

# ELHUYAR

zientzia eta teknologia

Ondarearen  
gordailua

Elkarrizketa:  
**Helena Matute**  
Psikologo esperimental

---

# BASABIZITZA IKUSMIRAN



9 770213 368709

00324

4,70  
euro



# EZ DA DIRUDIENA

# AZALDU ZURE IKUSPUNTUA

AURTEN SARI BERRI BAT, LEHEN SEKTOREARI LOTUTAKO LANENTZAT



LANAK AURKEZTEKO: [cafelhuyarsariak@elhuyar.com](mailto:cafelhuyarsariak@elhuyar.com)

INFORMAZIOA ETA OINARRIAK: [cafelhuyarsariak.elhuyar.eus](http://cafelhuyarsariak.elhuyar.eus)

LANAK AURKEZTEKO AZKEN EGUNA: 2017ko otsailaren 17a

ANTOLATZAILEAK

CAF elhuyar

BABESLEAK

neiker  
tecnalia

ELUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO

ELUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO  
HEZKUNTZA, HEZKUNTZA POLITIKA  
ETA KULTURA SALA

“**N**ork bere aukerak bilatu behar ditu” 25

“**H**ezetasuna da gure borroka. Beste lekuetan kutsadura izaten da” 29



“**Z**erbait aldatuko litzateke zientzian ikertzaileen artean aniztasun handiagoa balego, adibidez, etnia, genero eta maila sozioekonomikoari dagokionez?” 41

“**G**izakia, eboluzio biologiko mantsok mugatuta, ezingo litzateke harekin lehiatu” 45

“**O**dol gehiegi izateak sukarra eragiten zuen, eta behazun gehiegik idorreria” 47

**30 urteko ibilbidea**

Hogeita hamar urte bete ditu aurten *Elhuyar* aldizkariak. Ingeniaritzako ikasle euskaltzale batzuek sortu zuten, 70eko hamarkadan, ilusioz beterik, eta aldatzen eta indartzen joan da proiektua geroztik, 1996an zientzia-dibulgaziora bideratutako aldizkari bilakatu eta egungo aldizkarira iritsi arte.

Gazte haien ilusioaz eusten diogu guk ere zientzia gizarteratzeko konpromisoari, ezagutza zientifiko eta teknologikoak bete-betean eragiten baitu gizartearen aurrerapen sozial eta ekonomikoan. 30 urte horien babesean baina aurrera begiratu, une hau aprobetxatu nahi izan dugu zientziaren eta herritarren arteko harreman labainkorra mahaigaineratzeko. Zenbait alorretako adituei eskatu diegu beren iritzia. Herritarrok ikusle pasibo izateari utzi eta hitza hartu behar al dugu zientzia-arloko erabakietan? Zerk eragiten du gizartearen sektore handi batek zientzia hain urrutitua sentitzea? Galdera gakoak, gure ustez, zientzia demokratizatzeko helburua dugunontzat. Zuek ere galdera horietaz hausnartzera gonbidatzen zaituztegu. Gustura jasoko ditugu zuen iritzia aldizkaria@elhuyar.com helbidean edo [aldizkaria.elhuyar.eus](http://aldizkaria.elhuyar.eus) webgunean, iruzkin modura.

Bestetik, Helena Matute psikologo esperimentalak ere ekarri dugu gurera. Sinesmen faltsuak nola sortzen ditugun aztertzen du Matutek Labpsico laborategian, eta argi adierazi digu: denok dugu halako sinesmen faltsuak sortzeko joera. Horren inguruko gogoeta partekatu du gurekin.

Gainera, iraganaren eta etorkizunaren arteko zubi-lana egin nahi duen Gordailua erakutsi nahi dizuegu; iraganeko kulturaren eta ohituren berri ematen duten objektuak etorkizunera nola eramaten. Milaka pieza kondizio berezietan gordetzen ditu Gipuzkoako ondarearen Gordailuak, kaltetu ez daitezten, eta haren barrenak erakutsiko dizkizuegu.

Basabizitzari ere begirada bat eman diogu, munduko argazkilari onenen begietatik nola ikusten den jakiteko. Beti da plazer bat Wildlife Photographer of the Year lehiaketa ospetsuko argazkilariak eta haien lanak ezagutzea. Hemen duzue aukera!

**Aitziber Agirre Ruiz de Arkaute**

*Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkariaren zuzendaria



ELKARRIZKETA

**Helena Matute Greño****Psikologo esperimentalak**

Guztiok dugu kausa-efektua erlazioa bilatzeko bulkada, baita erlaziorik ez dagoenean ere. Hain justu, hori da sinesmen faltsuak sortzeko mekanismoetako bat. Halakoak ikertzen ditu Helena Matute Psikologia Esperimentaleko katedradunak.

34

**BASABIZITZA IKUSMIRAN**

Tim Laman biologo eta argazkilariak hiru egun pasatu zituen zuhaitzera igo eta jaisten, buruan zuen irudia lortzeko. Aurtengo basabizitzaren argazki onena izan da, Wildlife Photographer of the Year lehiaketa ospetsuan. Urtero bezala, beste hamaika argazki zoragarri ere ekarri dizkigu lehiaketak. Gure aukeraketa, hurrengo orrietan.



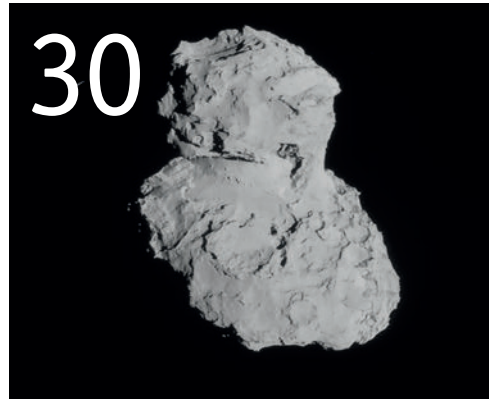
26

## Ondarearen gordailua

Iraganeko kulturaren eta ohituren berri ematen duten objektuak etorkizunera eramatea du helburu Gordailuak, Gipuzkoako Ondare Kultural Higigarriaren Zentroak. Milaka pieza ditu, kondizio berezietan gordeta, denboraren joanari ahalik eta gehiena lapurtzeko asmoz.

## Rosettak argitutako hamaika sekretu

Rosetta harria gako izan zen hieroglifikoak deskodetzeko. Harri haren izena eman zion Europako Espazio Agentziak kometen misterioa argitzeko helburu zuen misioari: Rosetta misioa.



30

## Rush doktorearen pilulak

XIX. mendearen hasieran, Thomas Jeffersonek espedizio bat antolatatu zuen, Ipar Amerikaren mendebalde ezezaguna esploratzeko. Lewisek eta Clarkek gidatu zuten arriskuz betetako espedizio hurra. Rush doktorearen merkuriozko pilulek garrantzi handia izan zuten espedizioan. Baita, 200 urte geroago, arkeologoentzat ere.

46



38

## Zientzia herriarentzat eta herriarekin

Erronka handiei egin beharko die aurre zientziak hemendik aurrera: ikerketa eta berrikuntza arduratsua egiten ez duenak ez du Europako finantziatorik jasoko. Eta argi definitu du Europak zer den zientzia arduratsua: gizartearen parte-hartzea bermatzen duena eta gizartearen kezkei eta arazoei irtenbidea ematen diena. Paradigma-aldaketa bat dakar horrek, eta zientzialarien erreakzioa eragin du jada.



# aurkibidea ]

4 **MUNDU IKUSGARRIA**  
**BASABIZITZA**  
**IKUSMIRAN**

12 **ALBISTEAK**

22 **2016ko Nobel sariak**

25 **EKINEAN**  
**Edurne Mugarza Strobl**

26 **Iraganaren etorkizuneko gordailua**

30 **Rosettak argitutako hamaika sekretu**

34 **ELKARRIZKETA**  
**Helena Matute Greño**

38 **Zientzia herriarentzat eta herriarekin**

42 **ANALISIA**  
**Herriarren zientzia, etorkizuneko zientziaren giltzarri?**  
GARAZI ANDONEGI BERISTAIN

44 **MUNDU DIGITALA**  
**Adimen artifizialaren erronkak eta arriskuak**

46 **ISTORIOAK**  
**Rush doktorearen pilulak, Lewis eta Clarken espedizioan**

48 **IRAULTZA TXIKIEN LEKUKOAK**  
**Iñaki Alegria Loinaz**

50 **GAI LIBREAN**  
**Kosmetikoak analizatzeko metodo garbiagoen bila**  
JOSU LOPEZ-GAZPIO

53 **GAI LIBREAN**  
**Laguntza bidezko ugalketa minbizia duten emakumeetan**  
XABIER ASTIZ ZURUTUZA

56 **Sarean**

# BASABIZITZA

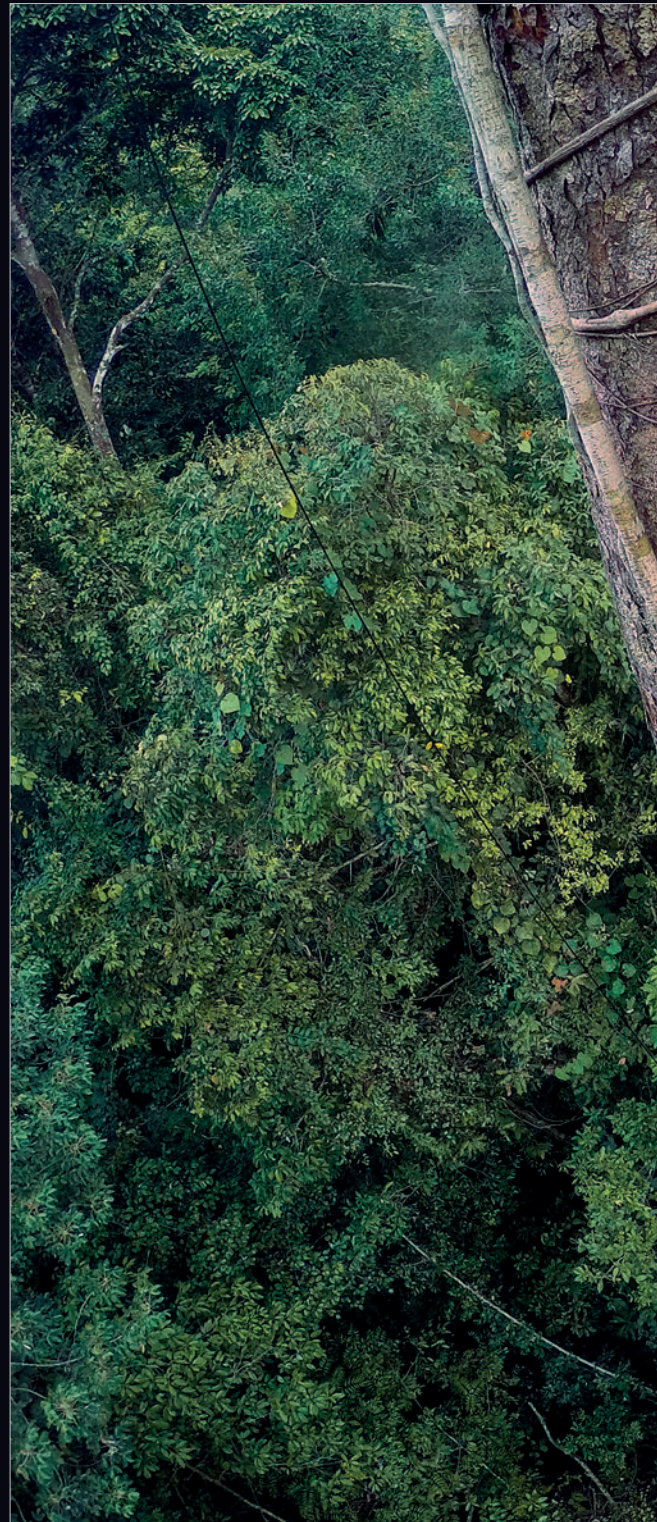
## Wildlife Photographer of the Year 2016

ORANGUTAN GAZTEA ERRAZ DOA zuhaitzean kiribildutako pikondo igokarian gora. Behean utzi du basoa. 30 bat metro egin behar ditu gora, baina badaki goian pikuak aurkituko dituela. Lehena-go ere izana da zuhaitz honetan pikuak jaten. Ongi ezagutzen du eremu zabal hau, Borneoko Gunung Palung Parke Nazionala, orangutanen babesleku urrietako bat. Badaki zein zuhaitzetan eta noiz aurkituko dituen fruitu helduak.

Tim Laman biologo eta argazkilariak bazekien bueltatuko zela, eta hiru egun pasatu zituen zuhaitzera igo eta jaisten, goian kamera batzuk jartzeko. Horrela lortu zuen buruan zuen irudia.

Aurtengo basabizitzaren argazki onena izan da, Wildlife Photographer of the Year lehiaketa ospetsuan. Eta, urtero bezala, beste hamaika argazki zoragarri ere ekarri dizkigu lehiaketak. Gure aukeraketa duzue hurrengo orrietan. ●

**Elkarri lotutako bizitzak**  
(*Entwined lives*)  
TIM LAMAN (AEB)



# IKUSMIRAN



ARG.: TIM LAMAN/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2016



ARG.: VALTER BINOTTO/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2016

### Haizeko konposizioa (*Wind composition*). VALTER BINOTTO (Italia).

Haize-bolada bakoitzak polen-zaparradak eragiten zituen, neguko eguzkiaren argitan. Urritzek lore arrak eta emeak dituzte zuhaitz berean. Adarretatik zintzilik dauden gerbek 240 lore ar inguru dituzte; gandor gorriko kuskua dira emeak. Zuhaitz berean egonik ere, ernalketarako, beharrezkoa da polena zuhaitz batetik bestera garraiatzea. Haizeak egiten du lan hori.

### Ugaltze-putzua (*Puddle of procreation*) CYRIL RUOSO (Frantzia)

Frantziaren erdialdean, hostoek taninoz tindatutako putzu honetan, igel arrak akziorako prest daude. "Eme bat iritsi orduko erotu egiten ziren, denak emea estali nahian", dio Cyril Ruosok.

Bost ar eme bakoitzeko; lehia gogorra. Emea besarkatzea lortzen duen arrak eutsi egin beharko dio, emeak ehunka arrautza jartzen dituen bitartean. Argazkian, hurrengo emearen zain daude arrak.



ARG.: CYRIL RUOSO/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2016





ARG.: GANESH H. SHANKAR/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2016

**Kaleratze-saiakera** (*Eviction attempt*). GANESH H. SHANKAR (India).

Indiako Keoladeo Parke Nazionalean, papagaiak habiara itzuli zirenean, musker bat sartu zitzaieela ikusi zuten. Berehala hasi ziren hura bidali nahian. Buztanean mokoka egiten zioten, eta baita zintzilik jarritz tira ere. Orduan, muskerria zuloan gorde zen. Eta papagaiak beste habia baten bila joan behar izan zuten.



ARG.: TONY WU/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2016

### **Lutiano-festa** (*Snapper party*). TONY WU (AEB).

Hilero, ilbetearen bueltan, milaka lutiano gorri (*Lutjanus bohar*) ugaltzeko elkartzen dira, Palau inguruan (Pazifikoaren mendebaldean). Horren berri izan zuenean, Tony Wu-k ez zuen ulertzen zergatik zeuden hain argazki gutxi. 2012an saiatu zen lehenengoz, eta orduan ulertu zuen. Korrante etengabe batek asko zailtzen zuen posizioa mantentzea, argi gutxi zegoen, eta ura arrautzaz eta espermaz betetzen zen. Ez zuen lehenengoan lortu. Baina urtero jarraitu zuen saiatzeko. Konturatu zen "kate-erreakzio moduko bat" zela han gertatzen zena, eta gakoa zela akzioa bereganantz zetorrenean harrapatzea.



ARG.: ANGEL FITOR/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2016

### **Azken argia** (*The dying of the light*). ANGEL FITOR (Espainia).

Mar Menor aintziran (Murtzia) udazkenean urak hoztearekin batera hiltzen dira marmokak. Luze itxaron behar izan zuen Angel Fitorrek argazkia ateratzeko kondizio egokiak izan arte. Azkenean, eguzkia Baron uhartearen atzean ezkutatu zen ilunabar perfektu batean, 40 cm-ko marmoka hau agertu zen, ur-azalean geldí. Ez zen ígeri egiteko gai. Haren azken orduak ziren.



ARG.: IAGO LEONARDO/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2016

### **Desagertzen diren arrainak** (*The disappearing fish*) IAGO LEONARDO (Espainia)

Itsaso zabalean ez dago non ezkutatu, baina, hala ere, *Selener vomer* espezieko arrainak trebeak dira kamuflatzen. Azken ikerketek diotenez, azaleko zeluletako plaketa berezi batzuen bidez, argi polarizatua islatzen dute, eta ia ikusezin bihurtzen dira. Plaketa horiek ispiluak baino eraginkorragoak dira, eguzkiaren angeluaren arabera desberdin islatzen baitute argia.



## Arrantza banatzen

*(Splitting the catch)*

AUDUN RIKARSEN (Norvegia)

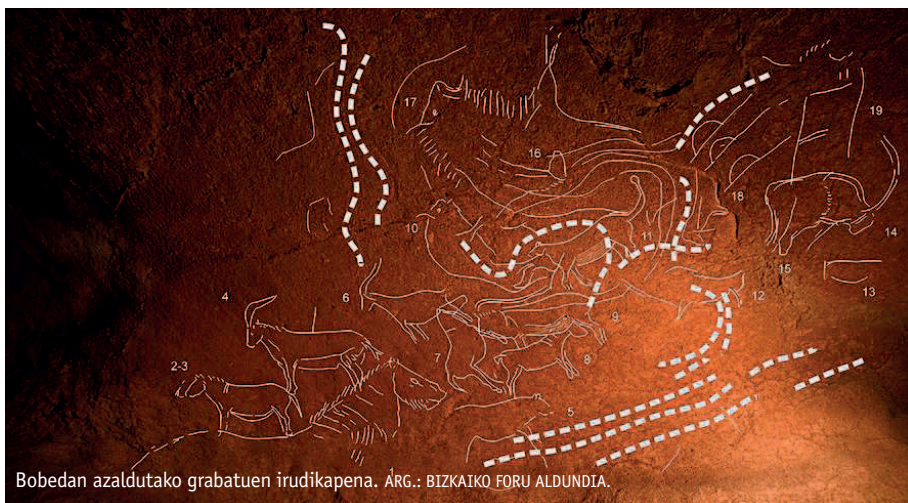
Arrantzaleek askotan bilatzen dituzte orkak eta xibartak, sardinzar-sardak aurkitzeko. Baina azken urteetan orkak eta baleak ere arrantza-ontziei jarraitzen hasi dira. Orka ar handi honek ongi ikasi du zer soinu egiten duten ontzietik sareak biltzean. Saretik ihes egiten duten sardinzarrak jaten ari da.





