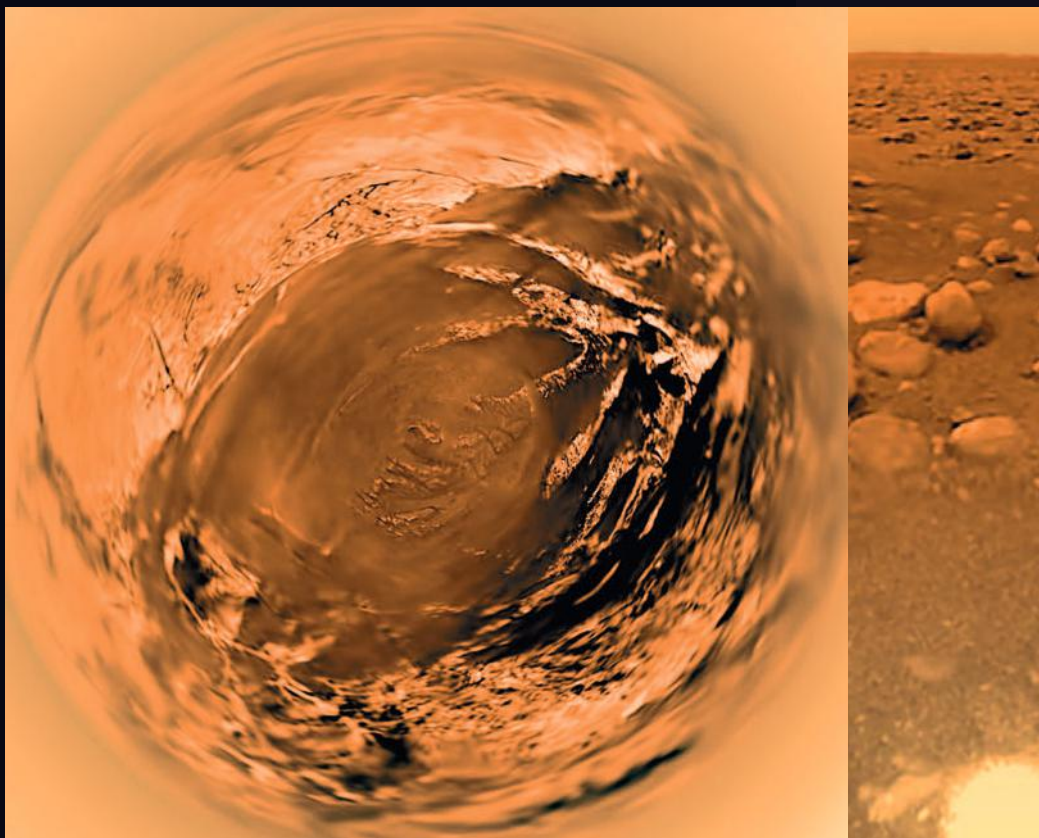
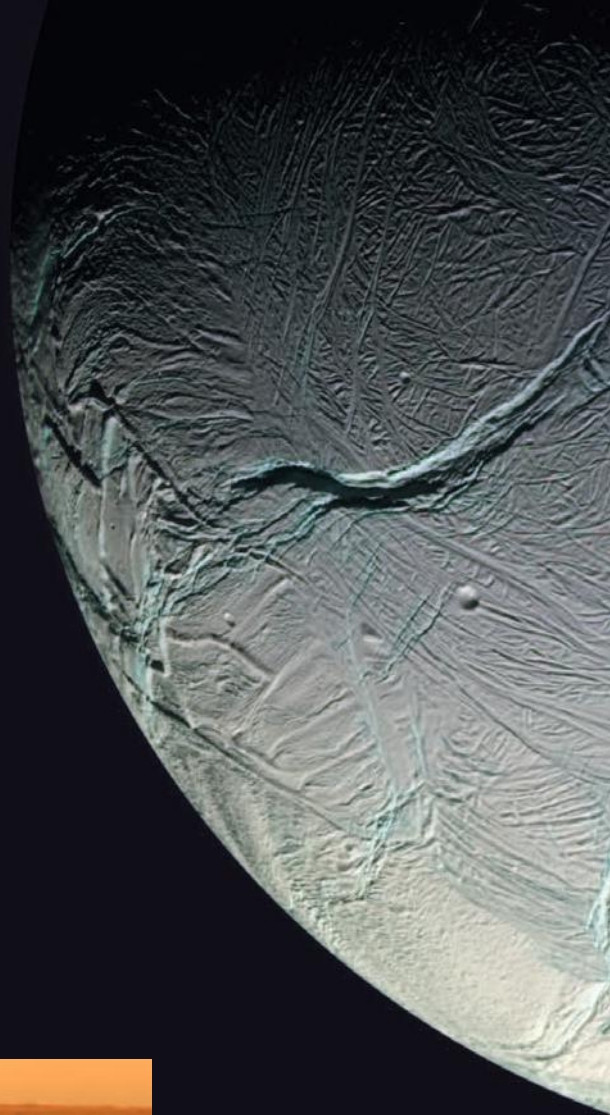


Saturnoren eraztunak eta lau ilargi. Hondoan, Saturnoren ilargi handiena, Titan; haren aurrean, Dione; eskuinean, eraztunen ertzean, Pandora; eta, irudiaren ezkerrean, eraztunen arteko tartean, Pan.
ARG.: NASA/JPL-CALTECH/SPACE SCIENCE INSTITUTE.

➔ Biziak ustez behar
dituen osagai guztiak ditu
Entzeladok: ur likidoa,
beroa eta elikagaiak.

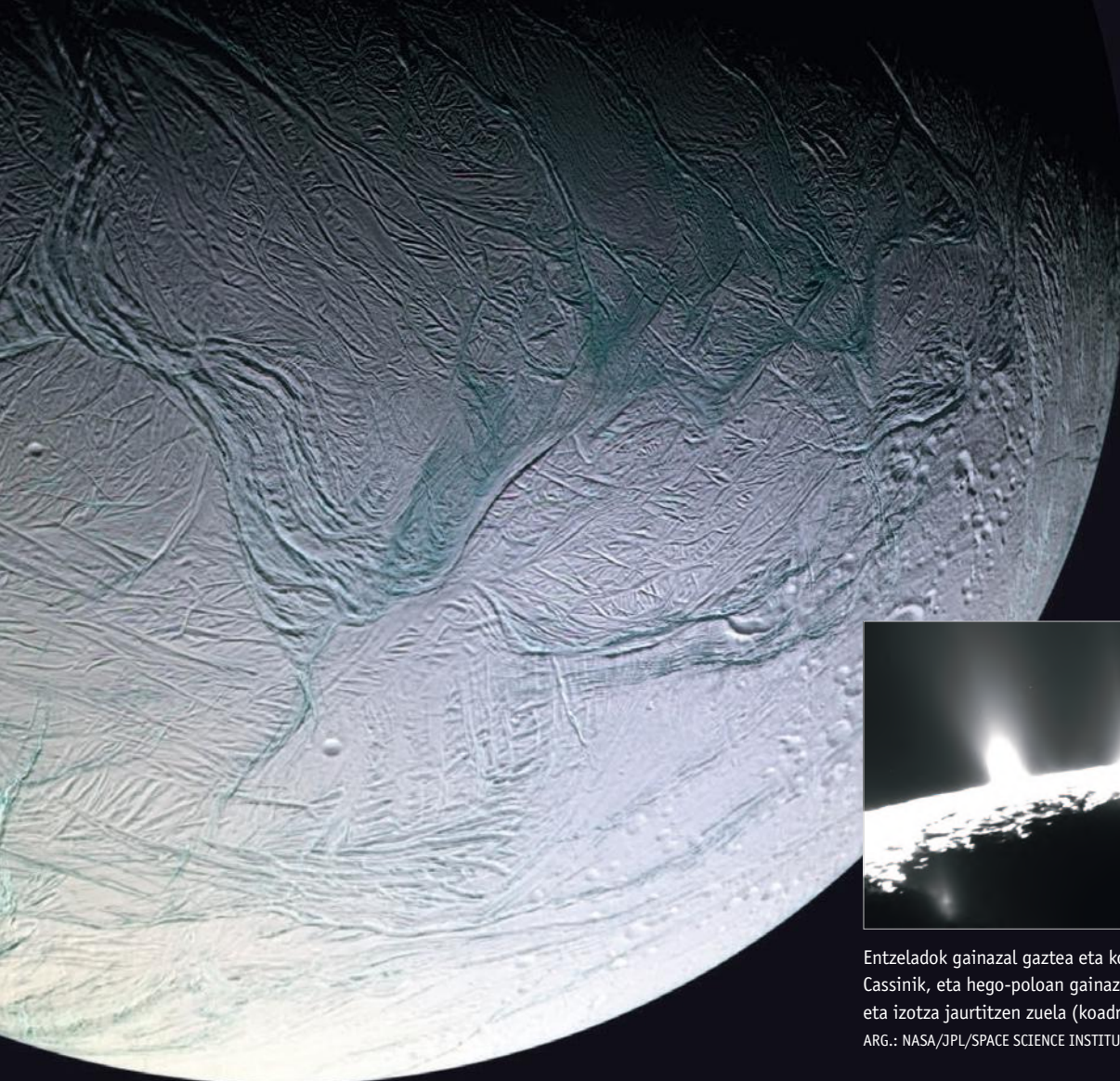
amoniakoz osatua. “Gainazalean badirudi izotz-
sumendiak ere badaudela. Eta lanbro organi-
kozko geruzak. Hango kimika organikoa aparte-
koa da. Oso mundu hotza den arren, oso kimika
aberatsa du, baita ikuspuntu prebiotikotik ere”,
gehitu du Sánchez Lavegak.

Eta Titan aparta bada, ez da gutxiago Entzelado.
“Sekulako aurkikuntza izan da”, Sánchez Lave-
garen ustez. Cassiniren magnetometroak han
neurtu zuenak ikertzaileen arreta piztu zuen:
Entzeladon zerbaitek Saturnoren eremu mag-
netikoaren aurka egiten zuen. Horrek esan nahi
zuen agian gasak igortzen zituela Entzeladok.
Argi ikusi zuten ilargi txiki hori gertutik ikertu
beharra zegoela.



Huygens zundak ateratako argazkiak,
Titanera jaisten ari zela (ezkerrean)
eta lur hartutakoan (eskuinean).

ARG.: ESA/NASA/JPL/UNIVERSITY OF ARIZONA.



Entzeladok gainazal gaztea eta konplexua zuela erakutsi zuen Cassinik, eta hego-poloan gainazaleko arrakaletatik ur-lurruna eta izotza jaurtitzen zuela (koadroko irudian).

ARG.: NASA/JPL/SPACE SCIENCE INSTITUTE; NASA/JPL-CALTECH/SSI/PSI.

Guztira 23 aldiz izan da Cassini Entzeladoren inguruan. Ilargi txikia da, 500 kilometro inguruko diametroa du, baina sorpresa handiak eman ditu. Lehenengo sorpresa oso gainazal gaztea eta konplexua duela ikustea izan zen. Eta berehala etorri zen bigarrena: ur-lurrunezko laino bat hego-poloan. Ikusi zuten gainazaleko arrakaletatik geiser batzuen bidez ur-lurruna eta izotza jaurtitzen dituela espaziora. Kanporatzen den izotz horren zati batek osatzen du Saturnoren E eratzuna, eta gainerakoa Entzeladoren gainazalera erortzen da. Hain zuzen ere, izotzez erabat estalita dago Entzelado, eta horren ondorioz eguzki-sistemako gorputz distiratsuena da. Bada, izotz hori ilargiaren barrutik datorrela erakutsi zuen Cassinik.

Izan ere, hainbat neurketek iradoki dute ur gazizko itsaso bat duela Entzeladok, gainazalaren

azpian. Eta itsaso horretako ura da hego poloko geiserretatik ateratzen dena. Cassinik zuzenean aztertu ahal izan zuen geiserretatik ateratzen den materiala eta ur-lurrunaz eta izotzaz gain, gai organikoak ere aurkitu zituen, espero baino askoz dentsitate handiagoan. Eta badirudi itsaso horren ondoan iturri hidrotermalak ere egon litezkeela. “Zirrargarria da txikitxo honek halako barne-jarduera eta ozeano bat izatea, aukera astrobiologikoak dituena”. Izan ere, biziak ustez behar dituen osagai guztiak ditu: ur likidoa, beroa eta elikagaiak.

AMAIERA HANDIA

Hogei urteren ondoren, Cassiniri agortu zaio erregaia. Azken abenturarako adina gelditzen zitzaien. “Orain, *The Grand Finale* honetatik etorriko den guztiaren zain gaude”, dio Sánchez Lavegak.

➤ Misioa amaitzeko modurik onena da, balio zientifikoa izateko diseinatu zitekeen amaiera egokiena.

Apirilaren 26an, lehenengoz Saturnoren eta eraztunen artetik pasa zen. Ez zekiten seguru eraztunen eta planeten artean zunda kaltetu zezaketen partikulak egon zitezkeen edo ez, eta badaezpada antena nagusia ezkutu-gisa jarrita abiatu zen. Arriskurik ez zegoela ikusitakoan zuzendu zuen berriz antena Lurrerantz, informazioa bidaltzen jarraitzeko. Geroztik astean orbita bat osatzen ari da, gutxi gorabehera. Hogeitabi egingo ditu, irailaren 15ean desagertu baino lehen.

“Hau amaierarako utzi beharra zegoen —azaldu du Sánchez Lavegak—, eraztunen barrutik pasatzea ez zelako erraza, eta ezin zen misioa arriskuan jarri lehenago. Baina arrakastaz gainditu du. Eta lehen egin ezin zituen gauzak egin ahal izango ditu”.

Besteak beste, eraztunen masa zehaztu ahal izango duela espero dute, orain arteko neurketetan ziurgabetasun handia baitago. “Eraztunen masatik eta lodieratik abiatuta, uste dugu eraztunen jatorria ere jakin ahal izango dela —gehitu du Sánchez Lavegak—: planetara gehiegi hurbiltzeagatik suntsitutako satelite batetatik ote datozen, edo planeta sortu zenean gelditu ziren hondarrak ote diren”. Aldi berean, eraztunen adina zehaztea ere espero dute.