ARG.: AUDUN RIKARSEN/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2016

# Arte paleolitikoaren altxor berria Lekeitioko Armintxe kobazuloan



Bobedan azaldutako grabatuen irudikapena. ARG.: BIZKAIKO FORU ALDUNDIA.

Lekeition kobazuloa oso ezaguna den arren, inork ez zuen espero honelako altxorra azalduko zenik kobazuloaren bukaeran: berrogeita hamar animalia-irudi ikusgarri, tartean bi lehoi —Kantauri Itsasoaren inguruan inoiz azaldu gabeko animaliak—. Denak duela 14.500 urte ingurukoak.

ADES taldeko espeleologoek aurkitu zituzten irudiak udaberrian. Bizkaiko Foru Aldundiko Ahalduen Nagusi Unai Rementeriak adierazi duenez, “paleolitiko garaiko artearen benetako santutegi bat, Iberiar penintsula osoan ezagutzen den multzo ikusgarri eta harrigarriena” da. “Benetako altxorra. Gizaki guztioi dago-kigun altxorra”.

Bi lehoiez gain, hamasei zaldi, bost ahuntz, bi bisonte eta identifikatu gabe-

ko lau animalia azaldu dira, bobeda kokatuta dagoen tokiगतिक argi natural soilaz ikusten direnak. Denak harriaz grabaturik daude, eta detaile handiz irudikatuak, Madeleine aldiko artean ohikoa den bezala: ilea, ahoa, begiak eta bestelako elementuak kontu handiz eginda azaltzen dira.

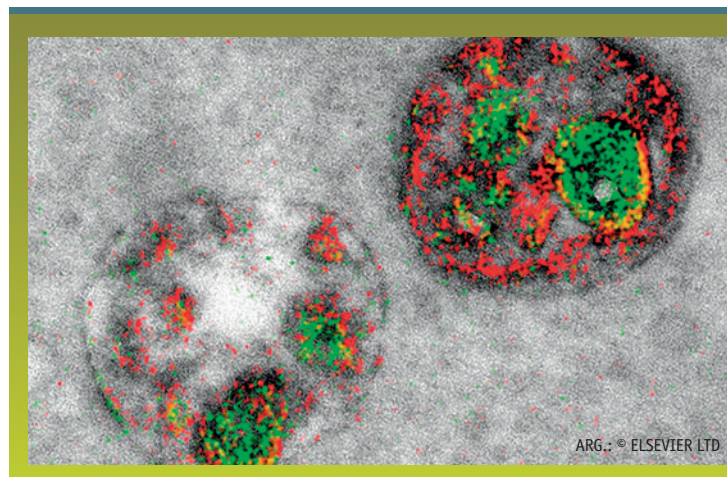
Historiaurreko katedradun eta Kantabriako Unibertsitateko César González lanean aritu da koban: “teknika paleolitiko xumeak erabiltzen zituzten, baina oso ondo moldatzen zituzten esku artean zuten euskarrira. Armintxe kobazuloko kareharriak paretan zimirtsua eta ezegonkorra bihurtzen du, eta erraz askatzen da. Harriaz grabatzean kareharria pixka bat altxatu egiten da eta oso ondo ikusten da irudia”.

Lehoiari dagokionez adierazi du felinoak Iberiar Penintsularen iparraldetik duela 10.000 urte inguru desagertu zirela, Europako beste toki batzuetatik beranduago desagertu baziren ere. Baina Armintxe kobazuloak badu bestelako altxorrik ere: irudi abstraktu batzuk azaldu dira, klabiformeak deritzenak. Irudi abstraktu horiek Pirinioen bestaldean azaltzen diren sinboloen berdin-berdinak dira. Horrek agerian uzten du hemengo eta Pirinioen bestaldeko populazioen artean komunikazioa zegoela. Gonzálezen arabera, “handik ereduak eta ideiak iristen ziren. Baina interakzioa bi zentzutan izan zen, hemengo elementuak ere han azaltzen baitira”.

Haiek mugimendu handiko garaiak izan zirela dirudi. Gonzálezen esanetan, “ingurumenaren faktorea izango zen tartean, baina antolaketa sozialak bizi zituen aldaketek eragindakoak ere izango ziren. Garai honetan, ustiapen ekonomikorako estrategiak dezente aldatu ziren. ●



Lehoi baten grabatua azaldu da Armintxe kobazuloan, Kantaurin azaldu den aurrenekoa. ARG.: BIZKAIKO FORU ALDUNDIA.



ARG.: © ELSEVIER LTD

## Mikroskopia elektronikoa, lehendabiziko aldiz koloretan

Mikroskopia elektronikoen objektuak 10 milioi aldiz handiago erakuts ditzakete, eta mundu mikroskopikoari begiratzeko oinarritzko erreminta dira. Baina orain arte zuri-beltzean bakarrik ikustea lortzen zuten. Teknika berriak hiru metal erabiltzen ditu —lantanidoak—, geruzetan zelularen gainean jarrita. Metalak elektroioak galtzen dituztenean, galera detektatu egiten du mikroskopia, eta galera bakoitza kolore artifizial batekin erakusten du. Oraingoz hiru kolore bakarrik sor ditzakete: gorria, berdea eta horia. ●

# Bueltan dira Saturnoko haize bortitzak

## Jet korrante handiaren berezitasunak argitu dituzte EHUko ikertzaileek

Ekaitz erraldoi bati jarraituz, Saturnoko jet korrante handiaren ezaugarriak aztertu dituzte EHUko Zientzia Planetarioen taldeko ikertzaileek. Ekuatorean ekialdetik mendebalderantz doazen haizeek 1.650 km/h-ko abiadura hartzen dutela ikusi dute; Lurreko urakan suntsitzaileenek izaten dutena baino hiru aldiz handiagoa. [Nature Communications aldizkarian argitaratu dute lana](#).

Abiadura handiko haize-korrante ia horizontalak dira jet korranteak. Saturnoko ekuatorekoak 70.000 km inguru hartzen ditu iparraldetik hegoaldera, gure planetaren tamainarena halako bost. Eguzki Sistemako jet korranterik zabalena eta bortitzena da. Ez dago teoriarik korrante horren izaera azaltzeko, ez eta zein indarrek elikatzen duten azaltzeko ere. [2003. ur-](#)



Saturno, 2015eko ekainaren 30ean Hubble Espazio Teleskopioko Wide Field Camera 3 kameraren bitartez behatuta. Beheko koadroan ekaitz erraldioa ikus daiteke. ARG.: ZIENTZIA PLANETARIOEN TALDEA, EHU / HUBBLE SPACE TELESCOPE WFC3 (NASA/ESA).

[tean Zientzia Planetarioen taldeak ohartarazi zuen haizeak asko ahuldu zirela](#), Voyager zundek planeta bisitatu zutenean behatutakoarekin alderatuta.

“Iazko ekainean, Bilboko Ingeniaritza Eskolan 28 cm-ko teleskopio xume batekin ikusi genuen orban distiratsu bat zegoela Saturnoren ekuatorean, 1.600 km/h abiaduran mugitzen ari zena —dio Agustin Sánchez Lavegak, EHUko Zientzia Planetarioen Taldeko zuzendariak—; halako abiadurarik ez da ikusi Saturnon 1980tik”.

Taldeak berak garatutako eta Almeriako Calar Alto ko behatokiko teleskopio batean instalatutako PlanetCam kamera erabiliz, ikusitakoa baieztatu ahal izan zuten. Baina ikertzaileek xehetasun gehiagoz ere aztertu ahal izan dute fenomenoak; izan ere, Hubble Espazio Teleskopioa erabiltzeko baimena lortu baitzuten. “Hubblen behatzeko denbora lortzea oso zaila da, oso lehiakorra baita, baina haren bidez lortutako

irudiak oso kalitate onekoak dira, eta erabakigarriak izan dira ikerketan”, azaldu du Sánchez Lavegak.

Orban distiratsua 7.000 km inguruko ekaitz erraldoi bat zen; eta hango hodeien eta inguruko mugimendua aztertuta, informazio berria lortu dute ikertzaileek jet korrante handiaren egiturari buruz. Ikusi dute atmosferan zenbat eta sakonago, orduan eta indartsuagoak direla haizeak. Goi atmosferan 1.100 km/h abiadurak neurtu dituzte, eta 150 km inguruko sakoneran 1.650 km/h-koak. Gainera, haize sakona egonkorra da, baina goi atmosferan oso aldakorrek dira korrante ekuatorialaren abiadura eta zabalera, intso-lazio-zikloaren eraginez. Saturnoren eraztunen itzalpean indartu egiten dira haizeak. ●



## Eman hegoak euskarari

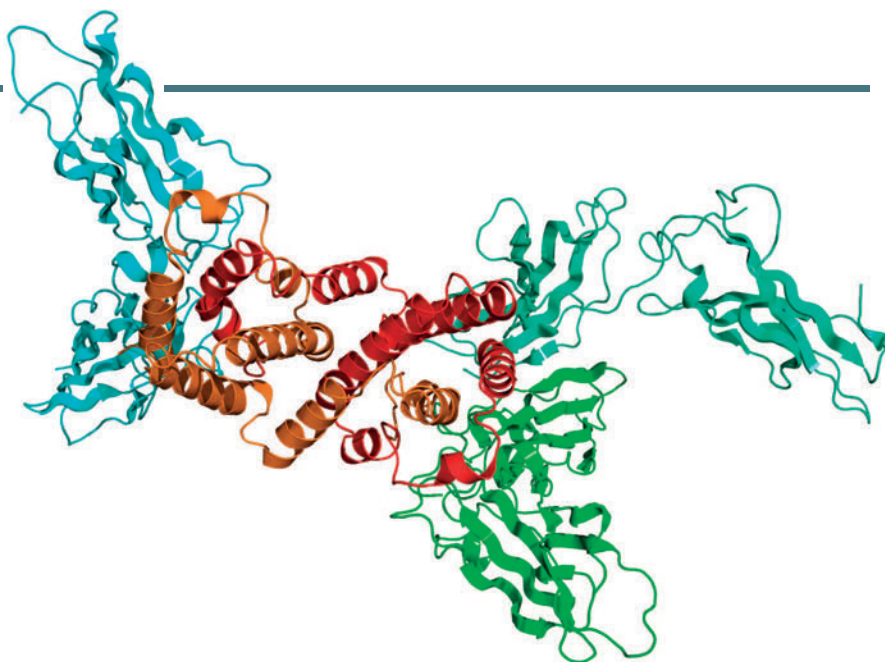
Euskara airean dago: egunerokoaren txoko guztietara zabaldu da, eta nahi duguna adierazteko eta lortzeko erabil dezakegu. Egin dezagun hegaz euskararekin eta euskaraz lagunekin, kideekin, neska-mutil berezi horrekin... noranahi heltzeko. Geure modura.

# Mintz-hartzaileen mekanismo molekularra deszifratu nahian

Gure zelulen mintzak proteinak erakusten ditu kanpoaldera. Proteina horiek gure zelulen atezainak dira; mintz-hartzaileak. Hormonekin, neurotransmisoreekin eta antzekoekin bat egin, eta molekula horien mezua pasaratzen dute zelularen barrualdera. Ez da harritzekoa, hortaz, gaur egun egiten diren sendagaien % 70 inguru mintz-hartzailei eragiteko diseinatuak izatea. [Cell aldizkarian argitaratutako ikerketa berri batek hartzaileen eta mintzaren arteko elkarrekintza nolakoa den argitu du, eta gakoa izan daiteke mintz-hartzaile horien jarduera erregulatzen duen mekanismo molekularra ulertzeko.](#)

2008an 11 haurren osasun-txostenak iritsi ziren ikertzaileen eskuetara. Haur horiek guztiak mikobakterioen infekzioek eragindako disfuntzio bat zuten. Konturatu ziren denek mutazio bera zutela, justu mintzeko hartzaile batean: gamma interferona ezagutzen duen hartzailean. Gamma interferonak erantzun immunologikoan hartzen du parte, hortaz, bere hartzailean mutazio bat izateak infekzio bakterianoari aurre egin ezinik uzten zituen zelulak.

“Mutazio horren ondorioz, makinaria zelularrak azukre bat gehitzen dio mintz-hartzaileari puntu jakin horretan, eta hartzailearen aktibitatea blokeatu egiten da” —adierazi du Xabier Contreras Biofisika Unitateko (EHU/CSIC) ikertzaile eta lanaren egileetako batek—. “Hartzailea ez da funtzionala ez dagoelako egon behar duen tokian. Galektina izeneko proteinak azukrea antzematen dionean, hartzailea hartu eta tokiz aldatzen du mintzean”. Hartzailea aktibo egon dadin, gakoa da mintzetako gune berezi ba-



tzuetan egotea —nanodomeinu lipidikoetan—, eta galektinak hortik atera egiten du.

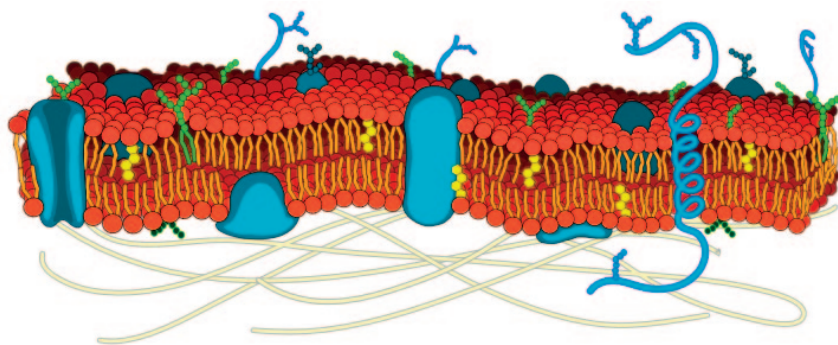
Ikerketak balio izan du mutazio hori dutenentzako botikak nondik nora garatu daitezkeen jakiteko, galektinarekin lehiatzen den azukrea botata, hartzailea funtzionala dela ikusi baitute ikertzaileek, mutazioa izanda ere ez baitu tokiz aldatzen.

## Ozeano bat bezala

Ikerketaren oihartzuna, ordea, hartzailea mintzeko nanodomeinu lipidikoei nola lotzen zaien argitzeagatik etorri da. “Zelulen mintzak ozeano bat bezalakoak dira —azaldu du Xabier Contrerasek—, eta ozeano horretan irla txikiak daude. Mintzeko proteinak ozeano horretan edozein tokitan egon daitezke berez, baina aktiboak irla horietan daudenean bakarrik dira. Lipido jakin (batez ere kolesterolaz eta esfingolipidoez) osatutako gune horietatik kanpo daudenean, ezin

dute beren funtzioa bete”. Ikerketa hone-tan gamma interferonaren hartzaileak nanodomeinu horiekin lotzen dela argitu dute. “Etorkizunean lortuko bagenu hartzailea nanodomeinu horietara zerk bideratzen duen eta aktibo/inaktibo zergatik dagoen jakitea, hartzaileengan eraginez seinalizazio zelularrak eteteko edo areagotzeko moduan egongo ginateke” —adierazi du Biofisika Unitateko ikertzaileak.

“Lipidoak etengabe mugitzen ari dira, oso denbora-eskala txikian: mikrosegundu bat eta hamar nanosegundu bitartean. Hiri handi baten modukoak dira, non denak bueltaka dabiltzan, denak doazen toki batetik bestera. Batzuk bidean gurutzatzen dira, besteek elkar ezagutu eta elkar interakzionatzen dute... Orain ikertzen ari garena da zerk eragiten duen proteinak irla lipidikoei lotzea, baina oso zaila da hori argitzea, interakzioak mikrosegundu batzuk besterik ez baititu irauten”. ●



Zelulen mintzak oso dinamikoak dira. Etengabe mugitzen ari dira lipidoak eta proteinak, nanosegundoen eskalan. ARG.: WIKIMEDIA.



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](http://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](http://www.elhuyar.eus)

elhuyar



ARG. PIXABAY

## Airearen kutsadurak eta trafikoaren zaratak hipertentsioa eragin dezakete, gizentasunak bezainbeste

Kutsadurak Europako biztanleengan epe luzera nola eragiten duen aztertzeko jaio zen ESCAPE proiektua, eta [emaitzak](#) argiak dira: airearen kutsadurak eta trafikoaren zaratak hipertentsioa eragin dezakete. Ikerketa Norvegia, Suedia, Danimarka, Espainia eta Alemaniako 41.000 herritarrekin egin da, eta beste datu bat ere utzi du: Alemaniak eta Espainiak dute aireko kutsadura handiena, eta Suediak eta Espainiak trafiko-zarata handiena.

Ikertzaileen arabera, airearen kutsadurak gehiegizko pisua edukitzearen pareko eragina du hipertentsioari dagokionez; 25-30 bitarteko Gorputz Masaren Indizea edukitzearen parekoa, hain zuzen ere (18,5-25 bitarteko indizea da pisu normala). Airean dauden hainbat tamainako partikulen kontzentrazioa neurtu dute, tartean 2,5 mikrakoak —biriketan sakonki barnerratzen direnak—, eta hauxe ondorioztatu dute: 2,5 mikrako partikulen kasuan, airean

metro kubikoko 5 mikrogramo gehitzen den bakoitzean % 20 handitzen da hipertentsioa izateko arriskua. Ezin dugu ahaztu, hipertentsioa dela arazo kardiobaskular eta heriotza askoren atzean da goen gaixotasuna.

Badirudi airearen kutsadura kimikoak eta zaratak bide desberdinetatik eragin dezaketela hipertentsioa: aire-kutsadurak bihotzaren eta odol-hodien inflamazioa eta estres oxidatiboa eragiten du (gorputzean pilatu diren molekula kaltegarriengatik),

eta nerbio-sistemaren funtzionamenduan desoreka ere ikusi dute. Trafikoaren zaratak, ordea, badirudi nerbio-sistemaren eta sistema hormonalaren funtzionamenduan eragin dezakeela.

Ikertzaileek adierazi dute Europako ohiko kutsadura-mailatik behera bizi diren pertsonengan ere ikusi dutela poluzioaren eragina. Horrek agerian utzi du egungo legediak ez gaituela aire-poluzioaren eragin kaltegarrietz modu egokian babesten. ●

## Garuna zahartu ahala tolestura aldatzen da

Ugatzunon ezaugarria da garunazal handia izatea, eta tolesturei esker lortzen da garunazal handi hori espazio txiki batean sartzea. Izatez, ugatzun guztion garunazalak arau unibertsal batzuren arabera tolestoen dira. [Ikerketa berri batek](#) argitu du, ordea, tolesturak adinarekin aldatzen direla.