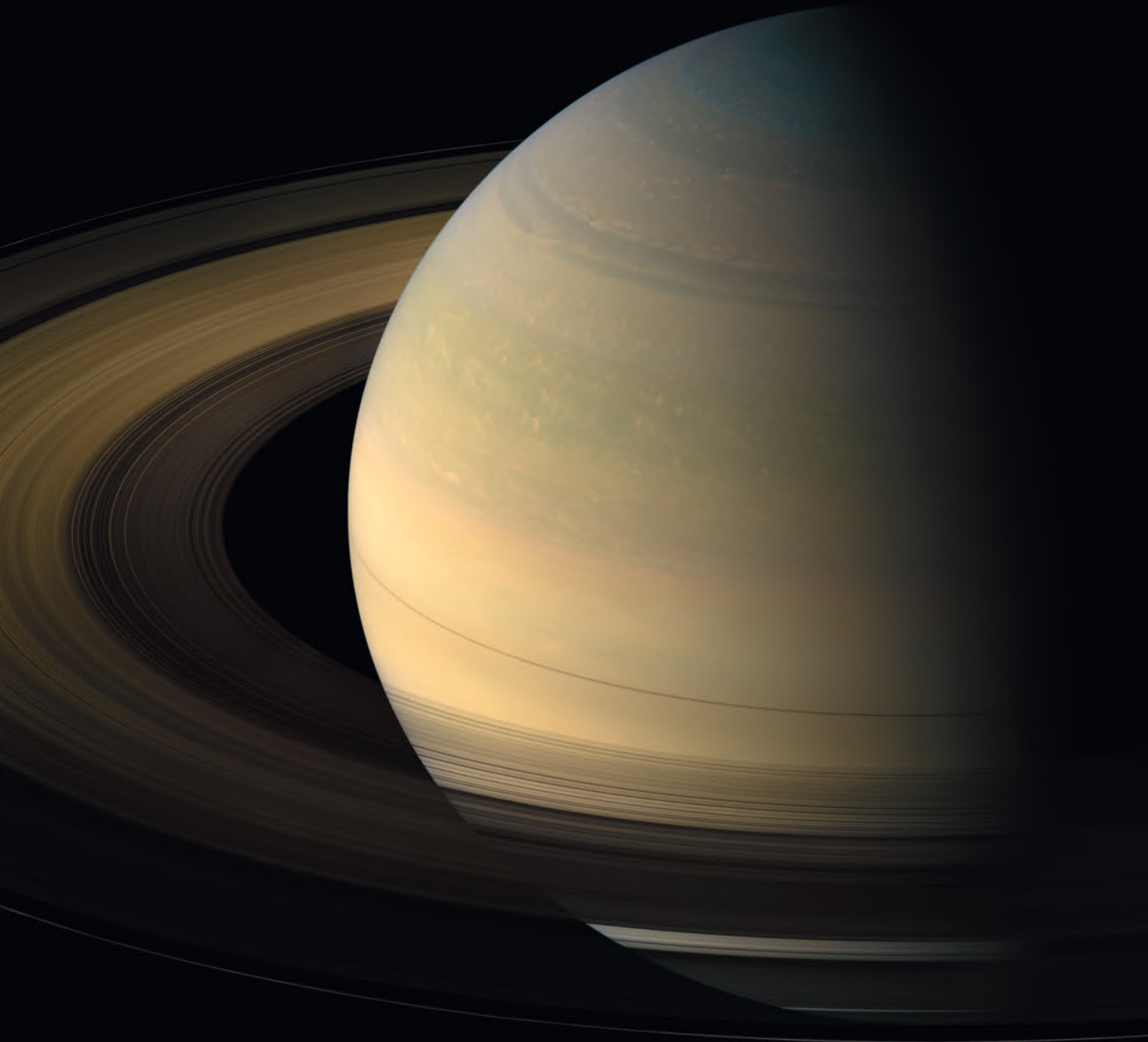
“Planetatik gertu, zehaztasun handiz neurtu ahal izango du grabitate-eremua, eta horrela jakingo dugu nolakoa den Saturnoren barrualdea. Eta errotazioa, Saturnoren beste misterioetako bat”. Izan ere, oraindik ez dakigu zehazki zenbat irauten duen Saturnoren egunak. Hamaika ordu ingurukoa da, baina Cassini iritsi zenean neurtu zuen errotazioa Voyagerrek 25 urte lehenago neurtutakoa baino sei minutu motelagoa zen. Eta ondorengoko neurketen arabera, badirudi Cassini han egon den bitartean ere aldatu egin dela errotazio-abiadura. Fisikaren legeen arabera, ordea, oso zaila da hori horrela izatea. Cassinik misterio hori argitzen laguntzea espero dute.

Azkenik, Saturnoren barnealdea nolakoa den erakutsiko du Cassinik. “Lehenengo, benetan nukleo bat duen jakitea izango da kontua, eta nolakoa den. Gero, nukleoa inguratzen duten hi-

drogenozko geruzak nolakoak diren, ez baitugu ongi ezagutzen planeta hauen barruan dagoen presio handiko fisika. Eta nik uste dut lehenengoz jakingo dugula hidrogenoak nola jokatzen duen planetaren barruan. Eta, agian, planetak duen barne-beroaren jatorriari buruzko zantzu-
ren bat antzematera ere iritsi gaitezke”.

“Misioa amaitzeko modurik onena da, balio zientifikoa izateko diseinatu zitekeen amaiera egokiena”. Izan ere, azken ordura arte jarraituko du Cassinik, antena lurrerantz zuzenduta, jasotzen duen informazio berri guztia bidaltzen, Saturnoren zeruan murgiltzen den bitartean. Kis-kali arte. ●

Amaierako misioan lortutako informazioarekin, besteak
beste, eraztunen masa eta adina, eta Saturnoren
errotazio-abiadura zehaztea espero dute, baita
Saturnoren barnealdea nolakoa den ezagutzea ere.
ARG.: NASA/JPL/SPACE SCIENCE INSTITUTE.





IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

ElkarOla

Ikerketa estrategikoa hizkuntza-teknologietan

Euskal Herrian hizkuntza- eta hizketa-teknologiaren ikerketan eta garapenean dihardugun erakunde esanguratsuenen 15 urteko elkarlanaren azken emaitza da ElkarOla proiektua. Hiru demo landu dira, hiru arlo estrategikotan teknologia horiek egin dezaketenaren erakusgarri.

2015ean eta 2016an aurrera eramandako ikerketa estrategikoko proiektu bat da ElkarOla, hizkuntza eta hizketa-teknologiaren alorrean. Teknologia horien adibide batzuk dira itzulpen-gintzarako tresnak, informazioaren kudeaketa (bilatzaileak, informazio-erazketa, sentimenduen analisia), hizkuntza-baliabideak (hiztegiak, corpusak, zuzentzaileak) eta hizketarako tresnak (hizketaren ezagutza, hizketaren sorkuntza). Proiektuak bereziki euskararako landu ditu teknologioak, baina baita bertako eta inguruetako beste hizkuntza batzuetarako ere.

[Elhuyarrek](#), [EHUko Ixa](#) eta [Aholab](#) ikerketataldeek, [Vicomtech-IK4](#) teknologia-zentroak eta [Tecnalia Research & Innovation](#) fundazioak eraman dugu aurrera, Elhuyarren koordinaziopean.

15 urte daramatzagu bost erakundeok elkarlanean euskararentzako hizkuntza- eta hizketa-teknologiak ikertzen eta garatzen. Proiektu honen aurretik, beste lau egin ditugu: [Hizking21](#) (2002-2004), [AnHitz](#) (2006-2008), [BerbaTek](#) (2009-2011) eta [Ber2Tek](#) (2012-2014). Aurreko horiek hizkuntzen industriara bideratuta zeuden, ElkarOlak, ordea, [RIS3 Euskadi](#)ko arloetan jartzen du enfasia.

RIS3 Espezializazio Adimenduneko Estrategia Europatik bultzatutako eskualde mailako estrategia bat da, berrikuntza eta garapena helburu dituen. Estrategia horretan, eskualde bako-

tzak, bere produkzio-ahalmenak eta potentzialtasunak kontuan izanda, arlo estrategikoko batzuk definitzen ditu, eta haietan kontzentratzen ditu baliabideak eta inbertsioak. EA Eren kasuan, RIS3 Euskadi hiru lehentasun finkatzen ditu: fabrikazio aurreratua, energia, eta biozientziak eta osasuna.

Hizkuntza- eta hizketa-teknologiak lehentasun horien artean ez badaude ere, horietan guztietan aplikazioa duen zehar-lerro garrantzitsu bat dira. Hala, ElkarOlan, oinarritzko ikerketaz gain, aipatutako RIS3ko arloetarako ikerketa aplikatua ere egin da, eta, transferentzia teknologikoa-ren bitartez, zenbait tresna eta aplikazio merkaturatu eta gizarteratu dira.

LEHENTASUNEZKO ARLOETARAKO DEMOAK

Proiektuaren azken emaitza gisa, hiru demo garatu ditugu, RIS3ko arlo horietan teknologia hauek eta partzuergoko erakundearen arteko elkarlanak egin dezaketen ekarpenaren erakusgarri.

Fabrikazio aurreratuaren arlorako egindako demoa [errealitate areagotu](#)ko telelaguntza-sistema bat da, aditu baten eta langile baten artean erabiltzeko. Demo horrek erakusten du zertan lagundu dezaketen hizkuntza- eta hizketa-teknologiek ingurune industrial zatatatsu batean. Langileak [smartglass](#) batzuk jantziko ditu eskuak lanerako libre izan nahi baditu, edo

ELKAROLA

Osasun arloko termino eta erlazioen bilatzailea

ENTITATEAK

Entitatea1:

Entitatea2:

Entitatea3:

Bilatu entitateak

100147
 La **diabetes** tipo1 (DM1) es una enfermedad autoinmune crónica en la que se produce una destrucción progresiva de las células β pancreáticas que conduce a una deficiencia absoluta de insulina.
 100150
 Pero este síndrome también está asociado con un aumento en el riesgo de presentar **diabetes**

ERLAZIOAK

Erlazio mota:

Medikamentua/gaixotasuna/tratamendua:

Medikamentua/tratamendua:

Bilatu erlazioak

Biozientzien eta osasunaren arloan, osasun-arloko termino eta erlazioen bilatzaile bat garatu da.

[tableta](#) bat izango du eskura. Adituak urrunetik lagunduko dio, beste tableta baten edo ordenagailu baten bidez. Adituak denbora errealean jasoko du langileak esaten duena eta bere tableta edo betaurrekoekin ikusten duena. Hala, adituak ahoz emango dizkio argibideak langileari, baina, langilea makinek eragindako ingurune zaratsuan egon daitekeenez, sistemak automatikoki transkribatu (hizketa-ezagutza bidez) eta itzuliko ([itzulpen automatiko](#) bidez) ditu argibideak, idatziz irits dakizkion langileari. Testu hori bere gailuan erakutsiko zaio langileari, denbora errealean, ikusten ari denaren gainean, eta testuak pausoz pauso gidatuko du langilea bere langintzan. Horrez gain, aplikazioak errealtate areagotuan erakutsiko dizkio langileari adituak urrunetik emandako argibideak, gezien eta antzekoen bidez.

Biozientziak eta osasuna arloko demoa osasun-arloko termino eta erlazioen [bilatzaile](#) bat da. [Medikuntza-entitate](#)en (gaixotasunak eta sendagaiak) eta beren arteko erlazioen bilatzaileraren lehen prototipo honek medikuntza-gaien inguruko gaztelaniazko artikuluko zientifikoaren laburpenen [corpus](#) baten gainean funtzionatzen du. Corpus hori eskuz etiketatuta da, sendagaien erreakzio kaltegarrien detekzio automatikoko sistema bat entrenatu eta ebaluatzeko. Etiketatutako entitateen artean daude, batetik, sendagai generikoak, sendagai-markak eta substantziak; bestetik, gaixotasunak eta sin-

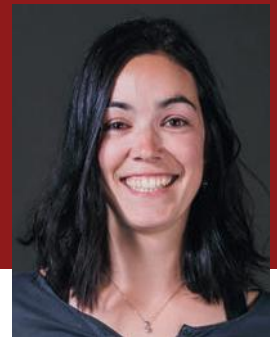
tomak. Etiketatutako erlazioen artean, berriz, kausak (zein kausak sortzen duen zein gaixotasun) eta tratamenduak (zein sendagairekin tratatzen den zein gaixotasun) daude. Bilatzailean, entitateen edo erlazioen araberrako bilaketak egin daitezke, eta, ondoren, dokumentu bakoitzean detektatutako entitate eta erlazioak grafikoki ikusi.

Azkenik, lurraldearen arloko demo bat izateko, bezeroen arreta-zerbitzurako [elkarrikerketa-agente](#) bat garatu dugu. Bezeroen arreta-zerbitzuak elementu gakoak dira zenbait sektoretan kalitateko zerbitzua eskaintzeko, baina zerbitzu horietako askok balio gutxiko ataza edo fase errepikakorak dituzte (erabiltzailea identifikatzea, formularioak betetzea, kontsulta sinpleak...). Elkarrikerketa-sistemen teknologiek, [lengoaia naturalaren prozesamendu](#)arekin eta [adimen artifizial](#)arekin batera, aukera ematen dute halako atazak automatizatzeko, teknikariek denbora modu eraginkorragoan erabil dezaten. Demoa web-interfaze batean integratutako elkarrikerketa-sistema bat da, non lengoaia naturalaren prozesamendurako teknikak eta sailkapen-algoritmo estatistikokoak erabiltzen baitira erabiltzailea identifikatzeko eta erabiltzaileak deskribatutako gertakaria zein sailletara bideratu behar den asmatzeko. Sistemaren erantzunak testu bidez zein [hizketa-sintesi](#) bidez ematen dira, eta aginduak ere idatziz zein ahoz eman dakizkioke. ●

“Oinarritzko ikerketaz gain, arlo estrategikoetarako ikerketa aplikatua ere egin da”

ITZIAR CORTÉS ETXABE

Elhuyarrek itzulpengintza-teknologiaren arduraduna



BEGIRADA BAT

itzulpen automatikoko sistemen bilakaerari

Itzulpen automatikoa teknologia eza-guna dugu. Interneten nabigatzen dugunean, sarri erabiltzen dugu atzerriko hizkuntzetan idatzitako testuak ulertzeko, edo, zergatik ez, bai eta itzulpenak egiteko laguntza gisa ere.