Izan ere, zahartzearen lehenengo kanpo-adierazlea larruzala da, irmotasuna eta elastizitatea galtzen duelako. Baina garunazalari ere antzeko zerbait gertatzen zaio: zahartzen goazen heinean tentsioa murrizten da eta garunazalaren tolesturan igartzen. Garunazalaren morfologia osasunean eta gaixotasunean nola aldatzen den ere ikertu nahi izan dute, eta agerian geratu da alzheimer gaitza duten pazientei lehenago egin diela behera tentsioak. ●



Ikertzaileetako bat, giza garuna eskuetan duela. ARG.: NEWCASTLE UNIVERSITY.

# Paleoproteomikaren aukera berriak

Paleontologiarako baliabide berria aurkeztu dute: fosiletatik DNA beharrez, proteinak erazi eta identifikatzea. Izan ere, antzinako fosiletatik kolagenoa eraztea lortu dute, hezurretan ohikoa den proteina bat, eta masa-espektroskopiaz kolagenoaren aminoazidoen sekuentzia analizatu. Paleoproteomika teknika jaioberria den arren, adituek ilusioz esan dute antzinako proteinen analisiak aukera asko ireki ditzakeela etorkizun hurbilean.

Frantziako Grotte du Renne kobazuloan erabili dute oraingo. Kobazulo horrek neandertalen eta gizaki modernoaren arteko trantsizioa ulertzeko informazio garrantzitsua du. Europan bizi ziren garaiko industria litiko baten arrastoak ditu: erremintak ondoan animalien hortzekin, hezurrekin eta maskorrek in egindako bitxi ar-

tistikoak azaldu ziren, eta haien ondoan, identifikatu ezin ziren giza hort txiki batzuk.

Mende erdia pasa da apaingarri artistikoak aurkitu zituztenetik, baina ez baida handia zegoen: *Homo sapiens* egindako bitxiak zirela iradoki zuten ikertzaileek, neandertalek adierazpen

sinbolikorako gaitasunik ez zutela sinetsita. Azkenean, neandertalek egindakoak direla frogatu du [paleoproteomikak](#). Badirudi, hortaz, neandertalek haien burua apaintzeko bitxi artistikoak egiten zituztela, oraindik ere ikertzaile batzuek gaitasun kognitibo hori onartu nahi ez badiete ere. ●



ARG.: MARIAN VANHAEREN

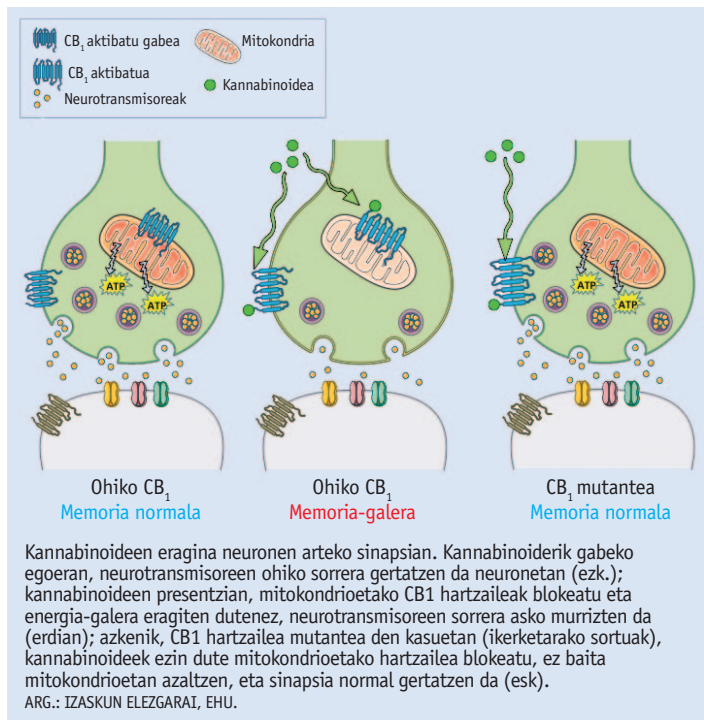
# Kannabinoideek neuronen energia-galera eragiten dute

Garuneko aktibitate zelularrik sostengu energetiko handia behar du. Etengabe sortu behar dute energia neuronan mitokondrioek. Baina kannabinoideek —gure gorputzak sortutakoak zein *Cannabis* landareak sortutakoak— zuzenean prozesu hori inhibitzen dute, eta ondorioa nabaria da garunean: amnesia.

Kannabinoideek neurone-tako mintz-hartzaile batzuk inhibitzen dituzte, baina orain arte uste zuten neuronan mintz plasmakoan bakarrik eragiten zutela. Oraingoan, ordea, mitokondrioetako mintzetan ere eragiten dutela ikusi dute. Ondorioz, mitokondrioetako energia-sorrera blokeatzea lortzen dute, eta neuronetako energia-galera horrek nahikoa neurotransmisore

ez sortzea eragiten du. Sinapsia ez da behar bezala ematen.

*Nature* aldizkariak argitaratu du ikerketa berria, EHUko Neurozientziak Saileko ikertzaileek Frantziako ikertzaile batzuekin elkarlanean egindakoa. “Mitokondrioen funtzionamendu okerrak ondorio larriak izan ditzake garunean. Adibidez, disfuntzio mitokondrial kronikoak neuroendokapeneko gaitzen sorreran eragiten du, alzheimerrean, iktusean edo zahartzeari lotutako gaitzetan”, adierazi du Pedro Grandes ikerketa-taldearen buruak. “Baina orain arte ezezaguna zen arnasketa zelularen murrizketak garunaren goi mailako funtzioetan ere eragina bazuenik, esaterako memorian”.



Kannabinoideen eratorriek terapiarako aukera asko ematen dute, baina haien erabilera mugatua izan da, dituzten albo-ondorioengatik; tartean, aipatutako memoriaren galera. Hemendik

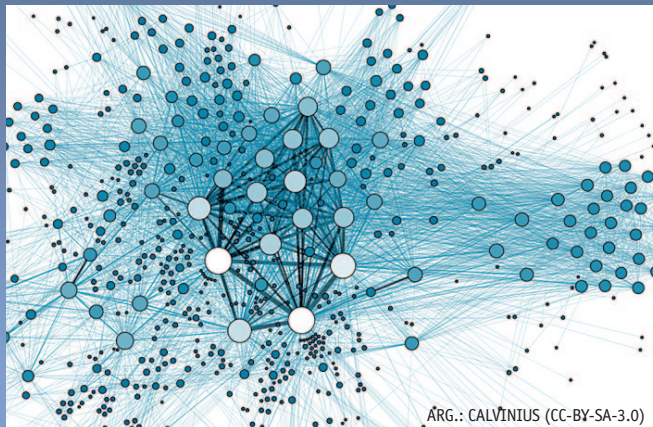
aurrera halako botikak diseinatzerakoan mitokondrioetako energia-galera hori etetea izan beharko dute helburu. ●

## Ikasteko gai diren neurona-sare artifizialek memoria hobea dute orain

Garuna imitatuz ikasteko gaitasuna duten neurona-sare artifizialei memoria nabarmen hobetu diete Google DeepMind-eko iker-tzaileek.

Ohiko ordenagailuek datu konplexuak prozesatzeko gaitasun handia dute, beren memoriari esker; baina horretarako norbaitek programatu behar ditu, ez baitute ikasteko gaitasunik. Neurona-sare artifizialek, berriz, garunaren antzera ikasteko gaitasuna dute, baina ez dute datu konplexuak prozesatzeko beharrezko den memoria-egiturarik.

Bada, Google DeepMind-eko iker-tzaileek ordenagailuen eta neurona sareen ezaugarri horiek elkartuta “ordenagailu neuronal diferentziagarria” deitu diotena sortu dute. Hain zuzen ere,



ARG.: CALVINIUS (CC-BY-SA-3.0)

neurona-sare bat da, adibideetatik abiatuta edo proba eta erroreak bidez ikasteko gai dena, baina, ordenagailuen RAM memoriaren gisako kanpo-egitura bat ere badu. “Orain arte neurona sareek memoria eta prozesamendua batera egiten zituzten —azaldu du adimen artifizialean aditua den Gor-

ka Azkune iker-tzaileak—; hori dela eta, zaila zen denbora-erlazio luzeko arazoak behar bezala ebaztea, baita orokortze gaitasuna izatea ere. Orain, DeepMind-ek kanpo-memoria bat duen neurona-sare bat eratu du. Eta neurona-sare horrek berak ikasten du memorian zer gorde, zer ezabatu, noiz,

eta abar, datu bidezko ikasketaketa-fase batean”.

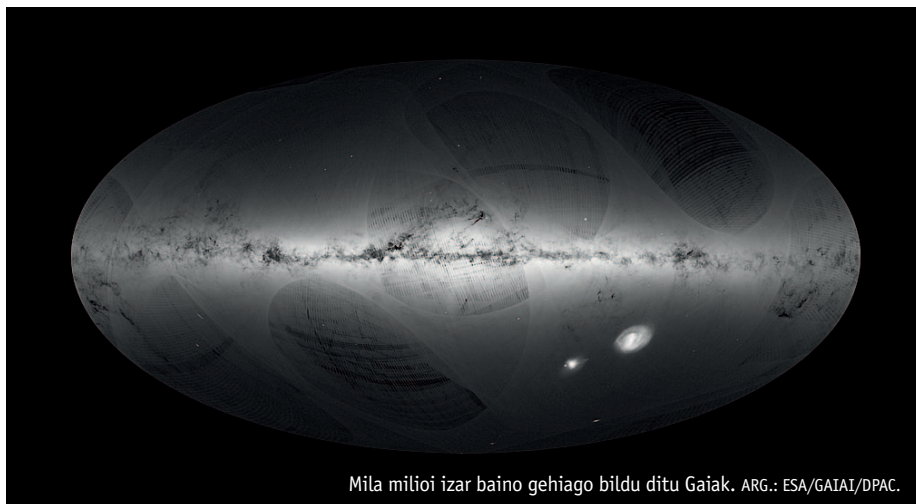
Ikertzaileek erakutsi dute neurona-sare hori gai dela zuhaitz-erako grafikoak eta garraio-sareak ulertzeko; adibidez, Londresko metroaren ibilbide hoberenak kalkulatzeko, aurretik garraio-sistema horren berri izan gabe. Eta frogatu dute gai dela ohiko neurona-sare artifizialentzat ezinezkoak diren problema konplexuak ebazteko. “Aurrera pauso handia da, hainbat arazo konplexutan orain arteko emaitzak hobetu baitituzte”, dio Azkunek. “Memoria adimenaren funtzio oso garrrantzitsua da eta DeepMind-ek era berri bat aurkeztu du gaitasun hori modu artifizialean gauzatzeko”. ●

## Esne Bidearen mapa osatuena

Gaia sateliteak bere lehen lan-urtean behatu dituen izarrekin osatutako mapa aurkeztu du Europako Espazio Agentziak (ESA). Gaiaren helburua [Esne Bidearen](#) hiru dimentsioko mapa osatzea da, eta mila milioi izar baino gehiago biltzen ditu dagoeneko.

Izarren kokapena ez ezik, haien distira ere neurtu du Gaiak, eta haietako batzuk xehetasun handiagoz ere aztertu ditu. Hala, bi milioi izarren distantziak eta mugimenduak ere jaso ditu.

Europa osoko 450 zientzialari eta informatikari aritu dira Gaiak jasotako datuak interpretatzen. Emaitza ikusgarria da: aurreko katalogoak baino 20 aldiz izar gehiago ditu oraingoak, eta bi aldiz zehatzagoa da. Tartean, 2.149 izar aldakor ere aztertu ditu, adibidez. Izar horiek handitu eta txikitu egiten dira ziklikoki;



Mila milioi izar baino gehiago bildu ditu Gaiak. ARG.: ESA/GAIA/DPAC.

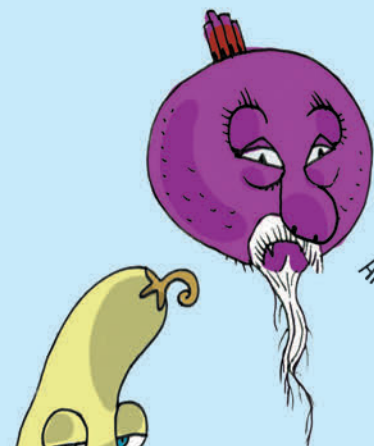
horren ondorioz, argitasun aldakorra dute. Haietako asko Magallanesen Hodei Handian daude, eta Gaiak bere lehen hila-betean aztertu zuen inguru hura.

Misioa ez da hemen amaitu: Gaiak aztertu dituen mila milioi izar horiek Esne

Bideak dituenaren % 1 baino ez dira. ESAkoen arabera, ordea, orain arte bildutako datuak oso baliagarriak izango dira etorkizunean izar gehiago aztertzeke eta haiekiko distantzia zehazteko. ●

# ALAZA PUPURU

Eraman etxera **Jakoba Errekondoren** jakintza  
puntako **8 marrazkilari** hauek umorez komiki bihurtuta



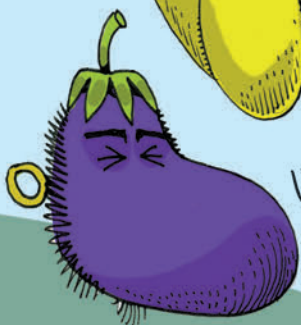
ANTON OLARTAGA



JOSEBA LARRATXE

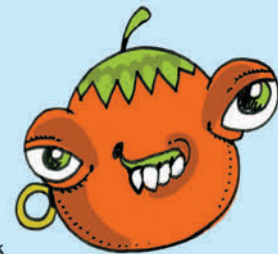


ZALDIEROA



UNAI ITURRITAGA

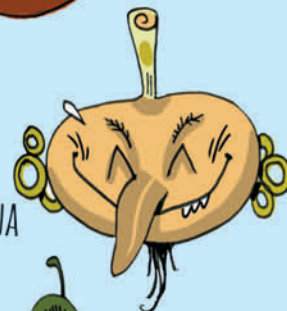
BARATZEA MUNDU ASKOTARAKO ATARIA DA:  
GURE KULTURAREN OINARRIA DEN LURRA  
LANTZEAREKIN BATERA JORRATZEN DITUGU  
INGURUMENA, HIZKUNTZA, SEXUA,  
ELIKADURA, UMOREA, EKONOMIA...



UNAI GAZTELUMENDI



AINARA AZPIAZU "AXPT"



"MATTIN" MARTIARENA



ASISKO

EROSI 101 ORRIKO  
KOMIKI LIBURUA KOLORETAN

19'50€

**18€**

harpidedunentzat

## ANTOLATU KOMIKHITZALDIA ZURE HERRIAN

Landareen inguruko gaiak  
azaltzen ditugun bitartean,  
komikiak sortuko ditugu,  
zuzenean!

☎ 943 371 545

[www.argia.eu/denda](http://www.argia.eu/denda)  
[edukia@bizibaratzea.eu](mailto:edukia@bizibaratzea.eu)



**ARGIA**  
argia.eu

**BIZI  
BARATZEA**  
bizibaratzea.eu

## Obulu bideragarriak sortu dituzte laborategian, azaletik abiatuta

Saguen azaleko zeluletatik abiatuta obuluak laborategian sortzea lortu dute ikertzaile japoniar batzuek. Prozesu osoa laborategian egitea lortzen den lehenengo aldia da. Obulu horietatik ondorengo osasuntsuak atera dira, gainera.

Ikerketa-taldeak urteak daramatza ildo horretan lanean. 2012an erakutsi zuten obulu bideragarriak lortu zituztela, azaleko zelulak birprogramatuz sortutako zelula ametatik abiatuta. Zelula germinal primordialak lortu zituzten, alegia, garatuz gero espermatozoide edo obulu bilakatuko diren zelulak. Kasu hartan, zelula horiek obulu bilakatzeko, saguen obarioetan sartu zituzten.

Orain azken pauso hori ere laborategian egitea lortu dute. Horretarako, zelula germinal primordialak obarioetan sartu beharrean laborategian hazi dituzte, sagu-fetuen obarioetatik erauzitako zelulen artean jarrita. Laborategiko "obario" horietako bakoitzean 50 bat obulu garatzea lortu dute. Sortutako obuluak sagu emeei sartu zizkieten, eta 11 kume atera ziren.

Jaiotako kumeak osasuntsuak dira, eta ugalkorrak; izan ere, ikertzaileek adierazi dute dagoeneko ondorengoak ere izan dituztela. Ikertzaileen hurrengo helburua da sagu-fetuen obarioetako zelulak erauzi behar ez izatea. Horretarako, zelula horiek ordezkaturako lituzkeen errektibo bat lortu nahian ari dira. ●



Saguen zelula ama enbrionarioetatik laborategian sortutako obuluak. ARG.: O. HIKABE ET. AL., *NATURE* 538, 7625 (20 OCTOBER 2016) © MACMILLIAN PUBLISHER LTD.

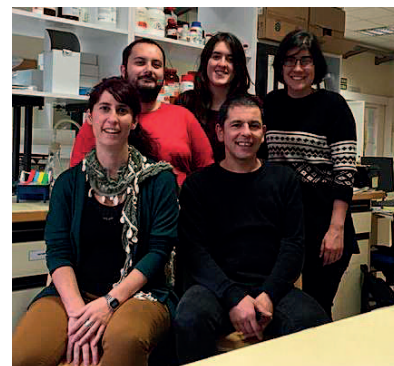
## Zeliakiarekin lotutako zenbait gene aurkitu dituzte EHUko ikertzaileek

Zeliakiarekin lotutako zenbait gene aurkitu dituzte EHUko ikertzaileek, datu genomikoak aztertzeko metodologia berri bat aplikatuz. Horrez gain, gene horietako batzuen espresioan aldaketak ere atzeman dituzte. [European Journal of Human Genetics aldizkarian argitaratu dute lana](#), EHUko Genetika, Antropologia Fisikoa eta Animalia Fisiologia saileko eta Gurutzetako Unibertsitate Ospitaleko Pediatria saileko kideek.

Abiapuntua duela bost bat urte nazioarteko ikertzaile-talde batek egin-dako [azterketa sakon bat](#) izan zen. Azterketa hartan 8 herrialdetako ia 25.000 pertsonaren genomak aztertu zituzten, eta zeliakiarekin lotutako hainbat eskualde eta gene berri topatu zituzten. Baina EHUko ikertzaileek susmoa zuten datu haiek askoz gehiago eman zezaketela. "Ia 25.000 pertsona aztertzen dituzunean, aniztasun genetikoa oso handia izan daiteke", azaldu du lanaren gidari Koldo Garciak. "Aniztasun gehiegi badago, zarata gehiegi dago, eta ezkutuan gelditu daitezke gaixotasunarekin lotuta dauden aldaera batzuk".

Hala, pentsatu zuten gakoa izan zitekeela hurbiltasun genetikoa kontuan hartuta egitea azterketa, taldekatzea. Horri esker, zeliakiarekin lotuta dauden eskualde eta gene berri gehiago topatu dituzte. "Deigarriena egin zaiguna bigarren kromosoman dagoen zati oso handi bat da, 11 gene daude bertan".

Biopsiak eginda, baieztatu dute 11 gene horietatik sei edo zazpiren espresioa aldatu egiten dela gaixotasunarekin. Horietako bat laktasaren genea da. Jakina zen zeliakoek gaixo



EHUko Genetika, Antropologia Fisikoa eta Animalia Fisiologia saileko kideak. Goian, ezkerrean, Koldo Garcia.

daudenean arazoak dituztela esnea toleratzeko, baina glutena hartzeari uzten diotenean arazo hori desagertzen dela. Hain zuzen ere, orain ikusi dute tratatu gabeko zeliakoetan genearen espresio-maila oso txikia dela, eta tratatutakoetan, berriz, normala dela. Bestalde, beste bi generen kasuan ikusi dute gaixotasuna tratatutakoan ere ez direla maila normalera bueltatzen. "Gene horiek akatsen bat dutela uste dugu, eta horregatik espresatzen direla gutxiago", dio Garciak.

Lortutako emaitzez gain, Garciak uste du erabili duten metodologia beste gaixotasun genetikoko batzuekin erabiltzea interesgarria izango litzaitekeela. "Gaixotasun askorentzako datuak hor daude, eta ona da datuak berrerabiltzea; batetik, ikerketa sostengarriago egiten du, asko aurreratu delako, eta, bestetik, begi berriekin begiratuta, gauza politak atera daitezke". ●



## EUSKARAREN BILAKAERA SOZIOLINGUISTIKOA (1981-2011)

### BAT ALDIZKARIA 99 (I) TRANSMISIOA, GAITASUNA ETA JARRERAK

- Patxi Baztarrika: Euskararen bilakaeraren argi-ilunen gurpilean: hazkundetik garapen iraunkorrera bidean.
- Iñaki Martínez de Luna: Euskararen transmisioa eta gaitasuna, eta aurrera begirako erronkak.
- Iñaki Lurrebaso: Hainbat gogoeta hizkuntza-gaitasunaren inguruan.
- Patxi Juaristi: Hizkuntzaren transmisioan eragiten ari diren faktoreen azterketa.
- Xabier Erize: Euskal herritarren portaera linguistikoen motibo subjektiboen bilakaera (1991-2015), eta aurrera begirako bideak.
- Jone Miren Hernandez: Jarrera eta motibazio kontzeptuez haratago... Hizkuntza kultura, praktikak (performancea) eta emozioak.
- Nekane Arratibel, Asier Irizar eta Joxpi Irastortza: Hizkuntza portaeraren motibo subjektiboez hausnarketa.

### BAT ALDIZKARIA 100 (II) ERABILERA

- Mikel Zalbide: Mintzajardunaren azken urteotako bilakaera. Aurrera begirako erronkak.
- Olatz Altuna: "Mintzajardunaren azken urteotako bilakaera. Aurrera begirako erronkak" Mikel Zalbideren txostenari iruzkinak.
- Xabier Aierdi: Mintzajardunaren azken urteotako bilakaera, Mikel Zalbideren testuaren inguruko hausnarketa marjinalak.
- Lionel Joly: "Mintzajardunaren azken urteotako bilakaera. Aurrera begirako erronkak" Mikel Zalbideren txostenari iruzkina.

## FISIOLOGIA edo MEDIKUNTZA

Yoshinori Ohsumi

“Autofagiaren mekanismoak azaltzeagatik”



**Yoshinori Ohsumi**

(Japonian jaioa, 1945ean). Tokioko Unibertsitatean doktoretza lortu ondoren, New Yorkera joan zen, Rockefeller Unibertsitatera. 1988an, Tokioko Unibertsitatera itzuli zen, bere ikerketa-taldea zuzentzera, eta, 2009tik, Tokioko [Teknologia Institutuko ikertzaile](#) ere bada. 2012an, Kyoto Saria jaso zuen. ARG.: TOKIOKO TEKNOLOGIA INSTITUTUA.

**K**arolinska Institutuko Nobel Akademiak Yoshinori Ohsumi japoniarrari eman dio 2016ko Medikuntza Nobel Saria, autofagiaren mekanismoari buruz egindako aurkikuntzen-egatik. Zelularen osagaiak desegiteko eta berre-rabiltzeko prozesuari deitzen zaio autofagia, eta funtsezkoa da organismoarentzat.

Nobel Akademikoek ohartarazi dute prozesu fisiologiko askoren oinarrian dagoela, hala nola gosearen aurrean egokitzean edo infekzioei erantzutean. Autofagiaren mekanismoarekin lotutako geneen mutazioek, berriz, minbizia edo gaixotasun neurologikoak ekar ditzakete. Bada, Yoshinori Ohsumiren lanari esker jakin da hori guztia.

### LEGAMIAK ABIAPUNTU, GENEAK JOMUGA

1990eko hamarkadan, Ohsumi autofagia iker-tzen hasi zenerako, ezagunak ziren lisosomak, entzimen bidez proteinak, gantzak eta karbohidratoak desegiten dituzten organuluak, eta autofagosomak, zelularen osagaiak bildu eta lisosometara eramaten dituzten besikulak. Autofagiaren sakoneko mekanismoa, ordea, ez zen ezaguna.

Ohsumik horri heldu zion. Legamiak hartu zituen abiapuntu, ikertzeko errazak eta giza zelulen eredu direlako. Alabaina, arazo batekin egin zuen topo: legamiak txikiak dira, eta barneko egiturak, mikroskopioz ikusteko zailak. Berez, ez zekiten ziur ezta autofagia-mekanismoa ote zuten ere. Hori ikusteko, bakuoloetan gertatzen den degradazioa oztopatzea bururatu zitzaion. Horrela, autofagosomak metatu egingo lirarteke bakuoloan, eta ikusteko modua izango luke.

Asmatu egin zuen: degradazio-entzimarik ez zuten legamiak hazi zituen, eta ez zien elikagairik eman, autofagia bultzatzeko; laster, bakuoloak ikusi zituen, desegin ezin ziren autofagosomez beteta. Horrenbestez, legamiak autofagia zutela frogatu, eta, gainera, mekanismoarekin lotutako gene gako batzuk identifikatu zituen.

Hurrengo pausoa, legamietan mutazioak eragitea izan zen. Horren bidez, lortu zuen geneak identifikatzea, baita haiek kontrolatzen zituz-

ten proteinak aztertzea ere. Ikerketa horiek erakutsi zuten proteinen eta proteina-komplexuen kate batek kontrolatzen duela autofagia, eta haietako bakoitzak autofagosomaren fase desberdin bat erregulatzen duela.

### GIZA ZELULETAN ERE FUNTSEZKO

Azkenik, giza zeluletan ere mekanismo bera dugula frogatu zuen. Horri guztiari esker, orain jakina da zelulen osagaiak desegitea eta berre-rabiltzea behar duten funtzio fisiologiko ugari kontrolatzen dituela autofagiak. Esaterako, infekzio baten ondoren, zelulan sartzen diren birusak eta bakterioak suntsitzeko mekanismoa da. Halaber, enbrioiaren garapenean eta zelulen bereizketan parte hartzen du, eta proteina eta organulu akasduak desagerrarazten ditu.

Txanponaren beste aldean daude autofagiaren akatsen ondorioz sortzen diren gaitzak. Horrekin lotuta daude, adibidez, parkinsona, 2. erako diabetesa eta minbizi batzuk, eta garatzen ari diren tratamenduetako batzuk horretan jarri dute arreta.



Lisosomak autofagosomekin fusionatzen dira, eta, autofagia-prozesuaren bidez, zelulen homeostasia mantentzen dute. ARG.: WIKIMEDIA.



## FISIKA

David J. Thouless, F. Duncan M. Haldane eta J. Michael Kosterlitz

“Materia exotikoaren sekretuak argitu zituztenei”

**N**obel Fundazioak David Thouless-i, Duncan Haldane-ri eta Michael Kosterlitz-i eman die 2016ko Fisikako Nobel saria, fase-trantsizio topologikoak eta materiaren fase topologikoak teorikoki azaltzeagatik, eta hala, materia lauaren fenomeno arraro batzuk argitzeagatik.

Hiru saridunek topologiaren bidez azaldu dituzte materiaren ezohiko fase edo egoera batzuetan gertatzen diren fenomenoak; esaterako supereroaleetan eta superfluidoetan. Kosterlitzek eta Thoulesssek eremu laueta gertatzen diren fenomenoak ikertu dituzte. Eremu lau horiek gainazalak edo oso geruza finak izan daitezke, zeinak bi dimentsiokotzat hartzen diren. Eta Haldanek dimentsio bakarrekotzat hartzen diren hari oso finak ere ikertu ditu.

Halako eremuetan gertatzen diren fenomeno fisikoak oso desberdinak dira ohiko hiru dimentsioko munduan gertatzen direnetatik. Bi dimentsioko edo bakarreko mundu misterioitsu horri leiho bat ireki zioten saridunek. Eta topologiaren bidez lortu zuten hori. Topologia matematikaren adar bat da, egiturak aztertzen dituen, eta objektu baten propietateak deskribatzen ditu, zeinak objektua estutzean, okertzean, luzatzean eta abar mantentzen diren, baina objektua puskatzean ez. Saridunek emaitza harrigarriak lortu zituzten topologia moderno erabiliz.

1970eko hamarkadaren hasieran, ordura arte onartuta zegoen teoria bat irauli zuten Kosterlitzek eta Thoulesssek: geruza finetan zela

gertatu supereroankortasuna eta superfluidotasuna. Temperatura txikietan supereroankortasuna gerta zitekeela frogatu zuten, eta mekanismoa azaldu zuten.

Eta 1980ko hamarkadan Thoulesssek eta Haldanek, berriz ere, aurretik zeuden beste teoria batzuk irauli zituzten. Thoulesssek erakutsi zuen materialen eroankortasuna azaltzeko zegoen teoria kuantikoa ez zela nahikoa tenperatura baxuetan eta eremu magnetiko indartsuetan gertatzen zena azaltzeko. Horretarako teoria berri bat behar zen, eta topologiako kontzeptuak beharrezkoak ziren teoria horretan. Hall efektu kuantikoa da Thoulesssek orduan teorikoki deskribatu zuen fenomeno.

Antzeko ondorioetara iritsi zen Haldane garai bertuan. Erakutsi zuen topologiako kontzeptuak erabil daitezkeela atomo magnetikoen kateen propietateak ulertzeko. Horrela, lehenengo material topologikoa aurkitu zuen: atomo magnetiko bikoitien kateak.

Atomo magnetiko bikoitien kateak eta Hall fluido kuantikoak materiaren egoera topologikoen bi adibide dira. Geroztik espero ez ziren beste batzuk ere aurkitu dira, eta ez bakarrik kate eta geruza finetan, baita hiru dimentsioko materialetan ere. Egun, isolatzaile topologikoez, supereroale topologikoez eta metal topologikoez hitz egiten da puntako fisikan, uste baita halako materialak erabilgarriak izango direla, elektronika berri bat, supereroaleak edo ordenagailu kuantikoak garatzeko.



Isolatzaile topologikoak dira gaur egun ezagutzen den materiaren egoera topologikoetako bat. Irudian, isolatzaile topologikoetatik ohiko isolatzailetarako fase-trantsizioa. ARG.: PHYSICAL REVIEW B.



David Thouless

(Eskoziar jaioa, 1934an). Washingtongo Unibertsitateko irakasle emeritua, Seattle-n, Estatu Batuetan. Royal Society-ko kidea eta Estatu Batuetako Zientzia Akademia Nazionalako kidea ere bada. Sari ugari jasotakoa, tartean Fisikako Wolf saria eta Dirac Domina.

ARG.: KILORAN HOWARD.



Michael Kosterlitz

(Eskoziar jaioa, 1942an). Fisikako irakaslea da Providenceko Unibertsitatean, Estatu Batuetan. Aurretik, Torinoko Instituto di Fisica Teorican ikertu du, Princeton-eko Unibertsitatean, Bell Telephone Laboratories-en eta Harvardeko Unibertsitatean, besteak beste. Sari ugari jasotakoa da.

ARG.: BROWN UNIVERSIT



Duncan Haldane

(Ingalaterran jaioa, 1951n). Fisikako irakaslea Princeton-eko Unibertsitatean, Estatu Batuetan. Estatu Batuetako Arteen eta Zientzien Akademiako kide aukeratu zuten 1996an, American Physical Society-ko kide eta baita Zientziaren Aurrerapenerako Elkarte Estatu Batuarreko kide ere. Dirac Saria jaso zuen 2012an.

ARG.: PRINCETON UNIVERSITY.

**Jean-Pierre Sauvage**

(Parisen jaioa, 1944ean).  
Doktoretza Lous Pasteur  
Unibertsitatean lortu zuen,  
eta, egun, irakasle emeritua da  
Estrasburgoko Unibertsitatean.  
Frantziako Zientzien Akademiako  
kide izendatu zuten.  
ARG.: ESTRASBURGOKO UNIBERTSITATEA.

**J. Fraser Stoddart**

(Eskozian jaioa, 1942an).  
Edinburgoko Unibertsitatean  
doktoratua. Kaliforniako  
Nanosistemen Institutuko  
zuzendarikide izan da urte askoan,  
eta, Nanosistemen Zientziako Fred  
Kavli katedra lortu eta gero, Knight  
Bachelor edo zaldun izendatu zuen  
Elisabeth II.a erreginak. ARG.: UCLA.

**Bernard L. Feringa**

(Herbehereetan jaioa, 1951an).  
Groningen-eko Unibertsitateko  
Kimika Institutuko irakaslea da, eta  
Herbehereetako Artearen eta  
Zientzien Erret Akademiako zientzia  
ataleko kontseiluaren lehendakaria.  
Domina eta sari ugari jaso du orain  
artean; tartean, Lilly European  
Distinguished Science Award eta  
Poloniako Marie Curie domina.  
ARG.: WIKIPEDIA.

## Jean-Pierre Sauvage, J. Fraser Stoddart eta Bernard L. Feringa

“Munduko makina txikienak garatu zituztenei”

**A**urtengo Kimikako Nobel saria Jean-Pierre Sauvage-k, J. Fraser Stoddart-ek eta Bernard L. Feringa-k jaso dute. Saria jasotzeko haien ekarpena munduko makinari txikienak garatzea izan da. Alegia, mikroskopio elektronikoz bakarrik ikus daitezkeen makina molekularrak.

Bizidunongan ohikoak dira horrelako makinak: proteinez osatutako egiturak, energia-iturri batez lan egiteko gai direnak. Baina gizakiok halakoak diseinatu eta sortu ahal izateak hamaika aukera ireki ditzake. Richard Feynman fisikako nobel saridunak jada 80 hamarkadan aurreratu zuen teknologia miniaturizatzeak benetako iraultza ekar zezakeela, eta Nobel Fundazioak iraultza horren abiarazleak saritu nahi izan ditu aurtun.

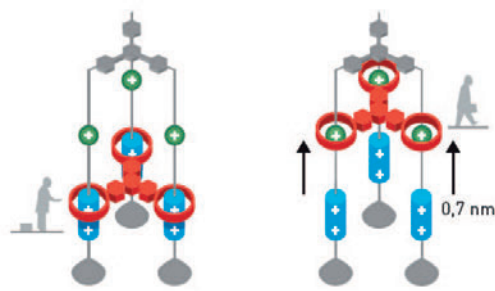
Makina molekular horiek garatzeko lehenengo urratsa Sauvagek eman zuen 1983an, eraztun itxurako bi molekula elkarri lotzea lortu zuenean, kate bat sortuta. Bi molekula horiek ohiko lotura kobalente indartsuez lotu beharrean, non atomoek elektroiak partekatzen dituzten, lotura libreago batez lotuta, bi parteei mugitzeko aukera ematea lortu zuen ikertzaileak. Horixe da, hain zuzen ere, makina batek funtzionatzeko oinarrian behar duena.

Urte batzuk geroago, 1991an, Stoddart-ek rotaxanoa garatu zuen: eraztun molekular baten

barruan ardatz fin bat ezarri zuen, eta eraztuna ardatzean zehar higitzea lortu zuen. Horrela diseinatu zuen 0,7 nanometro mugitzen zen igogailua. Rotaxanoetan oinarrituta gihar molekularrak ere garatu zituen.

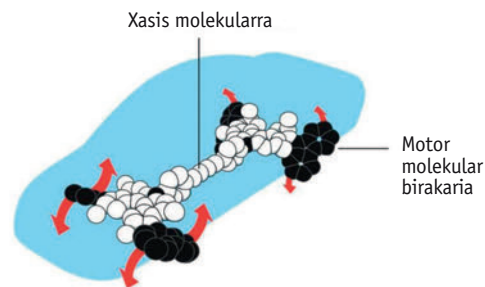
Eta Feringa-k, hirugarren sarituak, lehenengo motor molekularra garatu zuen. 1999an lortu zuen motor molekularra muntatzea, haren hegala etengabe norabide berean biratzen zuena. Sistema honekin 10.000 aldiz handiagoa zen kristalezko zilindro bat mugitzea lortu zuen. Historiako lehenengo auto molekularra diseinatzea ere Feringaren taldearen lorpena izan zen, 2011an molekulez osatutako lau gurpil biratzen jarri zituelako, xaxis molekular moduko batean lotuta.

Nobel Fundazioaren hitzetan gaur egun motor molekularra 1830eko hamarkadan motor elektrikoa zegoen garapen-fase beretsuan dago, ez zekitenean zehazki zer tresna mugiaraziko zituen horrek etorkizunean. Baina dagoeneko badira, esaterako, odolean sartu eta kaltetuta-koak konpontzeko gai izango diren nanorobotak diseinatzen dabilen ikerketa-taldeak. Ezin jakin, gaur egun ere, zer emango duen kimikak etorkizunean. ●



Igogailu molekularra, rotaxanoan oinarritua.

ARG.: JOHAN JARNESTAD



Auto molekularra. ARG.: JOHAN JARNESTAD

## EDURNE MUGARZA STROBL

Biokimikaria

## “Nork bere aukerak bilatu behar ditu”

ANA GALARRAGA AIESTARAN  
Elhuyar Zientzia

**E**durne Mugarza Strobl gaztetatik gustatu zaio zientzia, batik batik zientzia molekularra eta zelularra. Dioenez, medikuntza ere oso interesgarria iruditzen zitzaion, “baina ez nuen nire burua sendagile-lanetan ikusten”.

Hala, biokimika ikasi zuen. Garai hartan oharatu zen gaixotasun asko sendatzeko ikerketak garrantzi handia zuela. “Beti izan dut interes berezi bat minbiziarekiko, eta medikuntzan erabiltzen diren sendagai guztien atzean ikaragarriko ikerketa lana dago. Horrek bultzatu ninduen praktikak egitera laborategian. Hango dinamika ikaragarri gustatu zitzaidan, eta konaturatu nintzen mundu honetan jarraitu nahi nuela”, azaldu du. Eta gehitu du: “Gutxika sartu nintzen mundu honetan eta, oraingoz, ez naiz damutu”.