Askotariko zerbitzuak topatzen ditugu Interneten, gehienak doakoak, eta, itxuraz berdinak diruditen arren, teknologia ezberdinetan oinarritutako tresnak izan daitezke, edo denboran zehar moldatzen joan dira, eta erabiltzaileontzat gardena izan da aldaketa hori. Itzulpen automatikoko sistema bat martxan jartzeko, beraz, hainbat aukera daude: erregeletan oinarritzen diren sistemak (RBMT) hizkuntza-baliabideak edo -ezagutza behar dituzte; estatistikan oinarritutakoak (SMT) dagoeneko itzulita dauden testuen bildumak behar dituzte, eta teknika estatistikoak erabilia, nolabait, itzultzen ikasteko gaitasuna dute; eta, azkenik, NMT sistemak edo neurona-sareetan oinarritutakoak daude, azken boladan oso ezagun egin direnak.

Giza garunaren funtzionamendua imitatzen dute neurona-sareetan oinarritutako sistemak, eta informazio-bilduma handietatik sortzen dira, baina estatistikan oinarritutako sistemak baino konplexuagoak dira. Garuneko neuronaren funtzionamendua imitatzen saiatzen den eredu matematiko batean oinarritzen da teknologia

hori (*deep learning* delakoaren barnekoa), eta, ezagutu zenetik urte batzuk igaro diren arren, orain ari da indarra hartzen. Izan ere, horrelako sistemak martxan jartzeko, datu-bilduma handiez gain, konputazio-ahalmen handiko gailuak behar dira, eta gaur egun ditugun ordenagailu eta txartel grafikoekin lortu da halako sistemak modu eraginkorrean sortzea.

“Euskarara itzulpenak egiten dituen neurona-sareetan oinarritutako sistema bat martxan jartzea da helburua”

Itzulpen automatikoko sistemak aldatzen joan dira denboran zehar, eta horren adibide ezaguna dugu Google: erabiltzaileok konturatu gabe, eredu berrietara egokitzten joan da, eta erabiltzen ditugun itzultzaileetako batzuk, dagoeneko, neurona-sareetan oinarritutakoak dira. Ez dezagun pentsa, ordea, teknologia hori Interneteko erraldoien esku bakarrik dagoenik; geurean ere ari gara arlo horretan ikertzen, eta euskararekin lanean dihardugu. Oraingoz, ikerketa-mailako esperimentuak egiten gabilta, baina jasotako lehen emaitzak itxaropentsuak dira. Denbora

gutxi barru euskarara itzulpenak egiten dituen neurona-sareetan oinarritutako sistema bat martxan jartzea da helburua.

CONSUMER.EUS WEBGUNEA, ELE BIETAN

Matxin (<http://matxin.elhuyar.eus>) aitzindaria da gaztelaniatik euskarara itzulpenak egiten. 2007an doktoretza-tesi batetik sortu zen itzulpen automatikoko sistema bat da (Aingeru Mayor Martinez, UPV/EHU), euskararako lehen itzultzaile automatikoa, eta, ordutik, garai berrietara egokitzen ari da pixkanaka, hizkuntza-teknologiak hain garrantzitsu diren aro digital honetan. Erregeletan oinarritzen da; beraz, hizkuntza-baliabide bidezko ezagutza dauka, eta horri esker egiten ditu itzulpenak. Zehatzago esateko, gaztelaniazko testuak ulertzeko behar duen jakintza dauka, eta, nolabait, haiek euskarara bihurtzekoa. Horretarako, besteak beste, hiztegiak eta erregela sintaktikoak erabiltzen ditu.

Azken hiru urteotan, Consumer.eus proiektuan lanean gabilta Eroski Fundazioa, EHUKo Ixa ikerketa-taldea eta Elhuyar. Orain arte gaztelania hutsean irakur zitezkeen edukiak automatikoki itzultzen dira euskarara, eta Matxin erabiltzen da lan hori egiteko; itzultzaile sendoa da, software librean oinarritua, hizkuntza-baliabideak erraz egokitzeko aukera emana.



ten du, eta, haiek aplikatu ondoren, unean bertan nabaritzen da emaitzen hobekuntza. Consumer.eus webguneko edukiak itzultzeko, elikadura-arloan jarri dugu arreta, eta arlo horretara egokitu ditugu itzultzaile automatikoak erabiltzen dituen hizkuntza-baliabideak. Egindako moldaketen eragina berehala ikusi da: baliabideak egokitzearekin batera, sistemaren kalitatea hobetu egin da, elikadurari buruzko testuetan, betiere.

Jakinekoea da, ordea, automatikoki sortutako itzulpenen kalitatea ez dela beti esperotakoa izaten, edo, behintzat, ez dela zuzenean argitaratzeko modukoa izaten. Horregatik, proiektu horretan bertan, itzulpenak moldatzeko aukera eskaintzen zaio irakurleari; edonork har dezake parte proiektuan. Consumer.eus webgunek euskarazko artikulua eta erreze-tak zuzentzeko aukera ematen du, eta egindako lan hori gorde egiten da. Zertarako? Bildutako datuekin itzultzailea hobetzeko. Jasotzen den informazioarekin eta ikasketa automatikoa erabiliz, itzulpen automatikoko sistema berri bat mar-txan jarriko da, eta elikadura-arloko tes-tuak itzultzen espezialista izango da.

ITZULPEN AUTOMATIKOAREN ERRONKAK

Itzulpen automatikoko sistemetan aurre-ra egitea izugarritzko erronka da, eta emaitzen kalitatea hobetzeko bidea esperimentuz beteta dago: erregeletan oinarritutako sistemekin lanean hasi gine-nean, hizkuntzalarien eskuzko lana ezinbestekoa zen. Itzultzailearen jatorri-eta helburu-hizkuntzak ezagutu behar zituen hizkuntzalariak, eta hizkuntza arteko zubia egiteko erregelak sortu behar zituen (morfologia- eta sintaxi-mailan, esaterako). Horrelako sistema bat hutse-tik hastea, beraz, lan eskerga da. Alabaina, estatistikan edo ikasketa automatikoan oinarritzen diren sistemak sortzeko ez da, nahitaez, ezagutza linguistikorik behar (eredu simple bat sortzeko, behintzat).

Azken urteotan sarri entzuten dugu *Big Data* kontzeptua: eskura ditugun datu-multzo erraldoiei erreferentzia egiteko erabiltzen da. Haietatik informazioa erauzten da, eta, kasuan kasu, dagokion azterketa egiten da. Artikulu honetan ai-patutako ikasketa-teknikak, izan ere, ez dira itzulpen automatikoaren kasuan ba-karrik erabiltzen; *Big Data* kontzeptua

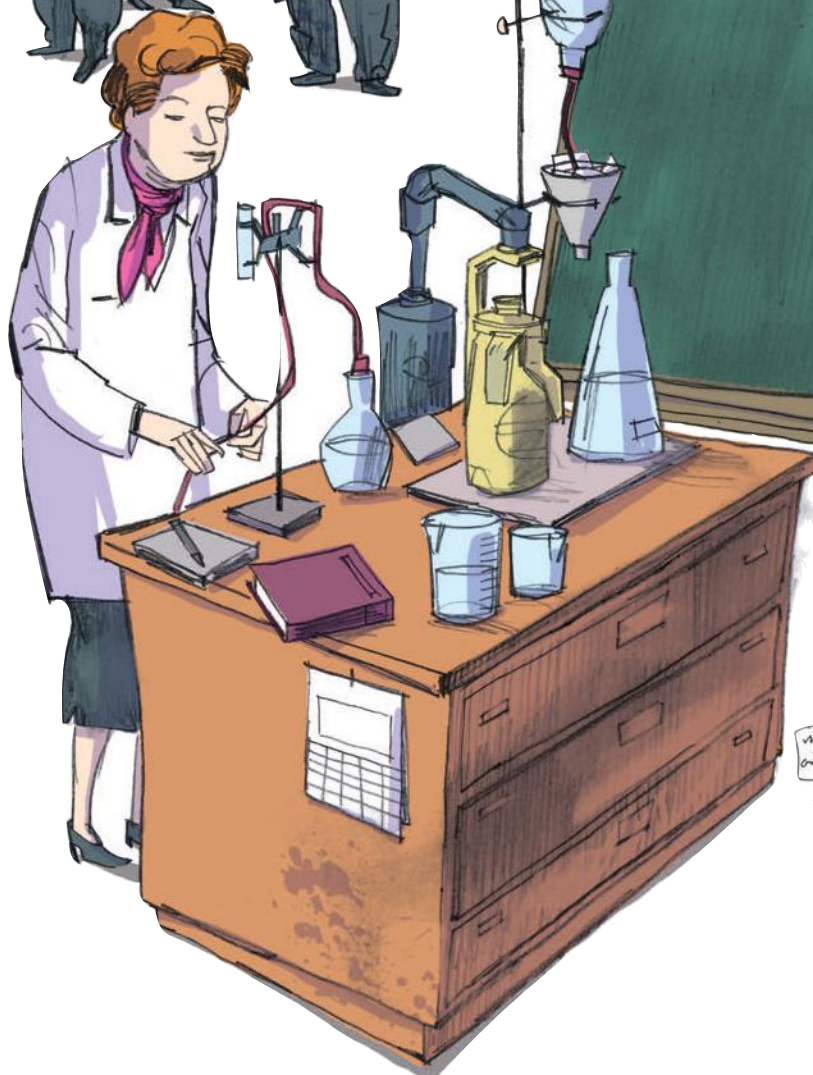
beste ikasketa- edo azterketa-prozesu ba-tzuetarako ere erabiltzen da. Badirudi, be-raz, erraza dela itzulpenak gauzatzeko sistemak sortzea datuak eskura ditugu-nean, baina, kasu horretan ere, mugak to-patzen ditugu.

Ikasketa automatikorako edo sakonerako (*machine learning*, *deep learning*) datu-mul-tzoak prestatzea, sarritan, ez da erraza iza-ten. Kontuan izan behar dugu eredu mate-matikoak sortzeko aurrez itzulitako esaldien multzo bat behar dela: itzulpenek kalitatezkoak izan behar dute, eta datu-multzoak handia izan behar du. Teorian, sistema sortzeko zenbat eta datu-multzo handiagoa erabili, orduan eta emaitza ho-bea emango du itzultzaileak.

Badirudi, ordea, goia jo dela estatistikan oinarritutako sistemekin: nahiz eta ikas-ketarako erabiltzen den datu-multzoa handitu, itzultzailearen emaitza ez da proportzio berean hobetzen. Horregatik ari gara neurona-sareetan oinarritutako sistemetan ikertzen, muga hori gainditu, eta itzulpen automatikoaren alorrean au-rterra egiteko.●

Gertrude Belle Elion

SENDABIDE



I zeba hil ondorengo egunean, haren postontzian zeuden gutunak jaso zituen Jonek. Gutunetako batean, neska gazte batek emozioz kontatzen

zion nola aukeratu zuen argizarizko irudi bat egiteko. Eskolako lan bat zen, eta pertsonaia bat aukeratu behar zuten. Interneten zientzialariak ikertzen aritu ondoren, bere heroi bihurtu omen zen.

Hunkitu egin zen Jon gutun harekin. Oso gertukoa zuen izeba, eta bazekien haren bizitza edonor txunditzeko modukoa zela. Gertrude Belle Elionek gogor borrokatu zuen zientzialari izateko, eta gogor lan egin zuen bere helburu nagusia lortzeko: jendea sendatzea.

1918an jaio zen New Yorken, eta txikitatik izan zuen jakiteko sekulako grina. Hamabost urte zituela, aitona minbiziak jota hil zenean, argi ikusi zuen zientzialaria izango zela. “Gai-xotasun izugarri hori sendatzeko zerbait egin nahi nuen”, idatziko zuen gerora. Unibertsitate publikoan kimika ikasi eta 19 urterekin graduatu ondoren, ez zuen aukerarik izan goi-ikasketak egiteko, gurasoek ez baitzuten dirurik. Kimikari gisa laborategiren batean lanean hasi nahi izan zuen, baina, krisi ekonomiko betean, oso aukera gutxi zeuden, eta gutxiago emakumeentzat. “Ez ninduen inork serio hartzen. Emakumeek ez zutela kimika egiten esaten zidaten. Nik, ordea, ez nuen arrazoirik ikusten emakumeok lan hori egin ezin izateko”.

Azkenean, lortu zuen laborategi batean lan bat; hasieran kobratu gabe, eta gero soldata oso txiki batekin. Irakasle ere ari-

BERRIEN BILA

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

tu zen, eta diru apur bat aurreztea lortu zuenean, New Yorkeko Unibertsitatera joan zen kimikako masterra egitera. Emakume bakarra zen han.

Masterra bukatu zuenean, 1941ean, Bigarren Mundu Gerrara joanak ziren gizon asko, eta, ondorioz, industrian kimikarien beharra zegoen. Hala, elikagaien industrian hasi zen lanean, ozpinetakoen azidotasuna, mahonesaren kolorea eta abar neurtzen.

Handik hiru urtera, berriz, Burroughs Wellcome konpainia farmazeutikoan sartzeko aukera izan zuen, George Hitchings doktorearen laguntzaile izateko. Hitchings txundituta gelditu zen Elionen adimenarekin eta energiarekin; eta laguntzaile gisa hasi zen arren, puntako ikertzaile bihurtu zen berehala.