Horretarako, jende askorengana jo du, esperientzia hartzeko ezinbestekoa baita praktikak egitea, baina ez da erraza praktikak egiteko laborategi batean onartua izatea. Hortaz, uste du ekintzailea izan beharra dagoela: “Nork bere aukerak bilatu behar ditu, hau da, zerbait nahi baduzu, zuk bilatu behar duzu modua hura eskuratzeko”.

Bestalde, ikertzaile-lanak alde on eta txarrak dituela onartzen du. “Pertsona gehienentzat oso zaila da ulertzea laborategian pasatzen ditugun orduak. Hau ez da ‘egunean 8 ordu’ motako lanbidea. Erraza da egun normal batean 10-12 ordu

laborategian egotea, edo asteburuetan lan egitea. Askok gustatu behar zaizu egiten ari zarena. Dena den, gauza onak ere baditu; adibidez, ez dago ordutegirik, bakoitzak nahi bezala banatu dezake denbora”.

## LANKIDEAK AKUILU ETA BABES

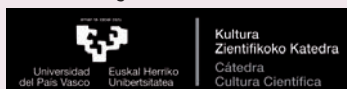
Horrez gain, lankideekin harreman ona izateak izugarriko garrantzia duela iruditzen zaio Mugarzari. “Ziur nago hau oso garrantzitsua dela lanbide guztietan, baina honetan bereziki; ez bakarrik ordu asko igarotzen ditugulako elkarrekin, baita ere jende gutxi uler dezakeelako zer sentitzen den esperimendu batek funtzionatzen ez duenean”. Are gehiago; dioenez, egunero ikasten du zerbait lankideetatik: “Oso motibagarria da giro batean egotea, non pertsona guztiek zientziarekiko pasioa duten”.

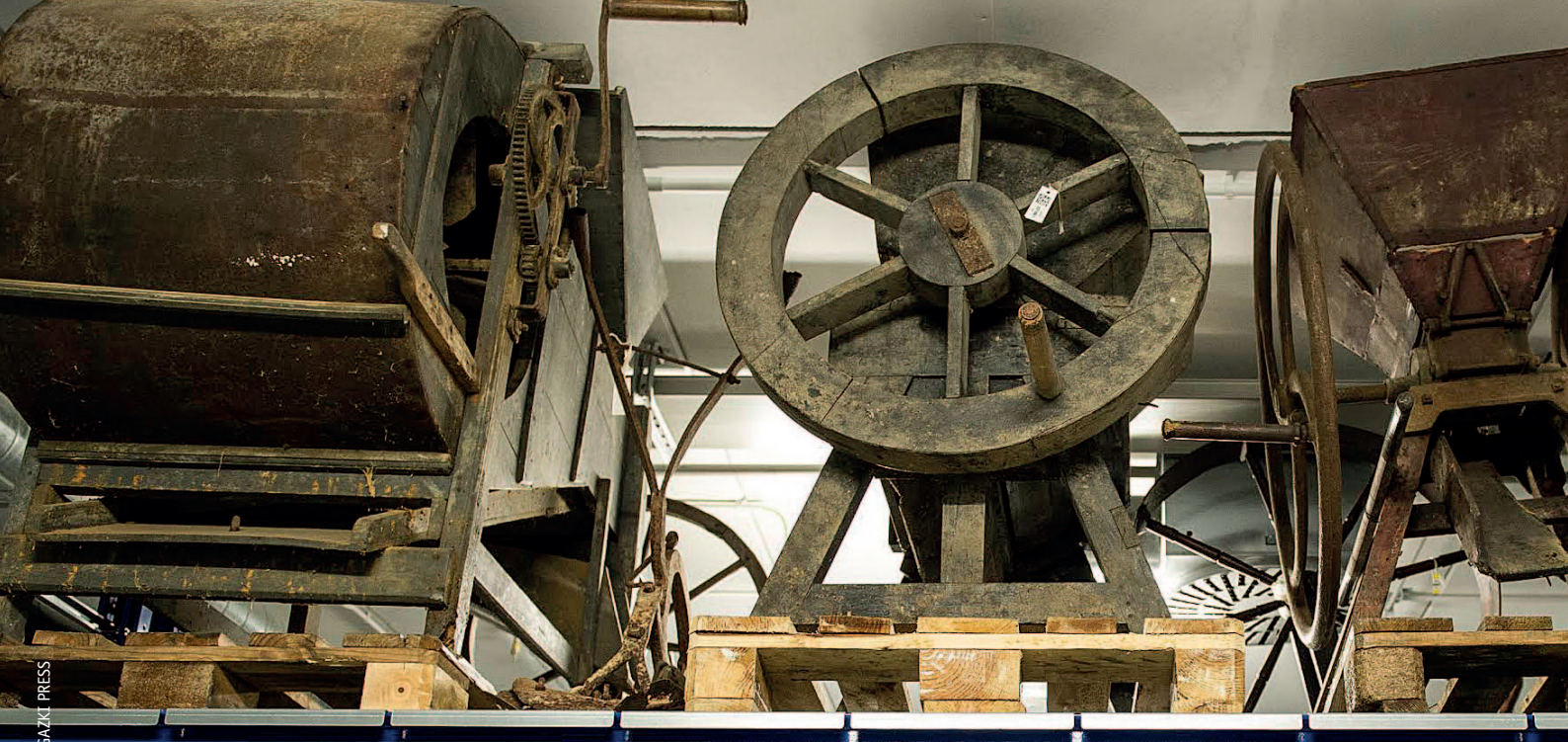
Orain doktoretza egiten ari da Londresen, eta han emango ditu hurrengo lau urteak. Horren ondoren, ez daki zertan arituko den. Agian ikertzen jarraituko du, baina, beste zerbait probatzekotan, garbi du zientziaren edo medikuntzaren arloan izango dela.

“Ez dut amets handirik”, dio, apal. Hala ere, bada asko poztuko lukeen zerbait: “Niretzat politena izango litzateke nik deskubritu edo lan egin dudana zerbait egunen batean minbiziia sufritzen duen gaixo bati laguntzea”.

Edurne Mugarza Strobl Iruñean jaio zen, 1992an. Nafarroako Unibertsitatean Biokimika ikasi zuen lau urtez, eta uda haiek praktikak egiten eman zituen, Iruñean zein Chicagon. Ondoren, bi urte pasatu zituen Alemanian masterra egiten, Minbizi-Biologia espezialitatean, eta 3 hilabetez praktikak egin zituen Londresen. Orain Londresko Francis Crick institutuan dago, doktoretza egiten, eta hurrengo lau urteak han emango ditu, minbizi-immunologia arloko proiektu batean.

UPV/EHU Kultura Zientifikoko Katedrarekin lankidetzan egindako atala.





# Iraganaren etorkizunerako

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ  
Elhuyar Zientzia

# GORDAILUA

**Iraganeko kulturaren eta ohituren berri ematen duten objektuak etorkizunera eramatea du helburu Gordailuak. Milaka pieza ditu, kondizio berezietan gordeta, denboraren joanari ahalik eta gehiena lapurtzeko asmoz.**

Kanpotik begiratuta edukiontzi erraldoi bat dirudi. Eta itxurak ez du engainatzen. Hirurehun mila piezatik gora gordetzen dituen edukiontzia da Gordailua, Gipuzkoako Ondare Kultural Higi-garriaren Zentroa. Irunen, Arretxe gainean, dago eraikina; 9.000 m<sup>2</sup>, hiru solairutan banatuta.

Gordailua Gipuzkoako Foru Aldundiak sortu zuen 2011an, XIX. mendetik biltzen ari zen arte-eta etnografia-piezak kondizio egokietan gordetzeko eta kontserbatzeko. “Aldundiak XIX. mendean beka ematen zituen ikasleak Madri-

lera arte ederrak ikastera joateko —azaldu du Antton Arrieta Gordailuko arduradunak—; eta ordain gisa urtero margolan edo eskultura bat egin behar zuten ikasleek. Orduan hasi ziren bilduma egiten”. Elias Salaberria da beka jaso zuenetako bat, eta haren garai hartako margolanak Gordailuan daude. “Gero, XX. mendearen bukaeran etnografia piezak eskuratzen hasi zen Aldundia, txatartegietatik, baserrietatik eta abar. Mendearen bukaerarako 25.000 pieza inguru zituen”, gehitu du Arrietak.



ezagutzen halakorik; Ibarran omen zegoen lan-tegi bat, milaka piano egin zituena. Honek 1.259 fabrikazio-zenbakia du. Eta ez dugu ideia-rik zein garaitakoa den. Gai polita da norbaitek ikertzeko”.

### IKERKETA ETA ZABALKUNDEA

Hain zuzen ere, ikerketa oso kontuan hartzen dute Gordailuan. Ikertzaileei eskainitako bi gela daude, lehenengo solairuan. “Gehien arkeologoek erabiltzen dute. Etnografia gutxiago egiten da, ez dago modan. Baina hemen aukera handiak daude etnografia-ikerketak egiteko”.

Bestalde, zabalkundea da Gordailuaren beste zutuin nagusietako bat. “Ez da kontserbatzea bakarrik, baizik eta hedatzea eta ezagutaraztea”, argitu du Arrietak. Egun, inguruko hainbat museo Gordailuko piezekin hornituta daude: Igartubeiti, Zumalakarregi, San Telmo... Eta aldi baterako erakusketak maiz ateratzen dira. Iaz, esaterako, 13 pieza-sorta atera ziren aldi baterako erakusketetarako.

Horrez gain, Gordailuko katalogo guztia interneten jartzeko asmoa dute, argazkiekin eta fitxekin. Eta aukeratutako pieza batzuk 3D inprimagailuekin inprimatzeko aukera ere eskainiko dute. Arrietaren esanean, webguneak bi helburu ditu: “edozein herritarrek jakin ahal izatea zer dagoen hemen, eta ikertzaileek errazago aukeratu ahal izatea aztertu nahi dituzten piezak”. Webgunea laster ateratzea espero dute. “Lan handia da, baina oso pozgarria izango da”.

Bisitak ere inoiz antolatu izan dituzte, baina Arrietak argi utzi duenez “bisitek mugatuak izan behar dute, kontserbazioaren kontra baitoaz”. Eta azken finean, kontserbazioa da lehenengo helburua.

Pieza horiek gorde eta zaintzen dira Gordailuan, baina baita Gipuzkoako beste hainbat erakunderen ondare higigarria ere. Esaterako, San Telmo Museoaren 26.500 pieza, Untzi Museoaren ia 5.000, edo Porcelanas Bidasoak emandako 7.500. Orain, arte eta etnografiako 65.000 pieza inguru dituzte guztira. Horrez gain, Gipuzkoako material arkeologikoaren biltegi ere bada iaztik. “Bizkaian eta Araban museo arkeologikoak dira biltegiak, baina Gipuzkoan ez zegoen halakorik. Eta hemen kondizio egokietan gordetzeko aukera genuenez, hona ekarri genuen bilduta zegoen material arkeologiko guztia”, adierazi du Arrietak. “Uste dugu 300.000 pieza inguru daudela, baina kutxatan dago, eta ez dugu piezaz piezako fitxarik, arte eta etnografiako piezekin bezala”.

Norbanakoen piezentzat ere badu lekua Gordailuak. “Astero sartzen da familiaren batek ematen digun piezaren bat”, dio Arrietak. Orain gutxi esaterako Pasaiako familia batek emandako Aguirre piano bat sartu zen. “Ez genuen

*“Helburua ez da kontserbatzea bakarrik, baizik eta hedatzea eta ezagutaraztea”*

Irunen dago Gordailua. 9.000 m<sup>2</sup>, hiru solairutan banatuta. ARG.: GORDAILUA.





Antton Arrieta Valverde  
Gordailuaren arduraduna.

## KONTSERBAZIO-TEKNIKAK

Piezaren bat edo sortaren bat biltegiara iristen den bakoitzean (izan berriak, edo erakusketa batetik bueltan datozenak), materialaren arabera behar duen tratamendua ematen zaie. Organikoa bada (larrua, zura, papera, oihala...), anoxian jartzen da, izan ditzakeen intsektuak eta abar hiltzeko. Horretarako, plastikoz hermetikoki itxi, eta 6-8 egunez pixkanaka nitrogenoa sartu eta oxigenoa kanporatzen da, oxigenorik gabe gelditu arte. Gero, horrela mantentzen da gutxienez 27 egunez, 22-24 °C-tan (intsektuak aktibo egon daitezke).

*“Hezetasuna da gure arerioa. Beste leku batzuetan kutsadura izaten da arerioa; guk, ordea, kutsadurarekin ez dugu arazorik”*

Itsasotik datozen piezak, piszina batean sartzen dira, eta “bakailaoari bezala, ura aldatuz, gatza kentzen zaie”, azaldu du Arrietak. Horrela dituzte, esaterako, Getariatik ekarritako hiruzpalau kainoi. “Getarian XVII mendean izandako espainiarren eta frantziarren arteko guda batekoak dira. Flota espainiarra Getaria inguruan ainguratua zegoen, eta gure kostaldean oso gutxitan izaten den ekialdeko haizea lagun, frantsesek erasotu eta ontzi asko suntsitu zituzten”. Gero, halako burdinazko piezei herdoila eta konkrezioak elektrolisi bidez kentzen dizkiete. Horretarako, sare metaliko batean jartzen dituzte piezak, eta muturretan anodo eta katodo bat jarrita, elektrizitatea pasaratzen da.

Zurezko piezak ere, bustita edo hezetasun handiarekin iristen diren kasuetan, lurpean edo uretan zeudelako, piszina sartzen dira. Horrela, dagokien tratamendua egin bitartean azkarreri lehortzea saihesten da. “Oraintxe Arditurriko meategietako eskailera erromatar bat eta lurpean aurkitutako Bergarako tolare bat ditugu, besteak beste. Uretan sartuta ez dira usteltzen, mugarik gabe egon daitezke”, dio Arrietak.

Hala ere, ez dituzte piszina uzten. Zurezko piezak liofilizatuz eta PEG (polietilenglikol) polimeroarekin tratatuz egonkortzen dituzte. Liofilizatzeke pieza izoztu egiten da, eta gero hutsa egiten duen makina batean, berotu egiten

da pixkanaka. Hala, izoztutako ura sublimatu egiten da, alegia, likido-egoetatik gas egoerara pasatzen da zuzenean. Piezaren tamainaren arabera hainbat egun iraun dezake prozesuak, baina horrela pieza eraldatu gabe lehortzea lortzen da.

Beste pieza batzuk, berriz, PEG polimeroarekin tratatzen dituzte. Kasu horretan bainu batean sartzen dituzte, eta tenperaturarekin jokatuaz, zurak duen ura polimeroarekin ordezkutzen da. “Pieza handiak hiruzpalau urtez egon daitezke bainu horretan” azaldu du Arrietak.

Tratamendu horiez gain, piezak garbitu egiten dira, hautsa, buztina eta abar kentzen zaie eskuz, baita onddo edo likenak ere, dituzten kasuetan. Kasu batzuetan zaharberitu ere egiten dira, konpondu. Dena den, “ezinezkoa da sartzen diren pieza guztiak zaharberitzea —argitu du Arrietak—; eta gainera askotan mantendu behar dira erabileraren ezaugarriak ere. Adibidez, baserritarrak alanbre bat jarri badio zerbait konpontzeko, hori ere historia da. Askotan txapela kentzeko moduko konponketak dira”.

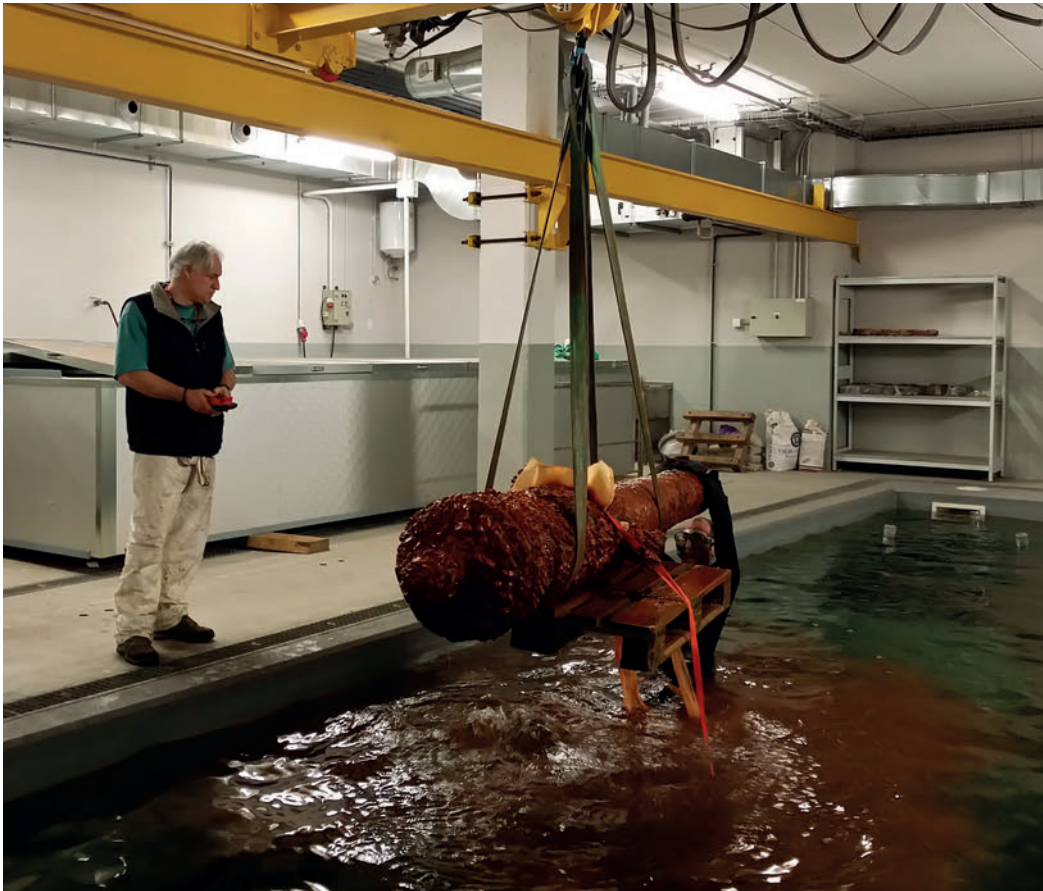
## KONDIZIO KLIMATIKOAK

Azkenik, argazkiak atera, fitxa sortu, etiketatu eta biltegiara doaz piezak; materialaren arabera, biltegi batera edo bestera. Zazpi daude guztira. Denetan guztiz kontrolatuta daude kondizio klimatikoak. Hainbat sentsorek etengabe jasotzen dute kondizio horien berri eta, jarritako mugetatik pasatzen badira, alarma pizten dute.