Elioni zirrargararia egin zitzaion lan hura hasieratik. Etengabe ikasten jarraitzeko aukera ematen zion, eta, gainera, beti egin nahi izan zuena zuten helburu: botika berriak garatzea.

Horretarako, bide berritzaile batean ari zen lanean Hitchings; azido nukleikoen metabolismoa ikertzen. Artean, oso gutxi zekiten azido nukleikoei buruz. Geneak DNAn egon zitezkeela susmatzen hasi berri ziren, eta ia hamar urte falta ziren, [DNAREN egitura argitzea](#). Baina, argi zegoen azido nukleikoak funtsezkoak zirela zelulentzat, eta Hitchingsek uste zuen haien sintesia oztopatzea bide bat izan zitezkeela minbizi-zelulei eta bakterioei aurre egiteko. Horretarako DNAREN osagai faltuak sortu nahi zituen. Osagai horiek benetakoen antzekoak izan behar zuten, zelulek benetakoen ordeztatu erabil zituzaten, baina aldi berean DNA sortzea galaraziko zuten. Horrela, giza zelula osasuntsuak

baino askoz azkarrago ugaltzen diren minbizi-zelulek eta bakterioek ezingo zuten aurrera egin.

Konposatu horiek nola sortu asmatu behar izan zuen Elionek. Eta, bai asmatu ere. Gainera, konturatu ziren botika berriak egiteko bide bat izateaz gain, ikerketarako sekulako tresna zirela, konposatu horien eragina aztertuta zelulen jarduerari buruzko ondorio asko atera zitezkeelako.

“Gure helburua jendea sendatzea zen, eta ez dago saririk poztasun handiagoa emango duenik”

1950eko hamarkadaren hasieran 6-MP edo merkaptopurina sortu zuten. Minbi-ziaren aurkako lehen konposatu eraginkorra izan zen. Haurren leuzemia tratatzeko balio zuen, eta gaur egun oraindik erabiltzen da, beste konposatu batzuekin batera.

Lanean ari zen bitartean, doktoretza egiten ere hasi zen Elion, baina, bi urtera, lana edo doktoretza aukeratzeko estutu zuten unibertsitatetik. Elionek garbi zuen ez zuela lan hura utziko.

Merkaptopurinaren atzetik sendagai gehiago etorri ziren: azatioprina, organoen transplanteak egin ahal izateko lehen immunodepresorea; pirimetamina, malariaren aurkako botika; aziklobir, herpes birusen aurkakoa; eta abar.

1983an ofizialki erretiroa hartu ondoren ere, bere taldeari laguntzen jarraitu zuen.

Hala garatu zuten hiesa tratatzeko lehen antieretrobirala, zidovudina edo AZT. Elionek horretan meriturik zuenik ukatu zuen arren, ikertzaileetako batek argi utzi zuen: “Trudyk erabateko zerikusia du AZTrekin; ofizialki erretiratua zegoen arren, gurekin ari zen lanean eta aholkatzen”.

1998an Medikuntzako Nobel saria jaso zuen, Hitchingsekin eta James Blackekin batera. Nobel saria lortzen zuen hamargarren emakumea zen, eta doktore izan gabe lortzen zuen gutxietako bat. Baina, Elionek berak zioenez, ez zen hura izan jaso zuen saririk handiena: “Gure helburua jendea sendatzea zen, eta ez dago saririk horrek baino poztasun eta asebetetze handiagoa emango duenik”.

Beste hamaika sari eta aitortza jaso zituen, eta baita 25 ohorezko doktoretza ere. Erretiratu zenean, hezkuntzara hurbildu zen. Medikuntzako ikasleen mentorelanetan aritu zen, bera hasi zeneko pasio berarekin. Eta unibertsitateetara bisitak egiten zituenean ere, beti eskatzen zuen ikasleekin egotea. Benetan atsegin zuen bere esperientzia ikertzaileen belaunaldi berriei partekatzea. “Ez utzi inori zuen ametsak zapuzten —esan ohi zien—; eta gogor egin lan nahi duzuenak lortzeko, bitzita honetan merezi duen ezer ez da erraz etortzen eta”.

Jonek ongi ezagutzen zuen izeba, eta bazekien erantzun egingo ziokeela gutuna idatzi zion neska gazte hari. Jonek berak erantzun zion, eta haren liburu bat bidali, izebak nahiko zukeen bezala. Gerora, neska amak argazki bat bidali zion: neska gaztea laborategiko bata zuria jantzita, eskuan matraxe bat, eta Nobel sarietako dominaren imitazio bat lepoan. ●



CARLOS MATUTE ALMAU

Neurozientzialaria

Achucarro Neurozientzien Ikerketa Zentroko zuzendari zientifikoa da. 1982an lortu zuen doktoretza Zaragozako Unibertsitatean, eta, 1987tik, EHUKo Anatomia eta Enbriologia katedraduna da. 2013an "Academia Europae" elkarteko kide izendatu zuten.

“Naturako organorik miresgarriena da garuna”

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientzia

Achucarro Neurozientzien Ikerketa Zentroak egoitza berria estreinatu duela aitzakiatzat hartuta deitu diogu zentroaren zuzendari zientifikoari, Carlos Matute Almagu. Berehala eman dio baiezkua elkarrizketa egiteko eskaerari. Eta berehala erantzun die galderei; izan ere, garbi dago: garuna du pasio.

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

Zalantzarik gabe, garuna bera eta garunari buruzko ikerketak izan dira niretzat txundigarrienak eta nigan eragin handiena izan dutenak. Santiago Ramón y Cajalengandik hasita, haren marrazkiak, ikusten zuena deskribatzeko begirada zorrotza eta adimena asmatzeko nola funtzionatzaren zuzendariaren egitura konplexu hark... Hasi-ratik liluratu ninduten, eta oraindik ere liluratuta naukate.

Alderdi zientifikotik Einsteinen, Newtonen eta Darwinen mailakoa izan da Ramón y Cajal ekarpena, eta, horrez gain, artista ere bazen. Eskuetan ditut bere irudiak biltzen dituzten bi liburu, 1972koak, orduko nire zuzendariaren oparitutakoak nire ezkontza-egunean. Zoragarriak dira.

Gero ere beti txunditu nau garunak: Medikuntza fakultatean ikasten ari nintzela, iruditzen zitzaidan garuna kutxa magiko bat zela, miste-riz eta sekretuz betea. Eta, oraindik ere,

mikroskopioan begiratzean azaltzen diren paisaiak ezin ederragoak iruditzen zaizkit. Natura-ko organorik miresgarriena da.

Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Hainbeste gauza erantzun daitezke... Baina behin eskatzen hasita, gustatuko litzaidake ikustea botika eraginkorrak lortzen direla gaixotasun neurologikoei aurre egiteko. Alzheimer-rerako, adibidez, ditugun botikak aringarriak dira, eta ez sendagarriak. Sendatu, ezingo da sendatu, baina bai arindu eta gerarazi.

Ikaragarri gustatuko litzaidake hori lortuko duen tratamendu baten sorreraren lekuko izatea, ikustea gai garela gaixo horiek pairatzen duten galera saihesteko. Izan ere, lazgarria izan behar du konturatzea bizi izan duzun guztiak, izan zarenak, ihes egiten dizula. Hori saihestea lortzen badugu, eta berdin zait nork lortzen duen, denok egingo dugu topa. Hau talde-lana da, eta denok ospatuko dugu. ●

Haurren garapenaren antolatzaileak



Haur Hezkuntzako jardunaldiak Urriaren 27an Bilbon eta 28an Donostian

Udazkenaro, Haur Hezkuntzako hezitzaileentzako jardunaldiak antolatzen ditu Hik Hasik. Aurten, “Haurren garapenaren antolatzaileak” izenburupean: atxikimendua, komunikazioa, esplorazioa, jarrera-ziurtasuna, ordena-sinbolikoa...

***Myrtha CHOCLER** psikomotrizista eta Pikler pedagogia ildoko argentinarra, eta,
*Mondragon Unibertsitateko (HUHEZI) **HAZITEGI ikertaldea** arituko dira.

Informazioa eta izena ematea www.hikhasi.eus helbidean

PIRINIOETAKO MUTURLUZEAREN KONTSERBAZIORAKO FUNTSEZKO FAKTOREAK IKERTZEN

AMAIUR ESNAOLA ILLARRETA
Zoologia eta Animalia Zelulen Biologia Saila,
Zientzia eta Teknologia Fakultatea (UPV/EHU)

Pirinioetako muturluzea edo ur-satorra, *Galemys pyrenaicus*, Euskal Herriko animaliarik berezietakoa da. Iberiar Penintsulako iparraldean eta Pirinioen iparraldeko isurialdean endemikoa den ugaztun intsektiboro erdi-urtar hau talpidoen (satorren) familiakoa da, eta erreka eta ibai garbietan bizi da. Bere bitxitasun morfologiko eta taxonomikoengatik aspaldidanik ezaguna den arren, populazioen dentsitatea ba-

xua denez eta ezkutuko bizimodua egiten duenez, kontserbaziorako funtsezko diren haren biologiaren aspektu ugari ezezagunak dira oraindik.

Azken hamarkadetan, % 50 baino gehiago murriztu da muturluzearen banaketa-eremua penintsulan eta Pirinioen iparraldean, eta horrek espezie mehatxatuen katalogo eta zerrenda gorrietan sartzea ekarri du (Fernandes et al., 2008). Harrigarriena zera

da, itxuraz denborarekin kontserbazio-egoera hobea lortu duten ibaietan ere populazioaren murrizketa ikusi dela. Ez dago kausen diagnostiko argirik, eta horrek kudeaketa-plan eraginkorren diseinua eragozten du. Metapopulazioen zatiketa, habitata andeatzea eta bazka-eskasia dira gainbehera horren balizko arrazoiak (Nores, 2007).



Leitzaranen harrapatutako Pirinioetako muturluze bat (*Galemys pyrenaicus*). ARG.: AMAIUR ESNAOLA ILLARRETA.

PIRINIOETAKO MUTURLUZEA, GURE ALT XOR SEKRETUA

Muturra da animalia horren egitura anatomikorik bereizgarriena, tronpa zanpatu baten itxura baitu. Gorputz biribildua du, eta isats luzea; alde distalean, alboetan zapaldua. Gorputzadarrak atzapar sendoz horniturik ditu, urpeko substratuari ongi eusteko. Aurre-hankak laburrak dira, mintz interdigital txikidunak, eta atze-hankak, berriz, luzeak eta handiak dira, barnealderantz okertuak eta mintz interdigital handidunak; igeriketa-funtzioa ere badute. Gorputzaren kolorea arrea du, baina, urpean, brontze-edo zilar-koloreko distira metalikoak isaltzen ditu, bere ile-mota bereziari esker. Gorputzadar belzkarak ditu, eta, isatsa, haragikolorekoa.

Bizimodu gautarra duen animalia honen bizi-eremua 450 eta 600 metro arteko luzerakoa izaten da (Nores, 2012). Bizitzeko funtsezko zaion faktore nagusia da urte guztian zehar ur-fluxu erregularra izatea, eta, horregatik, klima mediterraneoak baino, ozeanikoak ditu nahiago. Haren presentzia, altitudeak baino, ibaien maldak, sakonerak (< 70 cm) eta korrontearen abiadurak baldintzatzen ditu. Ur kutsatuak saihestu egiten ditu, nahiz eta kutsadura-maila baxuak jasateko gaitasuna izan. Oro har, muturluzearen habitatean nagusiago izaten dira substratu lodiak (bereziki uharri eta harritzarrak) finak baino, eta nekez izango da behatzerik buztiak nagusi diren guneeetan.

Araldia urtarrila eta maiatza artean izaten da, eta umatze-garaia apiriletik abuztuaren

erdialdera arte luzatzen da (Richard, 1976). Umealdiak 1 eta 5 kume artekoak izaten dira, eta moda 4 da (Peyre, 1956). Emeek umealdi osteko estroa dute, eta, horregatik, umealdi bat baino gehiago izan dezakete urtean zehar. Litekeena da heldutasun sexualera urtebeterekin heltzea.

Gorotzetako hondakinen azterketa morfologikoan behatu denez (Bertrand, 1993), tamaina erlatiboki handia eta esklerifikazio-maila baxua duten makroornogabe bentonikoez elikatzen da, gehienbat trioptero, plekoptero eta efemeropteroen larbez. Harrapakinen artean, kutsadurarekiko sentikorrek diren espezieak dira nagusi. Horrek aditzera ematen du animalia horren kutsadurarekiko sentikortasuna bere harrapakinaren araberakoa dela batez ere, berezkoa baino gehiago.

Pirinioetako muturluzearen mehatxu-faktore nagusiak hauek dira (Nores, 2007): populazioen zatiketa, urtegi eta zentral elektrikoak, kanalizazioak eta obra zibilak, mendietako hiriguneetako giza populazioak handitzea, bentosaren andeatzea, uraren desbideratzeak, ibai-ertzen eta ibar-basoen suntsipena, ibaien kutsadura kimiko eta organikoa, uretako kirolak eta agregakinen erauzketak.

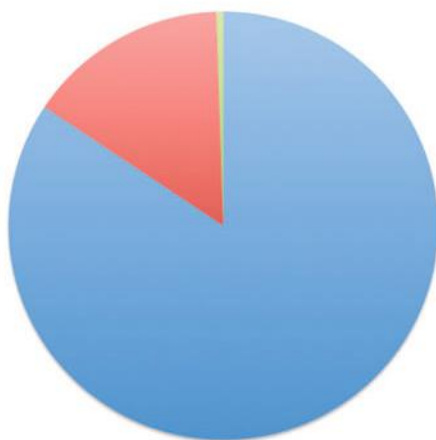
GURE IKERKETAREKIN, ZER?