Temperatura berdina mantentzen dira biltegi guztietan, 19 eta 21 °C bitartean, negua den edo uda. Energia asko aurrezten delako egiten da, batez ere, negutik udarako tenperatura-aldaketa hori; eta aldaketa oso pixkanaka eta modu



ARG.: GORDAILUA



Itsasotik datozen piezak uretan sartzen dira. Ura aldatuz, gatza kentzen zaie. ARG.: GORDAILUA.

konstantean egiten da. “Kondizio klimatikoetan egonkortasuna mantentzea da garrantzitsuena —dio Arrietak—; bat-bateko aldaketak dira kaltegarrienak”.

Biltegitik biltegitira aldatzen dena hezetasuna da. Bost biltegitan % 65 ingurukoa da. Hor gordetzen dira, esaterako, zurezko piezak, egurra hezetasun apur batekin hobeto kontserbatzen baita. Beste bi biltegitako batean % 50 inguruan mantentzen da hezetasuna, papera eta oihalak ongi kontserbatu ahal izateko. Eta azkenik, burdina gordetzeko biltegian hezetasuna % 40tik beherakoa da. “Gure zaharberri-tzaileek 0 hezetasuna nahiko lukete, baina ezinezkoa da” gehitu du Arrietak. “Hezetasuna da gure arerioa. Beste leku batzuetan kutsadura izaten da arerioa; guk, ordea, kutsadurarekin ez dugu arazorik, baina itsasotik gertu egonik, hezetasuna da gure arazoa. Eta horretan xahutzen ditugu sosak”.

Bestalde, biltegiek ez dute leihorik. Horrela, batetik eguzki-argirik ez da sartzen, kaltegarria baita kontserbaziorako, eta bestetik, hautsa eta intsektu eta abarren sarrera ere galarazten

dute. “Horrez gain, leihorik gabe inertzia gehiago dute biltegiek, eta errazagoa da kondizio klimatikoak mantentzea, energia gutxiagorekin. Eta energiari gabe geldituko bagina ere, kondizio horiek gehiago iraungo lukete”.

Neurri horiek guztiak hartuta ere material batzuk besteak baino hobeto kontserbatzen dira. Harria da ondoen kontserbatzen dena. “Hilarriak, ateburuak eta abar pasillora ateratzen hasi gara. Eta pentsatzen ari gara beste nonbaitera eramatea, ez baitute aparteko kondiziorik behar. Nahikoa da euritik eta izotzetik babes-tea”, dio Arrietak. Beste muturrean burdina dago. “Neketsua da. Hainbeste esfortzu egin zaharberritzeko, eta gero hezetasun apur bat nahikoa da herdoila berriz agertzeko”.

Denboraren aurkako borrokan, ondarea ahalik eta gehien iraunaraztea da Gordailuaren erronka. “Gure artean esaten dugu ea 100 urte barru piezak gaur dauden bezala egotea lortzen dugun. Hori da gure helburua. Badakigu azkenean borroka galduko dugula, denak baitauka bere iraungitze-data. Galtzeko borroka da, baina, agian, 5.000 urte barru galduko dugu”. ●



# Rosettak argitutako HAMAIKA SEKRETU

**Rosetta** harria gako izan zen hieroglifikoak deskodetzeko. Bada, harri haren izena eman zion Europako Espazio Agentziak kometen misterioa argitzeko helburua zuen misioari: Rosetta misioa. Zehazki, 67 P/Churyumov-Gerasimenko kometari jarraitu zion *Rosetta* ontziak, eta modulu bat ere utzi zuen haren azalean: *Philae*. Ontziak irailaren 30ean amaitu zuen 2004ean abiatutako bidaia, eta luze joko du bildu dituen datu guztien analisiak. Baina, orain arte argitaratutako emaitzei esker, dagoeneko baieztatu dira kometei buruzko zenbait uste, baita beste zenbait ezeztatu ere.



ARG.: ESA/ROSETTA NAVCAM

## 1. KOMETEK BI NUKLEO IZAN DITZAKETE

67P kometaren itxurak harridura sortu zuen: irudien arabera eta espero zutenaren kontra, kometa ez zen nukleo bakarreko arroka baten moduko zerbait, bi nukleoz osatutako gorputz asimetrico bat baizik. Gomazko ahateko baten antza hartu zioten, eta horrela irudikatu dute geroztik.

Nukleo handienaren bolumena, hau da, gorputzaren bolumena  $4,1 \times 3,3 \times 1,8 \text{ km}^3$  da, eta txikiarena edo buruarena, berriz,  $2,6 \times 2,3 \times 1,8 \text{ km}^3$ . Lepoa aintzat hartuta,  $21,4 \text{ km}^3$ -ko bolumena du, eta  $470 \text{ kg/m}^3$ -ko dentsitatea (artelazkiarena baino txikiagoa).

## 2. TXIKIA BAINA KONPLEXUA

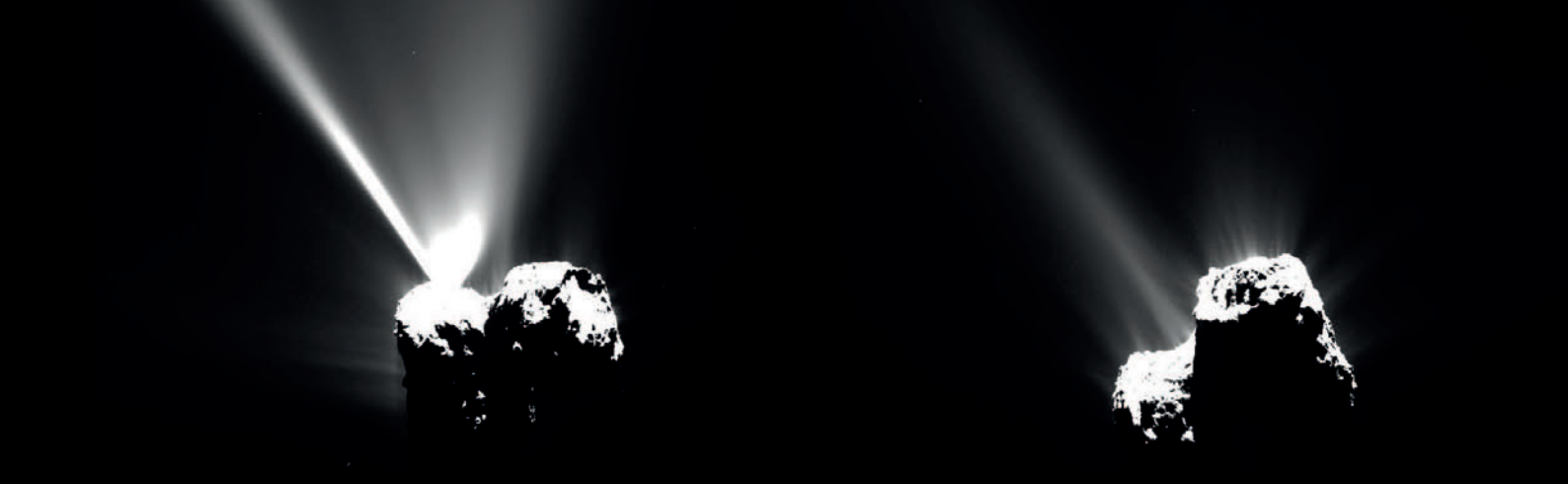
Kometaren errotazio-ardatza  $52^\circ$  okertuta dago ekliptikarekiko; horrenbestez, muturreko urtarok izaten ditu. Duen itxuragatik, grabitatea ere asko aldatzen da leku batetik bestera, indar zentrifugoaren ondorioz. Hala, leku batzuetan, lurrekoa baino hiru aldiz txikiagoa izan daiteke. Ihes-abiadura, gutxi gorabehera,  $0,9 \text{ m/s}$ -koa da.

## 3. EGUZKI-SISTEMAREN HASTAPENETAN SORTU ZEN

Astronomoek urte luzez uste izan dute materia-hondarrak elkartuta sortu zirela kometak, eguzki-sistema eratzen ari zen garaian. Bada, Rosettaren arabera, 67P kometa behintzat bai, halaxe sortu zen. Eta oso litekeena da besteak ere hala sortuak izatea.

Hain zuzen, 67Pren itxura azaltzeko, bi hipotesi zituzten astronomoek: zati batzuk besteak baino errazago higatu zirela, eta, beraz, higaduraren ondorioz hartu zuela itxura hori; edo bi





Kometaren jarduera areagotu egin zen, Eguzkitik gertuen zegoen garaian. ARG.: ESA/ROSETTA/MPS FOR OSIRIS TEAM MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

zati elkartuta eratu zela. Azken hipotesi horren alde egiten dute Rosettak bildutako datuek. Adibidez, gorputzak eta buruak ezaugarri desberdinak dituztela nabarmendu du ESAk; horrek frogatzen du kometa bien batura dela.

#### 4. EZ DA ELUR-BOLA ZIKIN BAT

Ohikoa izan da kometak elur-bola zikin gisa irudikatzea. Rosettak, ordea, gezurtatu egin du irudi hori. Hain zuzen, kometaren azalean oso izotz gutxi topatu dute; asteroide baten antza handiagoa du, elur-bola batena baino.

Hala ere, batzuek uste zuten agian azalaren azpian izan zezakeela izotza. Eta bai, badu, baina ia guztia beste materialekin nahasita dago; beraz, ez da izotz-itxurarekin azaltzen. Gainera, eremu batzuk ia erabat lehorrak direla ikusi dute. Hala, izatekotan, hauts-bola bat da 67P kometa.

#### 5. IZOTZA BIZIRIK DAGO

Uste baino izotz garbi gutxiago aurkitu badute ere, izotzak ziklo bat betetzen duela frogatu dute. Gauez, sakonera txikian dagoen izotza sublimatu egiten da, egunez jasandako tenperaturara altuen ondorioz. Azalera iritsitakoan, izotzu egiten da, eta izotz-geruza bat eratzen du. Geruza hori, baina, berriro sublimatzen da, Eguzkia atera orduko. Horrenbestez, 67P kometan ikusitakoaren arabera, ez da izotz asko behar kometa batek jarduera izan dezan.

#### 6. KOMETAK EZ DIRA LURREKO URAREN JATORRIA

Bazen baieztatu gabeko beste hipotesi bat: kometek ekarri zutela ura Lurrera. Asteroide askok

ere ura zutela jakin zenean, hipotesiak indarra galdu zuen, are gehiago asteroideen izotzak eta ozeanoek konposizio isotopiko berbera zutela frogatu zenetik. Gainera, kometen datuak aztertzeko aukera izan zutenean, ohartu ziren beste konposizio bat zutela.

Alabaina, 103P/Hartley 2 kometaren isotopoak aztertu zituztenean, ezusteko handia hartu zuten: deuterioaren ehunekoa (hidrogenoaren isotopo bat) Lurreko ozeanoek dutenaren antzekoa zen. 103P kometa periodo laburrekoa da, eta halakoa da baita 67P ere. Berehala sortu zen galdera: hark ere ozeanoen antzeko konposizio isotopikoa izango ote du? Rosettaren ROSINA tresnak eman zuen erantzuna: ez. Horrenbestez, Lurreko ura asteroideek ekarri zutela da hipotesi sendoena gaur egun.

#### 7. EGUZKIAK OLDARKOR BIHURTZEN DU

Eguzkira gerturatu eta aldendu ahala kometak bizi dituen aldaketei jarraitzea izan da Rosetta misioaren helburu nagusietako bat. 2014an Rosetta zunda kometara iritsi zenean, kometak egunean 300 g ur-lurrun igortzen zituela neurtu zuten. Eguzkira gerturatu ahala, jarduera areagotzen joan zen, eta 2015eko abuztuan, Eguzkitik gertuenen zegoenean, hau da, perihelioan, segundoko 300 kg ur-lurrun eta tona bat hauts igortzera iritsi zen. Guztira, periheliotik igortzen den bakoitzean 3-5 milioi tona galtzen dituela kalkulatu dute. Zorrotadetakoa batzuk, gainera, bereziki bortitzak dira, eta hautsa ez ezik, arroka-puskak ere igortzen dituzte.

## 8. HOBIZ JOSIA

Kometaren azalean behatutako egitura berezienen artean, hobi zirkularrak daude. Ere mu batzuetan besteetan baino ugariagoak eta sakonagoak dira. Azaldu dutenez, kometaren barrualdeko karbono monoxido eta karbono dioxido izoztuak sublimatzean sortzen dira, azaleko estalkia eraitsi egiten baita. Orduan, eguzkitan geratu den izotza ere sublimatu egiten da, eta hautsa eramaten du berekin. Hala, hobi horietatik galtzen ditu kometak nukleoko gas eta hauts gehien.

## 9. ASKOTARIKO PAISAIK

Hobiak ez ezik, amildegia, dunak, arroilak... era askotako egiturak ditu kometak. ESAkoek 20 eremu bereizi dituzte, eta jainko egiptoarren izena eman diete. Hala ere, oro har bi eratakoak dira eremu horiek: batzuek kometaren azalera solidoa erakusten dute, arrokatsuak dira eta pitzadura eta amildegi handiak dituzte; besteak askoz ere leunagoak dira, eta metatutako hautsez osatuta daude. *Philae* moduluak lur hartu behar zuen tokia leun horietakoa zen, eta arrokatsua eta zakarra, berriz, *Rosettaren* agurrerako aukeratutakoa.

## 10. MOLEKULA ORGANIKOAK DITU

Rosetta misioak ez du argitu Lurreko biziaren jatorria kometak ote diren, baina bai 67P kometak konposatu organiko ugari dituela. Besteak beste, glizina

aminoazidoa nabarmendu dute, eta glikoaldehidoa, etanodiola eta azetona ere detektatu dituzte. Horrez gain, biziaren oinarri diren beste substantzia batzuk ere topatu dituzte, hala nola etanola eta fosforoa.

## 11. ETA OXIGENOA!

Hala da, oxigeno molekularra ere detektatu dute 97P kometan. Astrofisikariek ez zuten halarik espero, oso erreaktiboa baita, baina kometaren inguratzen duten gasen artean laugarren osagai ugariena dela erakutsi dute masa-espektrometroaren neurketek (uraren, karbono monoxidoaren eta karbono dioxidoaren atzetik).

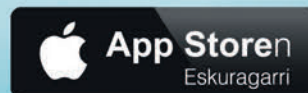
Kometak eguzki-sistemaren sorrerako fosilizat hartzen dira, duela 4.500 milioi urte inguru eguzki-sistema eratu zeneko hondarrekin egin da baitaude, eta, geroztik, apenas aldatu baitira. Rosetta misioa ikertzaileek adierazi dutenez, litekeena da oxigeno molekular hori kometaren sortu baino lehenagokoa izatea. Are gehiago: badi-rudi kometak gordetako oxigeno-molekula batzuk Eguzkia bera sortu baino lehenagokoak direla. ●

Kometaren bi zatiak elkartzen diren ingurunea, gertutik.  
ARG.: ESA/ROSETTA/MPS FOR OSIRIS TEAM MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA



**berria**ren app-a  
beti eta edonon,  
harian

Osoa • modernoa • bizia



App-ean ere,  
**berria** laguna **gehiago da**

[berria.eus/berriaaplikazioa](http://berria.eus/berriaaplikazioa)



**HELENA MATUTE GREÑO**

Psikologia Esperimentalean katedraduna

ARGAZKIAK: LUIS JAUREGIALTZO/© ARGAZKI PRESS

ANA GALARRAGA AIESTARAN  
*Elhuyar Zientzia*

“**U**ste okerre aurre egiteko, funtsezkoa da pentsamendu zientifikoa sustatzea”

Edonork izan ditzake uste okerrak, edonork sinets dezake sasizientzietan. Izan ere, guztiok dugu gertakariak azaltzeko joera, eta kausa-efektu erlazioa bilatzeko bulkada, baita erlaziorik ez dagoenean ere. Hain justu, hori da sinesmen faltsuak sortzeko mekanismoetako bat. Halakoak ikertzen ditu Helena Matute Psikologia Esperimentaleko katedradunak Deustuko Unibertsitateko [Labpsico laborategian](#), eta han hartu gaitu, bere lanari buruz hitz egiteko, patxada osoz, lanez gainezka egon arren.

**Psikologoek diozuenek,  
denok dugu uste okerrak izateko joera.**

Bai, jakina. Guk kausa-efektu erlazioak sortzeko joera ikertzen dugu. Oso joera sendoa da, erabat errotuta dago guztiongan, eta oso baliagarria zaigu gertakarien zergatia gure buruei azaltzeko. Adibidez, istripu bat izan badugu, zergatia jakin nahi dugu, berriro gertatzea saihesteko. Edo gaixotu bagara, berdin, gaitzaren jatorria ezagutu nahiko dugu, hurrengoan aurre hartzeko.

Egunerokoan, beraz, etengabe sortzen ditugu erlazio kausalak eta horietan oinarrituta egiten dugu aurrera. Baina prozesu honek badu bere alde txarra ere: erlazio edo lotura horiek ez baditugu zalantzan jartzen, gerta liteke lotura okerrak ontzat jotzea, ilusio hutsak izatea.

Ilusio hauei ilusio kausalak esaten diegu. Gure ikerketa-lana honen gainean ardatzen da, batez ere. Esate baterako, atzo gorputzaldi txarra banuen eta hobetzeko asmoz pilula bat hartu banuen, gaur ondo banago oso normala izango da pentsatzea pilulari esker izan dudala hobekuntza hori. Ez du zertan horrela izan, ordea. Agian, pilularik hartu izan ez banu ere, atzo baino hobeto egongo nintzateke gaur; izan ere, litekeena da berez egitea onera. Alabaina, gutxitan ohartzen gara horretaz. Jende gehienak, edo askok behintzat, egingo dute kausa-efektu lotura hori, okerra izan daitekeela ohartu gabe.

**Berezkoa dugu, hortaz.**

Hori da. Ez dugu begiratzen zer gertatzen den ustezko kausa ez badago. Gainera, zenbait faktorek indartu egiten dute ilusioa. Esaterako, frogatuta dago, ustezko kausa eta efektua jarraian gertatzen direnean, ilusioa sortzeko arriskua handiagoa dela. Hau da, A gertatu ondoren B gertatzen bada, litekeena da B A-ren ondorio izatea. Askotan egia izango da, baina beste askotan ez.

Gauza bera gertatzen da biak, hau da, ustezko kausa eta nahi dugun efektua, sarritan gertatzen badira. Hain zuzen ere, ilusioa sortzen gehien eragiten duen faktorea da itxarondako efektuaren maiztasuna. Alegia, sarritan sendatzen den gaitzaren kasuan errazagoa da ilusioa garatzea, sendatzen ez den gaitz batekin baino. Zenbat eta sarriago gertatu itxarondako efektua, orduan eta errazago sortzen da ilusio kausala.