EHUko Zoologia eta Animalia Zelulen Biologia Sailean egiten ari garen ikerketaren helburu orokorra da Pirinioetako muturluzearen ekologia espazial eta trofiko baldintzatzen duten faktore gakoak ezagutzea,

oraindik ezezagunak baitira, espezie mehatxatu horren kudeaketarako interes zientifiko handia izan arren. Mikrohabitat mailan animalia horren habitat-hautespena zerk baldintzatzen duen eta haren dieta jeneralista edo espezialista den aztertzen ari gara, hain zuzen ere, hurbilketa ezberdinak konbinatuz. Baliteke habitataren aberastasun ekologikoak paper garrantzitsua jokatzela horretan guztian. Horregatik, ekologikoki egoera ezberdinean dauden bi ibaitan egin dugu lan, LIFE+ IREKIBAI proiektua aprobeztatuz: Elama errekan (Urumea ibaiaren arroa, Nafarroa) eta Leitzarano ibaian (Oria ibaiaren arroa, Gipuzkoa). Elama erreka Euskal Herrian hobekien kontserbatutakoan artean dago, azken ia ehun urteetan apenas izan baita giza ekintzarik haren arroan. Leitzarano ibai, bestalde, egoera ekologiko onean dago, baina zentral hidroelektriko ugariren eragin nabarmena jasaten du, eta agorraldiko emaria emari naturala baino askoz baxuagoa du.

Gure hipotesia da topatzen dituen baliabideen eskuragarritasunaren arabera optimizatuko dituela Pirinioetako muturluzeak dieta eta habitataren erabilera. Baliabide horiek trofikoak (harrapakin potentzialak) zein animalari segurtasuna eskain diezaioketen bestelako baliabide fisikoak (babesleku potentzialak) izan daitezke. Baliabide muga-tzaile horiek identifikatzea ezinbestekoa izango da espeziearen kontserbazioa helburu duen edozein kudeaketa-egitasmo egikaritzeko.

L823 erabilerak

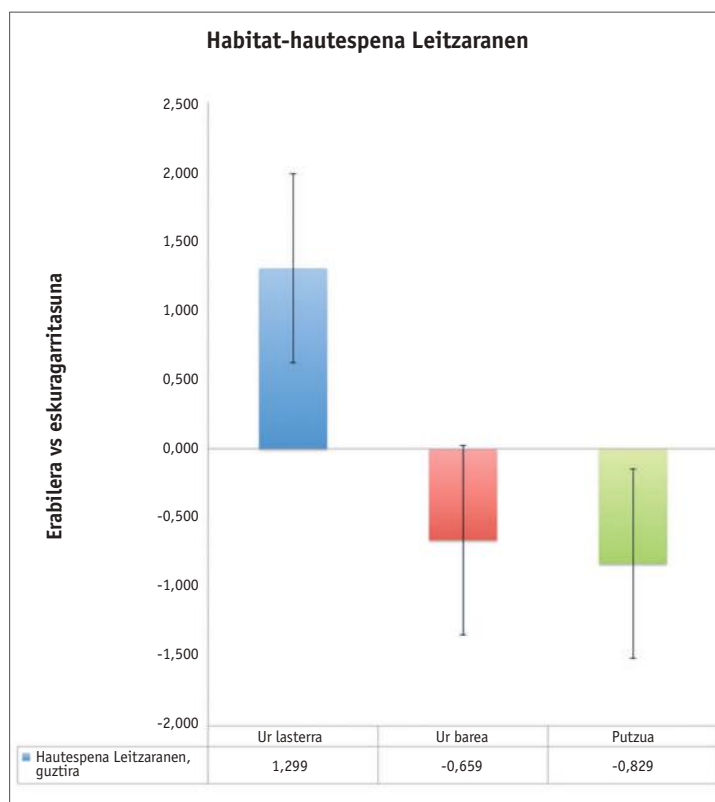
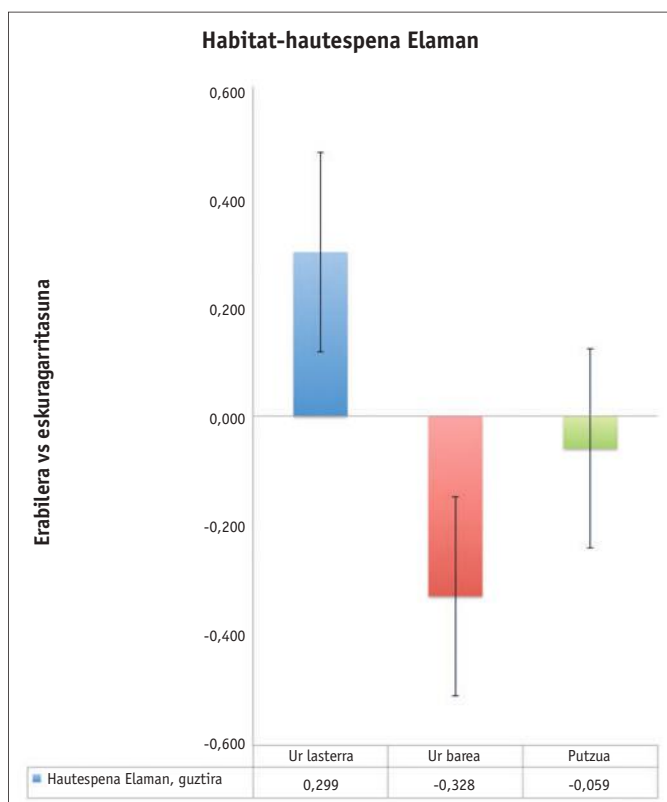


L823 eskuragarritasunak



Leitzarango L823 muturluzearen habitataren erabileraren eta haren bizi-eremuko habitaten eskuragarritasunen grafikoak. Nabarmena da ur lasterrekiko hautespen positiboa.

■ Ur lasterra
■ Ur barea
■ Putzua



Elama eta Leitzarango muturluzeen habitataren hautespen-balioak.

HABITATAREN ERABILERA

Harrapaketak, aleen irati-telemetry bidezko jarraipenak, eta ehiza-mikrohabitaten karakterizazio espazialak uztartuz, ekologia espazialaren alorrean ikertzen aritu gara orain arte. Horretarako, muturluzeak nasekin harrapatu genituen 2016ko irailean eta urrian, bizirik eta kalterik eragin gabe (Gonzalez-Esteban et al., 2003); eta, sexuaren eta adinaren datuak hartzeaz gain, irratigorgailu txikiak (< 2 g) itsatsi genizkien ilara. Bizpahiru gauz harrapaketak egin ostean, denera 31 muturluzeri jarraitu genien (15 Artikutzan eta 16 Leitzararen), bakoitza 3-5 gauz. Habitataren hautespena zehazteko, habitat eskuragarrien mapa eraiki (fluxuaren arabera ur lasterrak, ur bareak eta putzuak karakterizatuz) eta, 5 minutuko jarraipen-puntuak kokapenak aztertu genituen. Muturluzeek mikrohabitat-mota bakoitzean aktibo igarotako denbora eta bakoitzaren bizi-eremuko mikrohabitat-moten ugartasun erlatiboa kontuan izanda, habitataren araberrako lehentasunak zehaztu, eta hautespena aztertu genuen.

Habitat-hautespenaren behin-behineko analisiak iradoki digute ur-satorrak, aktibo

dagoen denboran, ur lasterren aldeko hautespena egiten duela, ur barean eta putzuen alboan. Hautespen horrek adieraziko luke ur lasterren kopurua handitu behar dela animalia zaurgarri horren biziraupena bermatzeko. Aipatzekoa da hautespen-indizeak balio handiagoa ageri duela Leitzararen Elaman baino (Elaman, 0,299; Leitzararen, 1,299), eta horrek iradokitzen du Leitzararen, oro har, baldintzak okerragoak direla.

Elamako eta Leitzarango ibaien arteko diferentziak ubidearen ezaugarriekin loturik leudeke. Elamako arroak kontserbazio-egoera bikaina du, baso helduz dago estalita, eta ibilguetan ez da ia giza eraginik nabari. Leitzararen, ordea, baso-ustiapen eta mendipista ugari dago, eta haiek errekari eragiten dioten kaltea areagotu besterik ez dute egin zentral hidroelektrikoek, agorraldian emari osoaren % 90etik gora kentzera iristen baitira. Emaria gutxitzeak azalera-unitateko ur lasterren kopurua murriztea dakar (Arrieta et al., 2017), eta, hala, ikerketa honetako emaitzek adierazitakoaren arabera, ur-satorraren ekologia espazialean eragiten da. Datorren urtean, ur-emarien aldaketek modelizazioan duten eragina ezagutzeko azter-

ketak egingo ditugu, zentral hidroelektrikoek ura erauzteak honetan guztian duen eragina zehatzago aztertzeko.

DIETAREN ANALISIA

Habitat-hautespena ezagututa, dieta-hautespena ezagutzea izango da ikerketaren hurrengo helburua. Hain zuzen ere, dietaren analisi molekularren bidez (NGS bidezko gorotzetako DNAREN azterketa) eta mikrohabitat bakoitzeko bazka-eskuragarritasuna laginduz ekologia trofikoak ezagutzea izango da etorkizun hurbileko helburua.

Bazka-eskuragarritasuna zehazteko, makroornogabeak (intsektuen larba urtarak) lagindu eta identifikatu genituen jarraipenen garai bertsuan. Horrekin batera, dieta zehazteko, 100 gorotz fresko baino gehiago bildu genituen ibai bakoitzeko ikerketa-eremu guztian zehar, ahalik eta muturluzekopuru handienaren dieta islatu zezaten. Analisi molekularren bidez, gorotzetan agertzen diren harrapakinak identifikatzen ari gara orain (COI genearekin), aurrez egingadako azterketa pilotu baten bidez metodologia findu ostean.

Eskuragarri zegoen harrapakin-komunitatea ezagutu ondoren, eta gorotzen analisi molekularren emaitzak aintzat hartuta, haien arteko konparazioa egin, eta muturluzearen dieta-hautespenaren inguruko informazioa lortuko dugu.

KONTSERBAZIOARAKO FUNTSEZKO FAKTOREAK

Pirinioetako muturluzearen habitat- eta dieta-hautespenak aztertu ostean, baliabide mugatzailea zehaztea izango da ikerketaren azken helburua. Horretarako, mikrohabitat mailako hautespen-patroiek bertako harrapakinaren eskuragarritasunari edo bestelako ingurune-faktoreei (babesleku-eskuragarritasuna, faktore hidrologikoak, fisikoak, etab.) jarraitzen dioten zehaztuko dugu. Horrek guztiak aukera emango du Pirinioetako muturluzearen kudeaketarako funtsezko izan- go diren norabideak zehazteko.●

ERREFERENTZIAK

- ARRIZABALAGA-ESCUDERO, A.; GARIN, I.; GARCIA-MUDARRA, J. L.; ALBERDI, A.; AIHARTZA, J.; GOITI, U.: "Trophic requirements beyond foraging habitats: The importance of prey source habitats in bat conservation". *Biological Conservation*, 191 (2015), 512-519.
- ARROITA, M.; FLORES, L.; LARRAÑAGA, A.; MARTÍNEZ, A.; MARTÍNEZ SANTOS, M.; PEREDA, O.; RUIZ-ROMERA, E.; SOLAGAISTUA, L.; ELOSEGI, A.: "Water abstraction impacts stream ecosystem functioning via wetted channel contraction". *Freshwater Biology*, 62 (2) (2017), 243-257.
- BERTRAND, A.: "Stratégies alimentaires du Desman des Pyrénées *Galemys pyrenaicus* dans un cours d'eau des Pyrénées Françaises", in: *Proceedings of the Meeting on the Pyrenean Desman*. Serviço de Parques, Reservas e Conservação da Natureza – Museu Nacional de Historia Natural, Lisboa, Portugal (1993).
- FERNANDES, M.; HERRERO, J.; AULAGNIER, S. & AMORI, G.: "*Galemys pyrenaicus*", in *IUCN Red List of Threatened Species* (2008). Version 2012-2.
- GONZALEZ-ESTEBAN, J.; VILLATE, I.; CASTIEN, E.: "A comparison of methodologies used in the detection of the Pyrenean desman". *Mammalian Biology*, 68 (2003), 387-390.

- HEBERT, P. D. N.; CYWINSKA, A.; BALL, S. L.; DE WAARD, J. R.: "Biological identifications through DNA barcodes". *Proceedings of The Royal Society B Biological Sciences*, 270 (2003), 313-321.
- NORES, C.: "*Galemys pyrenaicus*" (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1811), in: Palomo, L. J.; Gisbert, J.; Blanco, J. C. (arg.). *Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad – SECEM – SECEMU, Madrid (2007), 96-98.
- NORES, C.: "Desmán ibérico – *Galemys pyrenaicus*", in: Salvador, A.; Cassinello, J. (arg.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid (2012). <http://www.vertebradosibericos.org>. 20 or.
- PEYRE, A.: "Ecologie et biogeographie du desman (*Galemys pyrenaicus* G.) dans les Pyrénées françaises". *Mammalia*, 20 (1956), 405-418.
- RICHARD, P. B.: "Détermination de l'âge et de la longévité chez le desman des Pyrénées (*Galemys pyrenaicus*)". *Terre Vie*, 30 (1976), 181-192.



Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

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

BAT 103 EUSKALTZALEEN TOPALDIA: EUSKARAREN HERRIA, ZUBIAK ETA PALANKAK

Jasone Mendizabal eta Alex Vadillo > Udalak eta euskaltzaleen elkarteak; funtzio banaketak eta lankidetzarako aukerak.

Kike Amonarriz eta Iker Martinez de Lagos > Bidegurutzetik ateratzeko palankak.

Xan Aire > Lurraldearen arteko harremanak: sistema eragile libre oso baten alde.

Mikel Irizar > Zubigintza, herri erakundearen eta gizarte erakundearen artean.

GUREAN ATALA

Paul Bilbao > Donostiako Protokoloa. Eta orain zer?

Fernando Ramallo > Eskualdeetako edo Eremu Urriko Hizkuntzen Europako Gutunaren 25. urteurrena.

Eduardo Apodaka, Idurre Eskisabel, Pablo Suberbiola eta Uxo Anduaga > "Jendaurrean erabili" Praktika Komunitatea euskarazko komunikazio publikoari eraginez.

Jon Artza > 1980 hamarkadako euskararen egoerari buruzko diskurtsoa.

Iñigo Beitia > Tokanoka Tribua: Eskoriatzako gazteak eta hitanoa: uste balore eta jarrerak.

MUNDUKO SOZIOLINGUISTIKAREN LEIHOA
Maximiljana Barančić. Zadarreko arbanasiera mintzaira, kontaktuan dauden hizkuntzen isla.

SEXUA, ZIENTZIAK AHAZTUTAKO ALDAGAIA

AINITZE LABAKA ETXEBERRIA
Erizaina, Oinarrizko Psikologia Prozesuak
eta Garapena saileko ikertzailea, EHU.

Zergatik diagnostikatzen zaizkie berandu emakumeei bihotzeko gaixotasunak? Ba al dute gizonek osteoporosirik? Depresioa pairatzen dutenen gehiengoa emakumezkoa bada, zergatik ikertzen da eskuarki animalia arretan? 1991n Bernadine Healyk *The New England Journal of Medicine* aldizkarian idatzitako editorial batek hautsak harrotu zituen, eta zeraz ohartarazteko bidea ireki zuen: sexu batean soilik egindako ikerketak ezin direla, besterik gabe, beste sexura orokortu. Baina, oraindik ere, zelula, animalia edota pertsona arrekin egiten du lan zientziak gehienetan, eta emeak amatasunaren eta menopausiaren gaineko ikerketetan soilik hartzen ditu kontuan. 2017an, *Journal of Neuroscience Research* aldizkariak gogorarazi digu sexua aldagai biologiko gisa kontuan hartzeko beharra, hots, subjektu ar eta emeen arteko ezberdintasunak kontuan hartzeko premia. Azter dezagun gatazka zientifiko horren bilakaera.

Yentl sindromea ez da egiazko sindrome bat, bai fenomeno larria, ordea. Bernadine Healy medikuak, *The Yentl Syndrome* izenburupean, salatu zuen gaixotasun kardiobaskularren bat zuten emakumeek, sarritan, diagnosi eta tratamendu desegokiak jasotzen zituztela. Film bateko protagonistaren omenez jarri

zion delako sindromeari Yentl izena. Filmean, Yentlek Talmud ikasketak egin nahi zituen, juduen arau eta ohituren ikasketak, alegia. Baina, emakumea izaki, galarazia zuen eskola hori, eta moztarotatu, eta gizon-plantak eginez soilik lortu zuen gizon-plantak aukera bera edukitzea.

Zer zerikusi du film horrek gaixotasun kardiobaskularrekin? Bada, Healyk honako lotura hau egin zuen: bihotzeko infartua izan zuten emakumeak aldeztu aurretik ondoeza sentituta ospitalera joaten zirenean, osasun-profesionalek ez zuten antzematen bihotzeko arazoa zenik, ez infartua gertatu

Laborategiko ikerketa gehienetan, sagu arrak erabiltzen dira.

ARG.: RAMA, WIKIMEDIA COMMONS/
CC-BY-SA-2.0-FR.





arte behintzat. Izan ere, kardiologiako esku-liburuetan bihotzeko anginare sintoma tipiko gisara sailkatutakoak gizonekin soilik egindako ikerketetatik eratorriak ziren. Baina bihotz-zainen anatomia desberdina da gizon-emakumeetan, eta baita sintomak ere. Hortaz, emakumeen ohiko sintomak ez zuten beti irizpide kliniko tipikoekin bat egiten, eta diagnosia nahasi egiten zuen horrek. Emakumeren batek gizonezkoen angina-min bertsua adierazten bazuen, aldiz, erraz diagnostikatzen zioten bihotzeko angina. Horrela konparatzen ditu, beraz, Healyk filma eta ospitaleetako egoera. Haren esanetan, gizon-itxura hartzean bakarrik lortzen zuten emakumeek, bi kasuetan, behar bezalakoa tratua —batean, gizon-arropak jantziz, eta, bestean, gizon-sintomak aurkeztuz—.

Editorial horren eskutik, bihotzeko anginare sexu-ezberdintasunak argituz joan dira. Angina-mina bihotzeko gutxiegitasun koronarioa dagoenean izaten da, eta, gizonetan, besoetara zabal daitekeen bularreko min edota presioaren sentipen modura deskribatu ohi da. Emakumeek ez dute beti angina-mina izaten bihotzeko infartu baten aurretik, eta, pairatzen dutenetan, minaren ezaugarriak ezberdinak izan daitezke: bularreko eztenkadak eta lepora, matrailezurrea, eztarrira, toraxera edo bizkarraldera hedatzen den mina. Arnasestua ere ohikoa da bi sexuetan.

Hala ere, Yentl sindromeak bizirik dirau, eta bada sasoi betean dagoela esaten duenik ere. Bihotzekoen intzidentzia gizonetan handiagoa denez, gaixotasun maskulinotzat hartzen da oraindik, ahaztu egiten baita bi sexuetako heriotza-kausa nagusia dela. Fenomeno eta hutsune horiek medio, bihotzeko gutxiegitasuna duten emakumeen pronostikoa makurragoa da gaurko egunez. Izan ere, proba diagnostiko eta tratamenduak emakumeentzat ez dira gizonentzat bezain zehatzak, aurretiko esperimenduak, oro har, sexu arrarekin egin baitira. Zergatik arrekin soilik, baina?

ADANEN SAIHETSETIK URRUN

Duela urte gutxi batzuk, uste zen ugalketa-sistemako zelulak soilik ezberdintzen zirela sexuaren arabera, gainerako zelula eta sistema biologikoak berdin-berdinak zirela emakume nahiz gizon izan. Gauzak horrela, esperimenduak arrekin egiteak nahikoa zirudien, ziurtzat hartzen baitzen emeetan ere emaitza berberak izango zirela. Orain, badakigu zelula orok duela bere jabearen sexua, eta ugalketa-sistemaz gaindiko ezber-

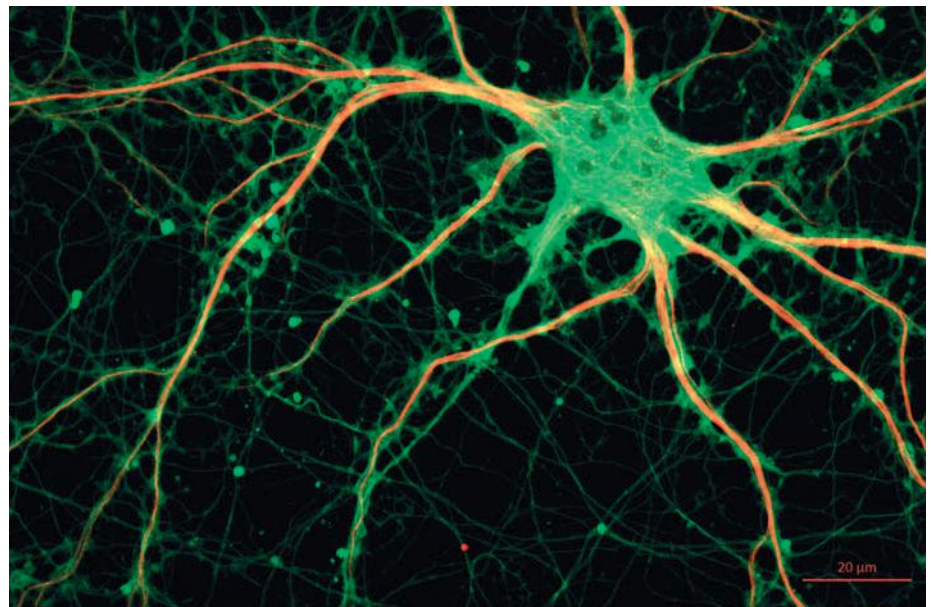


Bernadine Healy (1944-2011). Estatu Batuetako Osasun Institutuko (NIH) lehen emakumezko zuzendaria. *The Yentl Syndrome* editorial aitzindariaren egilea. ARG.: NIH.

dintasun ugari dagoela. Adibidez, emeen immunitate-zelulek indartsuago erantzun-go dute bakterio baten aurrean, eta errazago ezabatuko dute. Bestalde, berezko immunitate-erreakzio handi horrek badu bere alde txarra ere. Artritisaren eta esklerosi anizkoi-tzaren moduko gaitz autoimmune gehiago dute emakumeek; gaixotasun horietan, defentsak norberaren gorputzari erasotzen

diote. Emakumeek depresio-intzidentzia handiagoa izateak ere badu loturarik immunitate handi horrekin, defentsen etengabe-ko aktibitateak garuneko gune emozionalak kaltetu ditzakeela uste baita. Minbiziaz hiltzeko arriskua, aldiz, 1,6 bider handiagoa da gizonezkoetan. Azken horren zergatia ez badakigu ere, mekanismo antioxidatzaile ezberdinak eta immunitate-sisteman eta hormonetan dauden sexu-ezberdintasunak iradoki dituzte ikertzaileek.

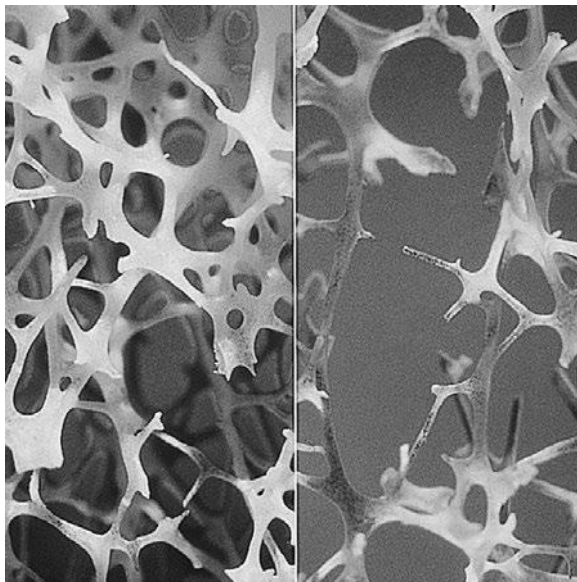
In vitro ikerketetan ere, hau da, animaliarik erabili gabe zelula hutsekin egindako ikerketetan, aurkitu dira sexu-ezberdintasunak. Neurona emeek, esaterako, arrek baino bi bider azkarrago asimilatzen dute dopamina, mina eta plazera erregulatzen dituen mezularia. Gainera, neurona ar eta emeek ezberdin jokatzen dute apoptosi-garrian, hots, zelulen hiltze-prozesuan. Muskuluetatik eratorritako zelula amei dago-kienez, zelula ama emeak iraunkorragoak dira, eta gaitasun handiagoa dute muskulu eskeletikoa birsortzeko. Bestalde, emeen gibelako zelulek CYP3A gene gehiago dute. Azken ezberdintasun hori berebizikoa da, gaur egun merkatuan dagoen farmako askoren metabolizazioan parte hartzen baitu gene horrek. Ildo horretatik, emakumeek farmakoen ondorio kaltegarriak jasateko % 50-75 arrisku handiagoa dute. Aurreko datuak ikusita, zaila da ulertzea zergatik ez diren egiten esperimenduak emeekin ere. Baina, jarraian ikusiko dugun moduan,



Arratoiaren garuneko neurona. Neuronek, beste zelula askoren moduan, ezberdin jokatzen dute sexuaren arabera. ARG.: ANDY MABBETT/CC-BY-SA-3.0.

Hezuraren egitura normala eta asaldaturako egitura. Osteoporosia emakumeekin lotzen bada ere, gizonezkoiei ere eragiten die.

ARG.: NIH/CC-BY-SA-3.0.



bada zientzia-komunitatean sakon erroto-tako ideia bat emeak esperimientuetatik baztertzea ekartzen duena, eta hilerokoarekin du zerikusia.

EMEAK, KONPLIKATUAK ALA EZEZAGUNAK?

Zenbait ikertzaileen esanetan, ikerketetan emeak gehitzeak esperimientuen metodologია korapilatu eta emaitza sendoak lortzea eragotziko luke, sagu emeak aldakorrakoak baitira. Aldakortasun hori ziklo estralak—gizakion hilerokoaren baliokidea— berezko dituen gorabehera hormonalei egotzi zaie. Ikerketen konplexutasuna areagotzeaz gain, emeen erabilerak esperimientuak garestituko lituzkeela ere iradoki da, lanordu gehiago beharko lirakekeelako une oro ziklo estraleko zein fasetan dauden zehazteko, eta sagu eme asko erosi beharko lirakekeelako zikloaren arabera taldekatu ahal izateko.

Aitzitik, 2014an AEBn arraza ezberdineta-saguak kontuan hartuz egindako analisi erraldoi batek erakutsi zuenez, emeak ez dira arrak baino aldakorrakoak; ez neurketa biologikoetan, ez eta jokabideari dagokionez ere. Bestela esanda, emeek hormonien gorabehera eta guzti izan dezaketen aldakortasuna ez da arren artean dagoena baino handiagoa. Azken ikerketa horrek ezbaian jarri du lehen funtsezkotzat jotzen zen ziklo estrala kontrolatzeko behar hori.

Kontuak kontu, argi dago bi sexuak hartu behar direla kontuan ikerketak zehatzak eta ustiagarriak izan daitezen, baina praktika erreala islatzen duten datuak ez dira oso pozgarriak. Gaitz kardiobaskularrak ikertze-ko saiakuntza klinikoen % 31k bakarrik har-

tzen ditu barnean emakumeak, eta emeekin egindako depresio-ikerlanak ez dira % 45era iristen. Gainera, biomedikuntzako Medline datu-basean egindako lan baten arabera, 2010 eta 2011n publikaturiko 443 artikuluetatik % 28k soilik erabili zituen sagu emeak, eta 2015ean minari buruzko Pain aldizkarian publikatutako 71 artikuluetatik 56k ez zuten emerik erabili.