Are errazagoa da ustezko kausa ere sarritan baldin badago. Izan ere, sarritan agertzen bada ustezko kausa hori, areagotu egiten da ustezko kausa eta itxarondako efektua batera edo justu jarraian gertatzeko aukera. Horrek areagotu eta indartu egiten du ilusio kausala sortzeko aukera.

**Hori gertatzen den kasu askotan, gainera, egiazkoa izango da kausa-efektu erlazioa.**

Bai, baina horrela ote den bermatzeko, kausarik gabe zer gertatzen den begiratu beharko genuke, eta hori ez dugu egiten egunerokoan. Horregatik, erraza da ilusio kausala sortzea, bereziki, lehen emandako adibidean: ustezko kausa eta itxarondako efektua sarritan gertatzen direnean.

Horren erakusgarri da homeopatia: homeopatek tratamendua sarritan hartzea gomendatzen dute; horrenbestez, errazagoa da pazienteak onura nabaritzea justu pilula edo tantak hartu dituen aldietako baten ondoren. Eta pazienteak tratamenduari egotziko dio hobekuntza.

Beste faktore bat ere gehitzen zaio horri: albo-ondoririk ez izatea. Oro har, terapia alternatiboek ez dute albo-ondorio zuzenik. Hortaz, haiek hartuta, izatekotan, onura sumatzen duzu, eta kalterik ez. Onura berbera izango zenuke ezer hartu gabe ere, horixe baita terapia alternatiboen ezaugarria: ez direla plazeboa baino hobekiak. Kontua da zuk hartu egin dituzula, eta onera egin duzula. Beraz, ez zaizu haiekiko susmo txarrik pizten, ez duzu hartutako erabakia, hau da, homeopatia hartzea edo halako terapia batengana jotzea, zalantzan jartzeko inolako arrazoirik.

**Albo-ondorio zuzenik ez izateak ez du esan nahi arriskurik ez duenik; adibidez, tratamendu eraginkor baten ordeztartzen badu eta ez bada sendatzen, kalterako izango da.**

Noski, hori hala da. Edo euren seme-alabei txertoak ez jartzea erabakitzen duten gurasoen kasuan. Hor dago arriskurik handiena. Baina arrisku hori ez dagoenean, gure esperimentuetan ikusi dugu, esperimentua egiten

ari den subjektuak aukera duenean balizko sendagaia emateko, efektua izan zein ez, sarriagotan emango duela ez badu albo-ondoririk. Eta sarritan ematen duenez, areagotu egiten da sendatzearekin batera gertatzeko probabilitatea. Eta horrek berak, are sarriago ematea eragiten du, botika emateak sendatu egiten duelako ilusioa sortzen baitaio subjektuari.

*“Kausa-efektu erlazioak sortzeko joera erabat errotua dugu, eta oso baliagarria zaigu”*

**Hain zuzen ere, mekanismo horiek esperimentalki frogatzen dituzue.**

Bai, unibertsitateko ikasleekin egiten ditugu esperimentuak, ordenagailuetan. Dena den, aipatu ditugun mekanismoetako batzuk lehendik ere aski frogatuta daude. Guk errepikatu egiten ditugu, eta ekarpen berriak ere egiten ditugu, baina batzuk aspaldikoak dira, eta nazioartean errepikatu dira.



Izan ere, berdin du nongoak garen, gure garunak berdin funtzionatzen baitu han eta hemen. Kulturaren arabera, alda daiteke ilusioaren gaia. Esate baterako, Hollywooden zine-izar ospetsuek adierazten badute ez dituztela txertatu beren seme-alabak, agian han hori zabalduko da, eta, hemen, berriz, beste uste oker bat ohikoagoa izango da hori baino. Edonola ere, sakonean, arrazoi berberak daude guztien atzean.

Adibidez, aspaldi frogatutakoen artean dago esperotako emaitzaren maiztasunaren garrantzia. Egin kontu, horren inguruko lehen esperimentuak 1970eko hamarkadakoak dira, eta gero askotan eta munduko edozein txokotan frogatu da behin eta berriz, eta guri ere esperimentu guztietan ateratzen zaigu. Ustezko kausaren maiztasunarena ere, berdin; geroagokoa da, baina hori ere emaitza klasiko bat da.

*“Pentsamendu zientifikoa barneratuta, ilusio kausalerako joera galdu egiten da”*

Beste bat aipatzearren, guk ere ikusi duguna, depresioa duten pertsonen kasua da: besteek baino joera handiagoa dute ohartzeko ezin dutela efektua kontrolatu, ez dagoela haien esku. Eszeptikoagoak dira. Guk pauso bat gehiago eman dugu, eta, ikusi dugunaren arabera, uste dugu horren esplikazioa portaerazkoa dela. Izan ere, depresioa duena normalean pasiboa da, eta ez du kausa eragiten. Hortaz, errazago konturatzen da, berak ezer egin gabe ere, efektua gerta daitekeela. Aldiz, pertsona aktibo batek kausa eragiteko joera du, eta, orduan, errazagoa da bat egitea efektuarekin; horrenbestez, errazago sortuko zaio ilusioa, depresioa duenari baino. Gure ekarpena, beraz, hori da: informazioa modu desberdinean interpretatzen dutela batzuek eta besteek, baina horren aurretik portaera ere desberdina dutelako, ez dutelako berdin jokatzeko.

#### **Mekanismoak ezagututa, errazagoa da uste okerrak sortzeari aurre hartzea edo haien aurre egitea?**

Neurri batean, bai. Hain zuzen, esperimentuek erakutsi diguten horretan guztian oinarrituta, prebentzio-estrategiak diseinatzen ari gara. Egia esan, gauza asko probatu dira eta guk ere probatzen ditugu, baina denek bat egiten dute niretzat funtsezkoa den kontu batean: pentsamendu zientifikoa sustatzean. Horrek ez du esan nahi zientzian oso jantziak izan behar dugula denok, ez



da hori; da metodo zientifikoaren arabera pentsatzea eta horretan oinarrituta jokatzeko. Kritikoak izatea eta zalantzan jartzea esaten zaiguna, frogatu arte. Ez konformatzea “ba niri funtzionatzen dit” mezuarekin.

Hori bai, aipatzekoa da batzuetan estrategia okerrak ere erabili izan direla, hala nola ezjakintzat jotzea uste okerrak dituenen, edo errudun bihurtzea. Horrelakoak ez dira sekula egin behar. Heziketaren bidez eragin behar da.

Ildo horretatik, nerabeekin badugu programa bat pentsamendu zientifikoa trebatzeko, eta frogatu dugu hasieran zuten ilusio kausalerako joera galdu egiten dela neurri batean, pentsamendu zientifikoa barnertzen dutenean. Eraginkorra da, beraz. Orain hau umeeekin nola landu aztertzen ari gara. Oso kontu polita da, eta uste dugu garrantzitsua dela gaztetxotan garatzea ingurua interpretatzeko gaitasun kritiko hori, beti izan-go baitzaie baliagarria. ●

# ZIENTZIA HERRIARENtzAT eta herriarekin

Erronka handiei egin beharko die aurre zientziak hemendik aurrera. Izan ere, haren finantziak baldintzatuta geratuko da: ikerketa eta berrikuntza arduratsua egiten ez duenak ez du Europako finantziatorik jasoko. Eta argi definitu du Europak zer den zientzia arduratsua: gizartearen parte-hartzea bermatzen duena eta gizartearen kezkei eta arazoei irtenbidea ematen diena. Paradigma-aldaketa bat dakar horrek, eta zientzialarien erreakzioa eragin du jada.





Ezagutza zientifiko eta teknologikoak bete-be-tean eragiten du gizartearen aurrerapen sozial eta ekonomikoan. Izan ere, zientziak zer norabide hartzen duen, gizarteak baliabide batzuk edo beste batzuk izango ditu aurrera egiteko. Horrek oinarritzko galdera batera garamatza: zientziaren norabidean herritarrek hitza eta erabakia hartu behar dute, edo ikusle pasiboak izan behar dira zientzian erabakiak “adituek” hartzen dituztelako?

Europak eztabaidarako tarte txikia utzi du horretan, jarrera argia agertu baitu: zientzia gizartearentzat egin behar da, eta, gainera, gizartearekin. “Gizartearekin” ideiak zientziaren deszentralizazioaren alde egin du, onartuz ezagutza ez dagoela laborategietan bakarrik. Zientzia gizarteko bestelako eragile batzuekin elkarriketan egin behar dela finkatu du, haiei ere ezagutza aitortzen dielako: zentro teknologikoak, mugimendu sozialak, pazienteen elkar-teak... Esaterako, baliteke pazienteek ez izatea zientzialarien pareko ezagutza, baina haien bi-zipenek lagundu diezaiekete zientzialariei arreta zertan jarri behar duten erabakitzen.

“Gizartearentzat” ideiak, ordea, emaitzei egiten die erreferentzia: gizarteak unean-unean dituen erronka handiei erantzutera bideratu behar da zientzia. Erronka nagusiak zein izan behar diren ere markatu du: klima-aldaketa, baliabideen urritasuna, gizartearen zahartzea eta arazo energetikoak, esaterako. Bi alderdi horiek bermatzen dituen da, Europar Batasunaren ustez, ikerketa eta berrikuntza arduratsua, RRI deitu duena (*Responsible Research and Innovation*).

## ZIENTZIA AUZITAN

“Horrek guztiak aldaketa kultural bat eskatzen du, zientzia ulertzeko beste modu bat: zientzia desberdinekin elkarriketan produzitzen da. Zientzialaria ezin da marfilezko dorre batean egon, baizik eta kontziente izan behar du zer arazo dauden inguruan, eta erronkak konplexuak direla”, adierazi du Andoni Eizagirre Filosofian doktoreak. Mondragon Unibertsitateko irakasle eta ikertzailea da Eizagirre, eta Europako deialdietara aurkezten diren ikerketa-proiektuak aztertzen ari da, zientzialariak RRI ikuspegia bere egiten ari diren ikusteko. “Onartzen badugu, eta horrek aldaketa sozialarekin du zerkusia, unibertsitateek eta garai bateko ikerketa-zentroek galduta dutela ezagutzaren monopoloa,

alegia ezagutza deszentralizatzen ari dela unibertsitatek beste eremu batzuetara (izan ospitaleak, izan gobernuz kanpoko erakundeak...), logikoa izango da haiekin elkarlanean aritzea. Zientzia sortzeko prozedura beste eragile batzuekin elkarriketan sortzen badugu, haien kezka eta arazoak identifikatzen baditugu... segur aski horrek berak erraztuko du emaitzek bat egitea herritarren kezekin, desioekin eta itxaropenekin”.

Ikuspegi horrek, ordea, eta batez ere ikerketa zientifikoaren finantziarioa bera baldintzatua ikusteak, zientzialari askoren erreakzioa eragin du. Baina zein da arazoa: Europa zientzialarien aurretik doala eta ikertzaileek aldaketetara ohi-tzeko denbora behar dutela, edo zientzia bera kolokan jartzen ari dela?

“Ez da gai erraza”, adierazi du Juan Ignacio Pérez Iglesias Animalien Fisiologiako katedradun eta EHUko Katedra Zientifikoaren zuzendariak. “Ni kritikoa naiz RRI kontuarekin. Nire ustez, badi-tugu kezkatzeko arazoak estrategia berri horrekin, ez bakarrik zientzialariok, baizik eta oro har gizarteak. Hori paradoxikoa izan daiteke, zientzia arduratsua izatea baita helburua, baina nik horrela ikusten dut. Izan ere, herritarrek ikerketari eta zientziari buruz duten pertzepzioa jakina da, eta ikerketa aplikatua deitzen dena lehenesten dute, ez oinarritzko ikerketa. Jendeak ez du baloratzen ezagutza ezagutzaren balio intrintsekoagatik, baizik eta ezagutzak dituen aplikazioengatik”.

“Ni seguru nago —gaineratu du Pérez Iglesiasek— kalean galdetuko bagenio jendeari ‘aizu, zertan ikertu beharko litzateke?’, eta emango bagenizkio zenbait gai aukeran —bioteknologia, energia nuklearra, materia solidoaren fisika, kosmologia, minbizia, antibiotikoak, etab...—, jendeak esango lieke baietz antibiotikoei, minbizari eta ingurumen-kontuei. Segur aski esango lieke ezetz energia nuklearrari eta bioteknologiari; batez ere, bioteknologiarekin batera transgenikoak jarriko bagenitu. Eta, azkenik, kosmologia, materia solidoaren fisika, partikula fisikoak, zelulen barruko garraio-sistema... iker-tzeari ezetz esango lieke, edo behintzat ez litzakeke jarriko lehendabiziko postuetan”.

“Oinarritzko ikerketa gutxietsi eta ikerketa aplikatua bideratzea balitz irizpidea hemendik aurrera, galduta geundeke, aplikazioaren oinarrian oinarritzko ikerketa dagoelako. Zientzia eta eza-



**ANDONI EIZAGIRRE EIZAGIRRE**

Filosofian doktorea.  
Mondragon Unibertsitateko irakasle  
eta ikertzailea.

*“Zientzialaria ezin da marfilezko dorre batean egon, kontziente izan behar du zer arazo dauden inguruan, eta erronkak konplexuak direla”*



**JUAN IGNACIO PÉREZ IGLESIAS**

Animalien Fisiologiako katedraduna.  
EHUko Katedra Zientifikoaren  
zuzendaria.

*“Jendeari erabaki horietan parte hartzeko aukera emanez gero, lehenetsiko luke gure eguneroko bizitzetako arazoak konpontzeko balioko lukeen ikerketa”*



**DIGNA COUSO LAGARON**

Fisikan lizentziatua eta Zientziaren Didaktikan doktorea. Bartzelonako Unibertsitate Autonomoko ikertzailea, Zientzia Esperimentalen Didaktika atalean.

*“Gazte askok zientziatik kanpo uzten dute beren burua zientzia ez dutelako ikusten edozeinentzat: for white, brilliant men”*

gutza, eta kultura bera ere, pikutara joango lirajteke”, gaineratu du. “Jendeari erabaki horietan parte hartzeko aukera emanez gero, RRIk horietan ez luke jokatu arduratsu, lehenetsiko lukeelako gure eguneroko bizitzetako arazoak konpontzeko haien ustez balioko lukeen ikerketa. Nik politikariei entzun diet: ‘ez, orain, krisi-garaitan, ez da momentua luxuzko gaietan ikeritzeko. Orain momentua da kontu aplikatuetan ikertzeko’. Jende askori horixe iruditzen zaio, oinarrizko ikerketa luxuzko kontu bat dela”.

### **ZIENTZIA, ERREPUBLIKA PROPIOA?**

“Oinarrrian bada beste debate bat”, uste du Andoni Eizagirrek. “Zientziak eremu aske batean egon behar duela diote askok, ez duela inolako eraginik jaso behar. Hala diote: ‘Gu errepublika propioa gara. Komunitate zientifiko bezala gure arau propioak ditugu: zientzia ondo egitea zer den, zientzia arduratsua egitea zer den, hori dena gure barruko arauekin finkatua dago. Gainera, ezagutza guk daukagu; hortaz ez dago zertan ireki. Bestela, ezagutza erlatibizatu egiten da, eta hori arriskutsua da’. RRIren inguruan erre-zelo handia dago”.

“Oinarrizko ikerketan tradizio handia duten ikertzaile batzuek diote RRI moda iragankorra izango dela, baina nik ez dut uste. Nire ustez, RRI gelditzeko etorri da”, gaineratu du Eizagirrek. “Azkenean, aldaketa kultural bat eragiten

ari da. Herrialde batzuetan jada ikusten da laborategietan diziplinartekotasuna benetan sustatzen ari dela. Agian, nabardurak gehituko zaizkio, edo eremu batzuetara mugatu, baina jarraituko du”.

Izan ere, zientziak ezagutza ekartzen du, baina batzuetan inpaktu aurreikusitako gabeak edo ez desiragarriak ere izan ditzake, eta horiek herritarrengan arrisku edo ziurgabetasun sententzia eragin dezakete. “RRIk zientzia, gizartea eta bien arteko harremana ulertzeko beste modu bat proposatzen du: ardurak partekatzea eta elkarrengandik ikastea”, gehitu du Andoni Eizagirrek.

Baina ikusten dizkio mugak ere: Europako deialdiak aurkezten diren ikerketa-proiektuak aztertutik, argi ikusi du industria dela RRI ikuspegira errazten moldatzen ari dena, industriakoek argudiatzen baitute berek irekitzen ari direla prozedura beste eragile batzuetara (beste enpresetara izaten da) eta beren ikerketa orientatuta dagoela. “Horregatik, RRIri egiten zaion beste kritika bat da oso ekonomizista dela”.

### **ZIENTZIAK ANIZTASUNA BEHAR DU**

Digna Couso Fisikan lizentziatua eta Zientziaren Didaktikan doktorea da, eta, gaur egun, Bartzelonako Unibertsitate Autonomoko ikertzailea da, Zientzia Esperimentalen Didaktika atalean. Bere ustez, zientziak badu beste erronka handi bat:

“Zientzian eta ingeniartzan lan egiten duten pertsonen profila oso homogeneoa da: oso aniztasun etniko txikia dago, oso genero-aniztasun txikia, maila sozioekonomikoari dagokionez ere aniztasun txikia dago... eta hori arazo bat da. Aniztasun faltak pobrezia ekartzen du, ikuspegiei dagokionez, baita galera ekonomikoak ere. Ikertu da zer kostu ekonomiko izaten duen ikerketa zientifikoetan generoaren ikuspegia ez txertatzeak. Adibidez, gertatu izan da 20 urtez medikamentu bat ikertu ondoren medikamentua gizarteratzea eta konturatzea oso kaltegarria dela menopausia duten emakumeentzat. 20 urtez ikertuta ere, ez da kontuan hartu medikamentu hori emakumeentzat ere badela... RRIk mahai ganean jarri duen beste erronka bat hau da: zientziak generoaren inguruko berrazterketa behar du”.

### GIZARTEA ZIENTZIATIK URRUTI

Zientzian aniztasuna eta herritarren parte-hartzea bermatzeko gizartean kultura zientifikoa eta ikuspegi kritikoa sustatu behar da. Izan ere, gaur gaurkoz, gizarateak nahiko jarrera pasiboa erakusten du zientziaren aurrerapenen aurrean. Zein da arazoa, herritarrek ezaguera zientifiko eskasa dutela?