TXANPONAREN BESTE ALDEA

Joera orokorra aurkakoa bada ere, badira emakumeetan intzidentzia handiagoa dutelako sexu arrear gutxi ikertutako zenbait gaitz; osteoporosia, esaterako. Pertsona batek osteoporosia duela esaten da haren hezurren trinkotasuna gutxitu, eta hezurra hausteko arriskua handitu denean. Asko ikertu da emakumeen osteoporosiari buruz, menopausia osten kasu ugari antzematen baita, baina gizonei ere eragiten die. Europan, osteoporosiarekin erlazionatutako aldaka-hausturen herena gizonezkoetan gertatzen da, baina aukera gutxi dituzte prebentzioa eta tratamendua jasotzeko, emakumeen gaixotasun postmenopausikotzat hartzen baita. Osteoporosi primarioa, ezagunena, adinarekin batera agertzen da, eta, menopausiarekin, larriagotu egiten da, ordura arte emakumearen hezurak babestu dituzten estrogenoek behera egiten baitute. Gizonetan, androgenoak dira funtzio babesleak dutenak, eta haiek oso pixkanaka gutxitzen direnez, gizonei ez zaie bat-batean agertzen osteoporosia. Osteoporosi sekundarioa, aldiz, ohikoagoa da gizonetan emakumeetan baino, eta hezur-masaren galera eragin dezaketen egoera kliniko eta trata-

menduekin du zerikusia. Informazio gutxi dugu, ordea, gizonezkoen osteoporosiaren inguruan.

Beste horrenbeste gertatzen da bularreko minbiziarekin ere. Oso intzidentzia txikia du gizonezkoetan, eta gaiaren inguruko ia ikerketa guztiak emakumeekin eta animalia emeekin gauzatu dira. Ezaguera eskasa denez, diagnostikoa berantiarra izan ohi da, eta tratamendua emakumeetan oinarritutakoa, nahiz eta gizonetan tumore-mota ezberdina izan daitekeela iradoki den.

Paradoxa badirudi ere, zenbait erakundek argi du, berdintasuna helburu, ikerketetan ar eta emeak bereizi beharra dagoela. Elikagai eta Sendagaien Elkarteak (FDA) eta Estatu Batuetako Osasun Institutuak (NIH) ikerlanetan bi sexuak aintzat har daitezen arautu dute. Gainera, ekimen horrekin bat egin dute Nature eta Journal of Neuroscience Research aldizkariak ere, besteak beste. ●

BIBLIOGRAFIA

- BAGGIO, G.; CORSINI, A.; FLOREANI, A.; GIANNINI, S.: "Gender medicine : a task for the third millennium". *Clin Chem Lab Med*, 51 (2013), 713-727. doi:10.1515/cclm-2012-0849.
- HEALY, B.: The Yentl Syndrome. *N. Engl. J. Med.* 325, (1991), 274-276. doi:10.1056/NEJM199107253250408.
- JOHNSON, P.; FITZGERALD, T.; SALGANICOFF, A.; WOOD, S.; GOLDSTEIN, J.: Why Women's Health Can't Wait. Brigham and Women's Hospital (2014).
- KLEIN, S. L.: "Immune Cells Have Sex and So Should Journal Articles". *Endocrinology*, 153(6) (2012), 2544-2550. <http://doi.org/10.1210/en.2011-2120>.
- PARK, S. M.; MERZ, C. N.: "Women and Ischemic Heart Disease: Recognition, Diagnosis and Management". *Korean Circ J*, 46(4) (2016): 433-442. <https://doi.org/10.4070/kcj.2016.46.4.433>.
- PRAGER, E. M.: "Addressing sex as a biological variable". *J. Neurosci. Res.*, 95 (2017), 11. doi:10.1002/jnr.23979.
- PRENDERGAST, B. J.; ONISHI, K. G.; ZUCKER, I.: "Female mice liberated for inclusion in neuroscience and biomedical research". *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 40 (2014), 1-5. doi:10.1016/j.neubiorev.2014.01.001.
- SHAH, K.; MCCORMACK, C. E.; BRADBURY, N. A.: "Do you know the sex of your cells?" *Am. J. Physiol. Cell Physiol.*, 306 (2014), C3-18. doi:10.1152/ajpcell.00281.2013.

Egileak Eusko Jaurlaritzaren doktoretza-aurreko laguntza eskertu nahi du.

ALZHEIMERRAZ AHAZTEKO ITXAROPENA

XABIER ASTIZ ZURUTUZA
Farmazialaria



Alzheimerra endekapen-dementia motarik ohikoena da. Hirugarren adineko pertsonak jasaten dute, eta adimen-funtzioei erasotzen die eguneroko jarduerak zailduz. Kaltea iraunkorra eta progresiboa da, eta, denboraren poderioz, pazientearen autonomia mugatzen du. Azkenean, bizitzeko behar diren organoei eragiten dien kalteen ondorioz, gaixoa heriotzara darama.

Zoritxarrez, gaur egunean ez dago alzheimerra sendatzeko modurik. Erabiltzen diren tratamendu farmakologiko eta ez-farmakologikoei gaixotasunaren eboluzioa makaltzeko eta pazientearen eta haren ingurukoen bizi-kalitatea hobetzeko bakarrik balio dute.

Orain, ordea, aducanumab izeneko farmako esperimentalak ateak ireki dizkio alzheimerra behin betiko senda dezakeen tratamendua aurkitzeko itxaropenari.

ALZHEIMERRAREN JATORRIAZ

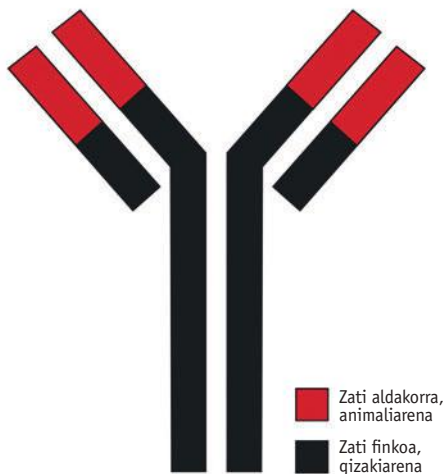
Alzheimerren jatorria zein den oraindik garbi ez dagoen arren, β -amiloidearen (β A) hipotesia jotzen da arrazoi nagusitzat. Horren arabera, buruan β A proteina metatzek zelula-kanpoko eta barneko plaka batzuk sortzen ditu, garunarentzat toxikoak direnak. Hori gertatzen da, segur aski, gorputzak proteina hori neurritz kanpo sortzen duelako edo kanporatu ezin duelako.

Alzheimerra jasateko arrisku-faktore garrantzitsu bat genetiko da. Dirudienez, 19. kromosoman dagoen E apolipoproteinaren genean legoke gaixotasunaren jatorrietako bat; izan ere, haren laugarren aleloa (ApoE4) β A ekoiztearekin erlazionatzen da. Baina badira beste arrisku-faktore batzuk ere, garunean halako plakak agertzearekin lotuta: adina, eramandako bizimodua, antiinflamatorio gehiegi hartzea eta aluminioa, esaterako.

ADUCANUMAB

Biogen izeneko elkarte amerikarrak garatu zuen aducanumab farmakoa. IgG1 motako giza antigorputz monoklonal selektibo bat da, β A-ren aurkakoa (1. irudia). Farmakoaren zati aldakorra arratoitik lortutakoa da, eta zati finkoa, berriz, alzheimer-kasu bereziki luze bat jasan zuen paziente batetik ateratakoa. Lehenengoak antigenoari (kasu honetan, β A-ri) erasoko dio, eta giza jatorriko zatiak, berriz, pazientearen immunitate-sistemaren partetik errefusik ez jasateko balioko du.

Zientzialarien iritziz, nahiz eta sintomak agertzen diren unean diagnostikatzen den alzheimerra, aurretik urte asko daramatzate β A-ren plakek pazientearen garunean metatzen. Horregatik uste dute huts egin dutela alzheimer oso garatua duten pazienteekin orain arte egindako proba guztiek. Orain, ordea, gaixotasunaren gradu baxua eta ertaina



1. irudia. Giza antigorputz monoklonal bat. Halakoa da aducanumab farmakoa.

duten pazienteekin ari dira egiten saiakuntza kliniko berriak, aducanumabekin egiten ari direnak, adibidez. Oraindik garapen-bidean dago farmakoa, baina sortzaileek frogatu dute paziente horien garunetik βA plakak deuseztatzen dituela. Ikerkuntzek arrakasta badute, etorkizunean, plakak oso goiz detektatu, eta medikuak aducanumab beste edozein medikamentu bezala errezetatu ahal izatea da saiakuntzen helburua.

LEHEN EMAITZAK

Duela bi urte, Biogenek PRIME izeneko 1b faseko saiakuntza klinikoa jarri zuen martxan. Urtebetean, hilean behin ematen zitzaizkien aducanumaben injekzioak parte-hartzaileei, eta haien eraginkortasuna, segurtasuna eta farmakozinetika nolakoa zen jakin nahi izan zuten.

Horretarako, 165 pazienteek hartu zuten parte; batzuei plazeboa eman zieten, eta beste batzuei, farmakoaren dosi ezberdinak (1, 3, 6 edo 10 mg/kg). Positroi Igorpenezko Tomografia (PET) bidez neurtu zuten aducanumaben eragina.

Urtebete pasatu ondoren, pazienteen PET irudiak tratamendua hartu aurreko erreferentziarekin konparatu zituzten. Konparazio horretan, zientzialariak ohartu ziren βA -ren mailen jaitsiera argi eta garbi ikusten zela, farmakoaren dosiaren arabera (2. irudia). Irudiek erakusten zuten, gainera, jaitsiera hori garunaren zati guztietan gertatu zen.

Halaber, eskaner horrekin lortutako beste emaitza batek ere beste berri pozgarri bat eman zuen: erabilitako dosia eta garuneko batez besteko βA -ren kantitatearen arteko

eskala, hain zuzen ere (3. irudia). Haren bidez, 26. eta 54. asteetako βA -mailak erreferentziarekin konparatu ahal izan ziren, eta ondorioztatu zuten farmakoaren eragina denboraren eta dosiaren mendekoa dela. Aurkikuntza hori historikotzat jo daiteke, lehen aldiz alzheimerraren gaixotasuna senda daitekeela pentsarazten baitu. Eta hori guztia gutxi balitz, 54. astean 10 m/kg-ko dosia hartu zuten pazienteen βA -maila 1.16koa izan zen, emaitza positiboak eta negatiboak diskriminatzen dituen 1.10eko balioaren mugatik oso gertukoa.

“Mini Mental State Examination (MMSE)” eta “Clinical Dementia Rating (CDR)” izeneko metodoak ere erabili zituzten; narriadura kognitiboak detektatu, erregistratu eta patologia horien eboluzioak aztertzeke erabiltzen diren puntuazio bidezko bi metodo dira. Metodo horietan, pazienteak galde-sorta bat bete behar du, eta ateratako puntuazioaren arabera, pazientearen demenzia-mailaz jabetzen da medikua. Galdera guztiei erantzuteko 5-10 minutu nahikoak izaten direnez, sarri erabiltzen dira biak demenzia-mailen azterketak egiteko. 1b fase honetan MMSE eta CDR erabili zituztenean, ikusi ahal izan zuten βA -mailen jaisteak onurak ekartzen dituela.

Aducanumab segurtasunaren ikuspuntutik aztertuta, nahiko farmako segurutzat jo

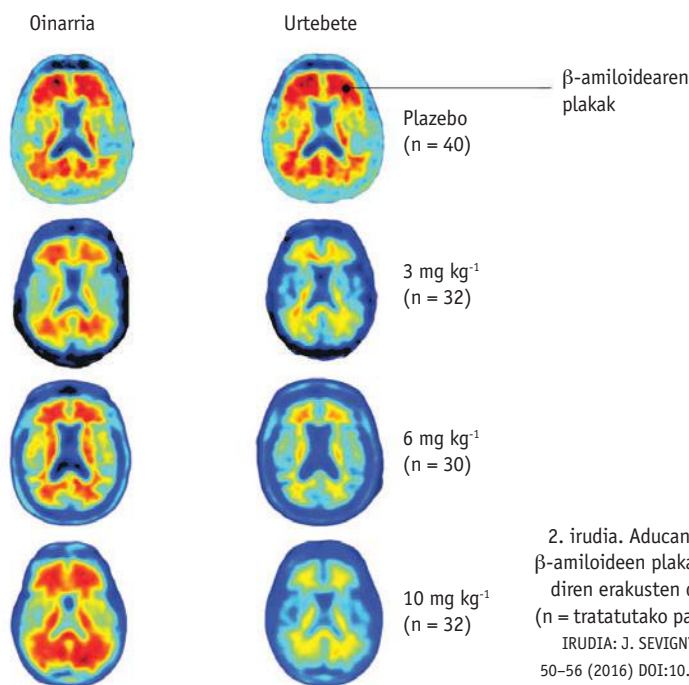
daiteke. Buruko mina, gernu-infekzioa, arnas traktuaren infekzioa eta ARIA (Amyloid-Related Imaging Abnormalities) deritzonak izan ziren kontrako efekturik sarrienak. Azken horiek erresonantzia magnetiko bidezko irudietan aurkitutako anomaliak dira, eta edemak, mikrohemorragiak eta siderosiak izan ziren anomalia horiek agertu izanaren arrazoiak. Ondorio kaltegarri horiek guztiak jasan zituzten pazienteak larrialdietan tratatu zituzten arren, inor ez da ospitaleratu izan. Hildakorik ere ez zen egon.

Amaitzeko, aducanumaben farmakozinetika (gehieneko kontzentrazioa eta kurba normalaren azpiko azalera), dosiaren arabera lineala izan zen tratatutako pertsona guztietan. Plasman erdibizitza biologikoa, berriz, hogei ta bat egunekoa. Bestalde, aducanumaben aurkako antigorputzak paziente guztien % 3ak baino ez zituen garatu. Eta antigorputzen eragina iragankorra eta antigorputz-titulu minimoen bitartez izan zenez, ondorioztatu zuten ez dutela eraginik aducanumaben farmakozinetikan eta segurtasunean.

Emaitza horiei jarraipena emateko, saiakuntza klinikoaren hirugarren faseak jarri zituzten martxan.

SAIO KLINIKOEN AZKEN FASEAK

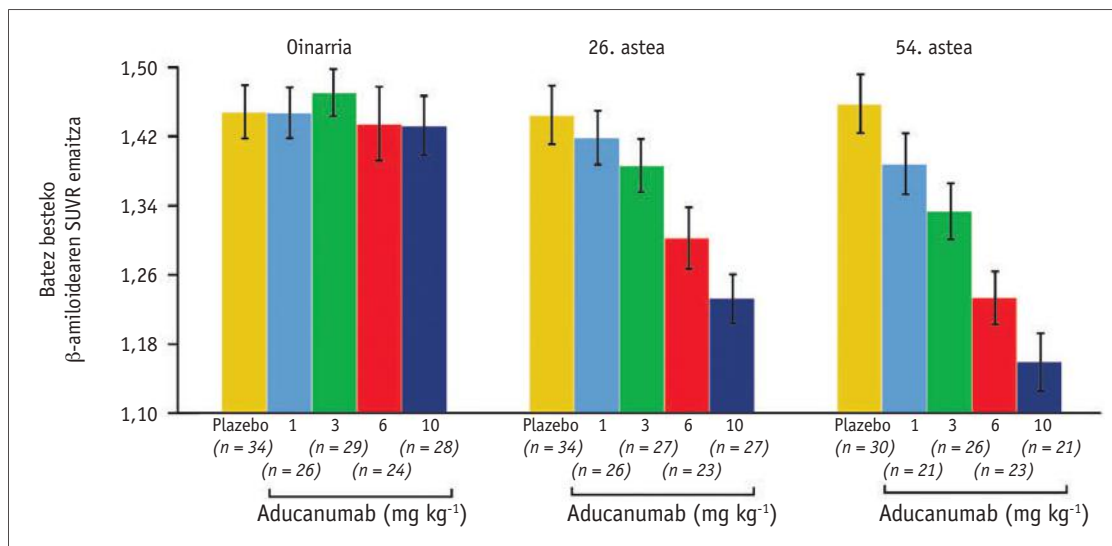
Saiakuntza klinikoaren hirugarren eta azken faseek EMERGE eta ENGAGE izena dute.



2. irudia. Aducanumaben eraginez β -amiloideen plakak nola murrizten diren erakusten duten PET irudiak (n = tratatutako paziente-kopurua).
IRUDIA: J. SEVIGNY ET AL. NATURE 537, 50-56 (2016) DOI:10.1038/NATURE19323.



3. irudia. Aducanumaben eragina β -amiloidearen mailan, dosiaren arabera (n = paziente-kopurua). IRUDIA: J. SEVIGNY ET AL. NATURE 537, 50–56 (2016)
DOI:10.1038/NATURE19323.



2015ean hasi ziren, eta zazpi urte iraungo dute. Haien helburua da 1b faseko aurkikuntzak egiaztatzea, eta alzheimer-gradu baxua eta ertaina duten pertsonetan aducanumaben eraginkortasunaren eta segurtasunaren azterketarekin jarraitzea.

Horretarako, mundu osoko 400 ospitaletako 3.000 pazientearekin egingo dituzte saioak. Baina ez du edozein paziente baliokiderik parte hartu ahal izateko. Pazienteak irizpide batzuk bete beharko ditu, probetan parte hartu ahal izateko: PET eskanerarean β A-ren emaitza positiboa izatea, ApoE4 genotipoa identifikatzeko baimena ematea, 24 eta 30 arteko puntuazioa izatea MMSE metodoan eta 0,5eko emaitza izatea CDR metodoan, besteak beste. Bestalde, angina ezegonkor edo miokardio-infartuaren historia klinikoa, anemia edo gibel edo giltzurruneko gaixotasun kronikoren bat duten pazienteek, berriaz, ezingo dute probetan parte hartu.

Fase honetan, aurrekoan bezala, antigorputzaren dosi ezberdinak injeztatuko zaizkie gaixoei, hilean behin, eta 2022. urtean, PET, CDR eta MMSEren emaitzak plazeboarekin konparatuko dira.

JARRAIPENA FARMAZIATIK

Beste edozein farmakorekin bezala, aducanumabekin ere egin diezaikegu pazienteari jarraipen farmakoterapeutikoa farmaziatik.

Farmazia-bulegoan eskaintzen den zerbitzu bat da hori, eta pazientearen bizi-kalitatea hobetzea du helburu. Horretarako, gaixoaren tratamenduen eraginkortasuna eta segurtasuna areagotu nahi da, sendagaien

erabilerekin erlazioa izan dezaketen arriskuak gutxituz. Metodologia edo sistematika zehatz bat erabiliz egiten da jarraipen farmakoterapeutikoa, eta, horretarako, nahitaezkoa da paziente artatzen duen osantalde multidiziplinarrean farmazialaria sartzea.

Zerbitzua aurrera eraman ahal izateko, aldizkako elkarrizketak izan behar dira farmazian pazientearekin edo haren zaintzailearekin. Eta elkarrizketa horietan, aducanumabek pazienteari sor diezazkiokeen osasun-arazo txikiez ohartu gaitezke. Kontuan eduki behar da alzheimerre duten pazienteak pertsona adinduak eta tratamendu farmakologiko anitzeko pazienteak izaten direla, eta, horren ondorioz, asko handitzen dela osasun-arazo berriak sortzeko arriskua. Hori dela eta, aducanumaben ondorio kaltegarriak sor daitezke botikaren beraren zuzeneko eraginarengatik edo beste botikekin izandako elkarrekintzagatik. Farmazian hautemandako osasun-arazo hauek erregistratuta utzi eta gero, saiakuntza klinikokoan parte hartzen ari den medikuari jakinaraziko genizkioke. Etxe-medikuarekin ere harremanetan jarriko ginateke, beharrezkotzat joz gero. Zikloarekin amaitzeko, pazienteak medikuaren kontsultatik irtetean, beste elkarrizketa baterako data bat zehaztuko genuke.

Hala, saiakuntzaren hirugarren fase honetan parte hartu eta lagundu dezakegu farmazialariok, aducanumab alzheimerrearen aurkako behin betiko sendagaia izan dadin etorkizunean.

Azkenik, aipatu beharra dago farmazian egindako bilera horiek lagungarri izango direla etorkizunean pazienteari jarraipen farmakozinetikoa egiten jarraitzeko. Erregistratuta edukiko dugun informazio guztiaz gainera, pazientearekin eta hainbat esparrutako medikuekin izango ditugun harremanak ere estuagoak izango dira, betiere pazientearen mesedetan. ●

BIBLIOGRAFIA

SEVIGNY, J. ET AL.: "The antibody aducanumab reduces ab plaques in Alzheimer's disease". *Nature*, Vol 537 (2016).

WILLIAMS, L.; STELLA, H.; LEITERMANN, K.; MIKULSKIS, A.; O'GORMAN, J.; SEVIGNY, J.: "First-in-human, double-blind, placebo-controlled, single-dose escalation study of aducanumab (BIB037) in mild-to-moderate Alzheimer's disease". *Alzheimer's Dementia*, Vol 2 Issue 3 (2016), 169-176.

SELKOE, D.J.; HARDY, J.: "The amyloid hypothesis of Alzheimer's disease at 25 years". *Review EMBO Molecular Medicine*, 8 (2016), 595-608.

Panorama actual del medicamento (PAM). Número 396 volumen 40.

EKINEAN



Emma López de Armentia Adan Biologia Molekularrean eta Biomedikuntzan doktore

*“Ikerketak asko eskatzen du,
baina baita asko eman ere”*

Emma López de Armentia Adan ia-ia halabeharrez sartu zen ikerketa-munduan. Dienez, txikitatik zituen gustuko biologia, giza gorputza... Beraz, bazirudien medikuntza ikastera bideratuko zela. Baina gaztetan ikasketei behar baino arreta gutxiago jarri zienean, azkenean Giza Nutrizioa (...)

EKINEAN

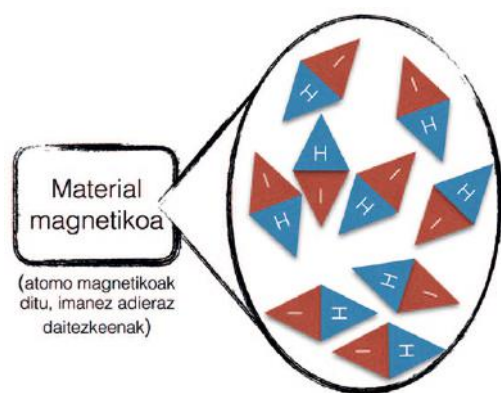


Nekane Castillo Eguskita Ingurumen Zientzietan ikertzailea

*“Ingurumenaren eta
gizartearen arteko
elkarrekintza interesatzen
zait”*

Alemaniatik etorri berria da Nekane Castillo Eguskita. Euskal Herriko Unibertsitatean egiten ari den tesiaren barruan, hiru hilabeteko egonaldia egin du Lüneburgeko Unibertsitatean. Artean han zela kontatu digu hara iritsi bitartean izan (...)

GAI LIBREAN



Materialak ere frustratzen dira IRENE URCELAY

Frustrazioa egunerokotasunean sentitzen dugu, eta ia beti era negatiboan ikusten dugu: porrotaren alboan, iluntasunean, alde ezezagunean. Baina, ez al da ideia on eta berrien abiapuntu? Eta bizidunok bakarrik sentitzen al dugu? Ez, materialek ere frustrazioa izaten dute, eta putzutik irteteko hartzen duten jarrerak ondorio oso interesgarriak izan ditzake.

Zenbatetan gertatzen da denbora luzez zerbait prestatzen ariku eta azken momentuan zerbait gure proiektua zapuztea? Edota (...)

Abendura arte



aldizkaria.elhuyar.eus



www.facebook.com/elhuyar.aldizkaria



@elhuyaraldizk

Argitaratzailea:

elhuyar
Zientzia

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

Zuzendaria: Aitziber Agirre, a.agirre@elhuyar.eus

Publizitate-arduraduna: Izaro Aizpurua,
i.aizpurua@elhuyar.eus

Hizkuntza-arduradunak: Maddi Aranguren, Alaitz Imaz,
Saroí Jauregi.

Erredakzio-taldea: Aitziber Agirre, Egoitz Etxebeste,
Ana Galarraga.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak:
Xabier Astiz, Itziar Cortés, Amairu Esnaola, Ainitze Labaka,
Igor Leturia, Manu Ortega.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: NASA/Jet Propulsion Laboratory - Caltech

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: Leitzaran Grafikak

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

Harpidetzak: Izaro Lanberri, harpidetza@elhuyar.eus.

Paperean eta edizio digitala:

Urtean 4 zenbaki (martxo, ekaina, iraila eta abendua)

Euskal Herria eta Espainia: 16 €.

Beste herrialdeak: 28 €.

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

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-769/85

ISSN: 2255-4998

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

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

KULTURA ETA HIZKUNTZA
POLITIKA SAILA

DEPARTAMENTO DE CULTURA
Y POLÍTICA LINGÜÍSTICA

“Kultura eta Hizkuntza Politika Sailak (Hizkuntza Politikarako Sailburuordetza) diruz lagundua”

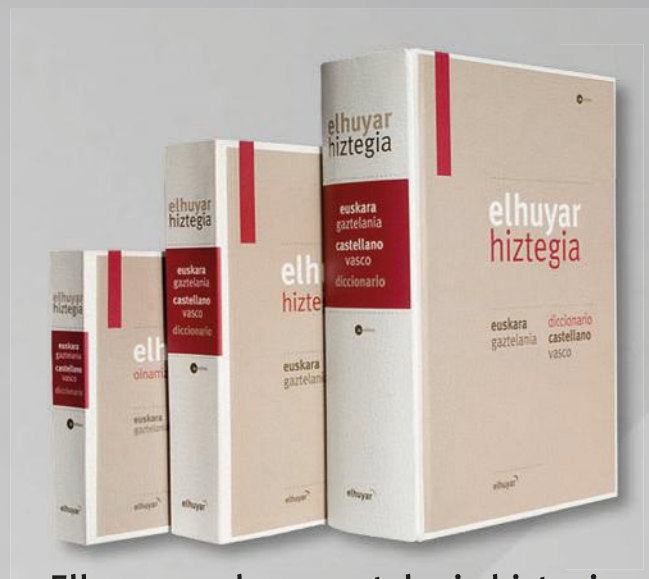


Gipuzkoako Foru Aldundia

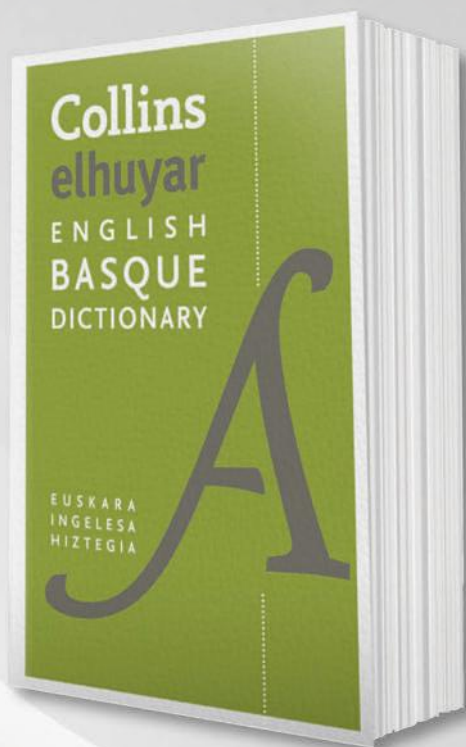
DANOBAT GROUP Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.;
ULMA Koop. Elk.; EIKA Koop. Elk.; LAGUN ARO Koop. Elk.

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

elhuyar.eus/denda



Elhuyar euskara-gaztelania hiztegia



Collins Elhuyar euskara-ingelesa hiztegia

Collins.elhuyar.eus



Dictionnaire Elhuyar



Elhuyar Dictionary



Elhuyar ikaslearen
hiztegia



Elhuyar sinonimoen
kutxa



hiztegiak.elhuyar.eus



Kindle-rako



Mugikorretarako



ZIENTZIALARI TXIKIENEK ERE GOZATU ETA BIZITZEKO!



17 €