Digna Cousoren iritziz, gizartea eta gazteak zientziatik urruti sentitzearen arrazoa ez da jakintza-falta. Hezkuntzaren erronka beste nonbaiten kokatzen du: “Ikasleek zientziaz zenbat dakiten baino garrantzitsuagoa da eskolak ikasleen jakin-mina, sormena eta jarrera kritikoa zaintzen dituen ala ez. Oinarri sendo batekin, bizitza guz-

tian ikasten jarrai dezakegu. Benetan baldintzatzaren gaituena gure gaitasunen pertzepzioa da; adibidez, zientzian onak ez garela pentsatzea. Horrek bai mugatzen gaitu. Eta gazte askok zientziatik kanpo uzten dute beren burua. Zientzia ez dute ikusten edozeinentzat: *for white, brilliant men*. Gizonezko zuri eta bikaintentzat”.

“Kezka handia eragiten digu ikasleek zientziarekiko duten ikuspegiak, zientzian *bikaintasunaren kultura* hautemateak. Uste dute zientzia *bikainak* direnentzat bakarrik dela, oso adimentsuak direnentzat; adimena oso modu mugatuan ulertuta, gainera: kalkulurako eta abstraziorako gaitasun handia dutenak. Zientzia hautemateko modu hori irakasleek eta gizarateak transmititzen dugu, eta zientzialariek ere laguntzen dute horretan. Baina badago beste gaitasun batzuk dituen jendea, haiek bezainbesteko ekarpena edo handiagoa egin dezakeena”.

Cousok azpimarratu du ezen, zientzian aniztasuna nahi badugu, neskengan arreta jarri behar dugula. “Ikerketek erakusten dute neskek autoestimu txikiagoa dutela zientzia eta teknologiko beren jarduerari dagokionez. Ingelesean 9 eta Matematikan 6 ateratzen duen neska batek uste du bera eskasa dela Matematikan; Matematikan 6 eta Ingelesean 4 atera duen mutil batek, ordea, uste du oso ona dela Matematikan. Hautemate horrek badu zerbaitez ez duena zerikusirik gaitasunarekin. Neskei esan behar zaie zientzian nahikoa onak badirela, zientziak behar dituela”. ●

Zerbaitez aldatuko litzateke zientzian ikertzaileen artean aniztasun handiagoa balego, adibidez, etnia, genero eta maila sozioekonomikoari dagokionez?

ARG.: PIXABAY



GARAZI ANDONEGI BERISTAIN

*ZientziaKIDE proiektuaren arduraduna**Elhuyar Fundazioa*

# HERRITARREN ZIENTZIA

## etorkizuneko zientziaren giltzarri?

**H**erritarrek jakintza sortzen dute, eta jakintzak herritarrak sortzen ditu. Horixe da Alemaniako GEWWISS herritarren zientziako proiektuaren zioa, eta ondo laburbiltzen ditu parte-hartzeak herritarrei eta zientziari ekar diezazkiekeen onurak.

Herritarren zientzia kontzeptu erakargarria da oso. Europako 2020 estratejiaren barruan agertzen da, eta filosofia oso baten adierazleetako bat da. RRI delakoak (*Responsible Research and Innovation*) ikerketa egiteko modu berri bat du oinarri, etika, zientzia-hezkuntza, genero-berdintasuna, gobernatzeko modu berri bat, datuetarako sarbide irekia eta gizartearen atxikimendua bilatzen dituena. Hortxe kokatzen da herritarren zientzia.

Elhuyarrek ere, herritarren zientziak ekar ditzakeen onurez ohartuta, hura bultzatzea hartu du helburu. Horretarako dator ZientziaKIDE.

### HERRITARRAK ZIENTZIAKO PROIEKTUETAN KIDE BIHURTUZ

ZientziaKIDE proiektuak herritarren zientzia-lerroak zabaltzen ditu Euskal Herriko zientzia-agenteekin elkarlanean, haien ikerketetako batzuk herritarrei hur-

bildu eta guztien arteko kolaborazio-modu egonkorak martxan jartzeko.

Horretarako, baina, beharrezkoa da bai gizartea bai ikerketa-erakundeak zientzian jarduteko modu berri horren filosofiaren jabe egitea eta hura gauzatzeko prest egotea. Izan ere, herritarren zientzia praktika zaharra baldin bada ere, kontzeptu berria eta ezezaguna da gehienentzat.

*“Errazagoa da ondorio horiek onartzea eta eguneroko bizitzan txertatzea zuk ikerketa horretan parte hartu baduzu”*

Guk Pasaian dagoen AZTI-Tecnalia erakundearekin egin dugu proiektu pilotua. Pasaia badiako uren kalitatea neurtzea zen helburua. Horretarako, bi laginketa-puntu definitu ziren; bata, badiaren barnealdean, eta bestea, Pasai San Pedroko kaian. Bi puntu horietan, gainera, azalean eta hondoa hartu genituen ur-laginak, ikusteko ea alderik bazegoen aztertu beharreko parametroetan.

Dozena bat herritar aritu ziren ikerketan AZTIko ikertzaileekin batera. Lehenik, azalpen-hitzaldia jaso zuten; gero, laginak hartu zituzten; eta, azkenik, laborategiko lana egin zuten, ikertzaileek gidatuta. Amaieran, ikerketaren emaitzen berri jaso zuten AZTIko ikertzaileen eskutik, eta esperientzia interesgarri eta aberasgarria izan zela aipatu zuten guztiek.

### ONURAK ETA ERROKAK

Herritarren zientziaren onurak aipatzen hasita, lau nabarmenduko nituzke.

Lehenik, zientziak garrantzi handiagoa hartzen du gizartean herritarren intereseko ikerketa-lerroak zabaltzen direnean.

Bigarrenik, ikerketen emaitzak asko aberasten dira herritarren ikuspegiak eta lekuan lekuko jakintzak integratzen direnean. Gainera, zenbait ikerketak behar dituzten datu-bilketa erraldoiak ezinezkoak lirateke herritarren lan boluntariorik gabe. Adibidez, txorien populazioak eta migrazioak ikertzeko, herritarrek emandako informazioa gakoa da. Milaka herritarrek behatzen diete txoriei, eta haien datuak erabiltzen dituzte gero ikertzaileek populazioan izan diren aldaketak aztertzeko edo migrazio-ohituren eboluzioa ikusteko.



Hirugarrenik, gizartean kultura zientifiko areagotzen da, eta gizarte kritikoago bat eraiki.

Azkenik, ikerketaren emaitzak egiaz gizartean aplikatzeko aukera gehiago ematen ditu herritarren zientziak, errazago baita ondorio horiek onartzea eta eguneroko bizitzan txertatzea zuk ikerketa horretan parte hartu baduzu.

Europako Herritarren Zientzia Elkarteak (ECSAk) beste bi onura ere aipatzen ditu: herritarren ahalduntzea —hau da, herritarrek zientziako erabakietan ahotsa dutela sentitzea— eta garapen jasangarria, sozialki eta ingurumenari begira.

Hala ere, bide horretan, erronkak ere badaude: diru-funtsak areagotzeko beharra, herritarren zientziako proiektuak martxan jartzeko eta herritarrek kudeatzeko trebakuntza-beharra, herritarren zientzia eta zientziaren komunikazioaren arteko sinergiak zabaltzeko beharra eta herritarren zientzia hezkuntzan txertatzeko beharra.

Bestalde, uste dut herritarren zientziako ekimenek gutxieneko tamaina bat izan behar dutela gizartean eta zientzia-sisteman benetan eragiteko. Ekimen gehiago eta jendetsuagoak behar dira haien ondorioek benetan zientzia-politiketan eta ikerketa-ildoetan eragitea nahi badugu.

### ONDORIOAK ZEIN DIRA?

Beraz, herritarren zientziako proiektuak datuen bilketatik harago doaz. Kontzientzia hartzea, gaitasunak eraikitzea eta herritarren komunitateak indartzea dakarte. Konfiantza eraikitzea eta mantentzea gakoa da herritarren zientziako edozein proiektutan. Ezinbestekoa da jaso/eman bikotea. Ez da nahikoa datuak, informazioa, ezagutzak eta abar herritarrengandik jasotzea; erabilgarria eta baliozkoa den emaitzaren bat eman behar zaie herritarrei.

Azken joeren arabera, herritarren zientziako proiektuak, datuen bilketari lotuta baino gehiago, parte-hartze sakonago batean oinarritu behar dira. Horrek eragiten dituen zailtasunak hasieratik aurreikusi

behar dira. Adibidez, herritarren zientziarekin lotutako proiektu askotan, jendearen parte-hartzea asko jaisten da behin datuen bilketa amaituta. Jendearen inplikazioak luzarago irautea erronketako bat da.

Eta, parte-hartzaileak bilatzeko orduan, motibazioari begiratu behar zaio. Errazago topatzen dira partaideak ingurumen-elkarreetan, aktibisten artean, zuzenean arazo bat jasan duen jendearen artean, baldin eta ikerketak ingurumen-arazo bat badu aztergai, adibidez. Eta haien ekarpena aberatsagoa izango da. Hala ere, kontuan izan behar da partaide horiek ez dituztela herritar guztiak ordezkatzen.

Azken finean, herritarren zientzia ez da herritarrentzat edo herritarren gainean egindako zientzia, herritarrekin egindakoa baizik. ●



IGOR LETURIA AZKARATE  
Informatikaria eta ikertzailea

# Adimen artifizialaren ERRONKAK eta ARRISKUAK

**Azkenaldian, adimen artifiziala bogatan da. Egungo enpresa teknologiko handi guztiak buru-belarri sartuta daude adimen artifizialean; asko inbertitzen eta ikertzen dute horretan, eta produktua ere ateratzen dituzte: botak, laguntzaile birtualak, bakarrik dabilzan autoak... Azken urte gutxi batzuetan informatikaren historiako aurreko guztietan baino aurrerapen handiagoak izan dira arlo horretan. Eta aurreikusten da etorkizunean aurrerapen handiagoak eta gero eta azkarrago etorriko direla. Baina bada horrek kezka sortzen dionik ere.**

Informatikaren historia guztia teknologia jakin batzuen inguruan sortutako gehiegizko esperantzez, abandonatze etsituez eta geroagoko berriz ekiteez beteta dago. Hala gertatu izan zaie [lengoaia naturalaren prozesamenduari](#), [itzulpen automatikoari](#), [neurona-sareei](#), [errealitate birtualari](#)... Oso boladan jarri izan dira guztiak. Etorkizuna hor zegoelakoan, mundu guztia horietan aritzera pasatu izan da; eta, espero ziren emaitzak lortu ez direlako, guztiz baztertuta gertatu izan dira, berriz ekin zaien arte.

Informatika sortu zenean, duela 50-60 urte, aurreikuspen oso baikorrak egin ziren hark ekarriko zuenaz, bereziki adimen artifizialaren arloan. Pentsatzen zen berehala izango genituela gizakiek bezala jokatu zuten robotak. Baina, urteetan saiatu eta gero, argi ikusi zen ez zela hain erraza. Eta adimen artifiziala inoiz guztiz abandonatu ez bada ere, mundu akademikoak jarraitu baitu oinarritzko ikerketa egiten, enpresa handiak gauza egingarriago eta errentagarriagoetara mugatu dira.

## ENPRESA HANDIEN HELBURU

Azkenaldian, baina, teknologia-enpresa handi guzti-guztiak hasi dira asko inbertitzen adimen artifizialean. Denek ikusten dute merkatua eta dirua hor, antza, eta, hori gertatzen den aldi oro bezala, denak sartu dira norgehiagokan, etorkizunean merkatu hori bereganatu nahian.

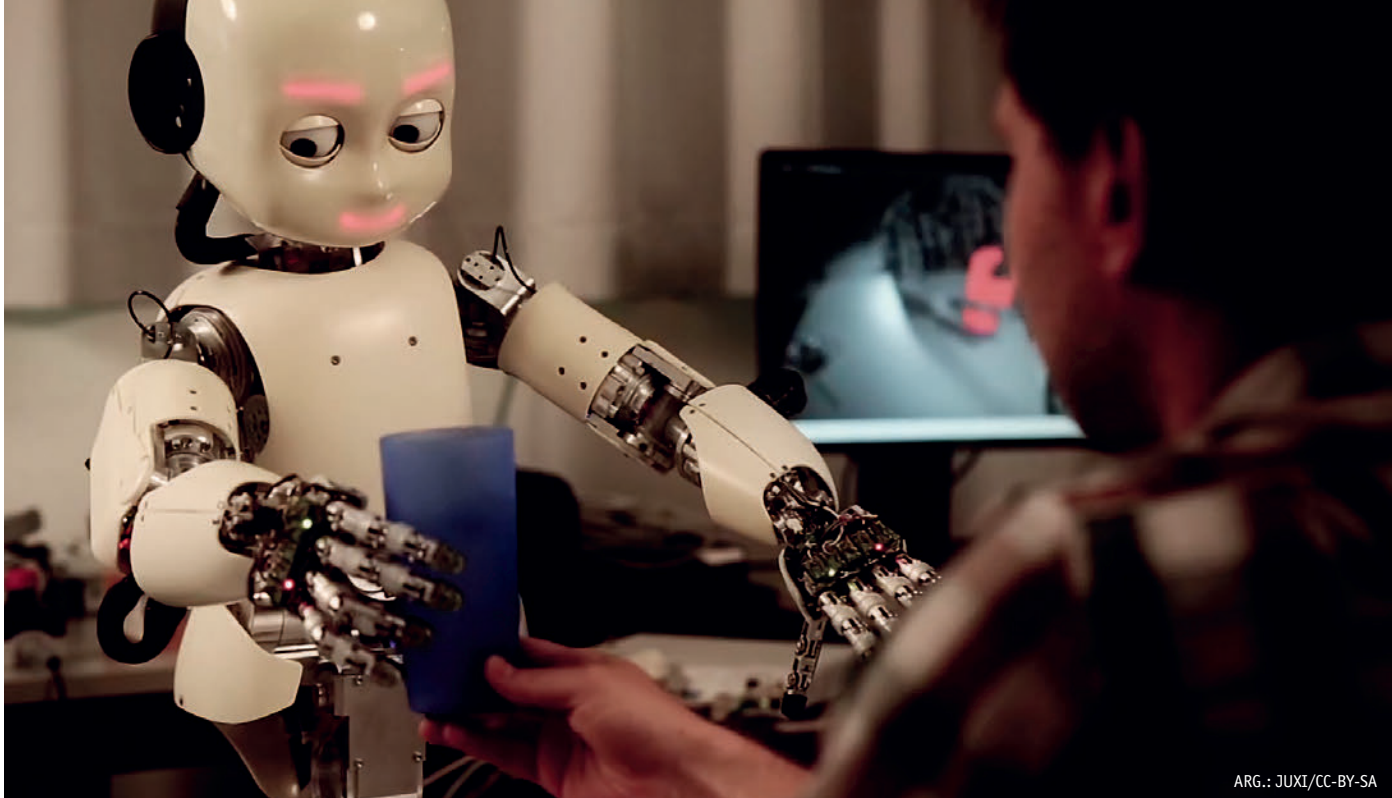
Enpresa horietako zenbait [ibilgailu autonomoetan](#) inbertitzen ari dira. [Tesla automobil elektrikoek](#) ekoizlea gero eta automobil autonomoak egiten ari da, eta haren buru [Elon Musk](#)ek [berriki esan du 2017aren amaierarako kalean izango dutela auto erabat autonomo bat](#). [Ezagunak dira, orobat, Google automobil autonomoekin egiten ari den testak](#), etorkizun ez hain

urrunean beste ekoizle batzuek integratuko duten sistema bat garatzea helburu dutenak (Android-ekin telefonoetan gertatu den gisan). Eta Apple ere ari da berea garatzen.

Beste zenbait, aldiz, [laguntzaile birtualak edo elkarrizketa-agenteak](#) egiten ari dira. Ezagunak dira Android telefonoetan, iPhoneetan eta Windows telefonoetan, hurrenez hurren, aurrez instalatuta datozen [Google Assistant](#), [Siri](#) eta [Cortana](#) laguntzaileak. Eta Amazonek [Amazon Echo](#) eta Googlek [Google Home](#) atera dituzte; etxeko egongelan jartzen diren aparatu bana dira, mikrofonoa beti piztua dutenak, hizketa bidezko aginduen zain, musika jartzeko edo etxetresnak kontrolatzeko.

Bestalde, 2016a [txatbot](#)en urtea izan da. Izatez, elkarrizketa-agente espezializatuak besterik ez dira, eta beste aplikazio edo zerbitzu batzuen barruan bizi dira; normalean, berehalako mezularitzako programetan edo sare sozialetan. Hala, txatbot horiek kontaktu gisa gehitzen baditugu, espezializatuta dauden arloetako galderak egin edo aginduak eman diezazkiekegu lengoaia naturalean (eguraldiaz galdetu, pizzak eskatu, hizkuntza-kontsultak egin...), eta pertsonak balira bezala erantzuten dute. Telegramen eta Twitterren aspalditik daude txatbotak, eta Facebookek ere baditu orain.

Haiek guztiek, gehiago edo gutxiago, adimen artifizialaren beharra dute. Argi dago, beraz, [enpresa teknologikoen artean, oraintxe, adimen artifiziala dela modako teknologia](#), eta asko ari direla inbertitzen horretan. Gaur egungo makinaren ahalmenari esker, aurrerapen handiak egiten ari dira, eta baliteke oraingo hau adimen artifizialaren leherketa behin betikoa izatea.



ARG.: JUXI/CC-BY-SA

## KEZKAK ETA ARRISKUAK

Baina oro ez da urre. Badira kezkak egun bizitzen ari garen adimen artifizialaren boomaren inguruan. [Haitako bat da ikertzaile asko mundu zientifiko-akademikotik enpresetara pasatzen ari direla](#). Horrek ekar dezake mundu akademikoa atzera gelditzea adimen artifizialaren arloan, eta mundu hori da ezagutza gizadi osoaren esku jartzten duena, enpresek berentzat gordetzen baitute. Ikerketa zientifikoak helburu komertzial edo ikusgarrietara lerratzea da beste arrisku bat.

Zenbait adituk, bestalde, ikusita adimen artifizialaren azkenaldiko aurrerapena, enpresa horiek daukaten makina-ahalmena, eta mundu errealeko gero eta prozesu eta sistema gehiago elkarren artean konektatuta dauden makinien bidez kontrolatzen direla, kezka dute zientzifikozko film apokaliptikoetako [etorkizuna beteko ez ote den](#).

Aditu horiek ez dira edonor, gainera. Stephen Hawking fisikari famatuak [hau esan du](#), hitzez hitz: “uste dut adimen artifizialaren garapen osoak gizadiaren amaiera ekar dezakeela; gizakiak adimen artifiziala garatuz gero, adimen artifiziala bere kabuz jokatzen hasiko litzateke, eta bere burua birdiseinatu joango litzateke gero eta azkarrago; gizakia, eboluzio biologiko mantsoak mugatuta, ezingo litzateke harekin lehiatu, eta garaitua izango litzateke”. Elon Muskek, Tesla enpresaren sortzaileak, berriaz, hau adierazi du: “espero dut ez garela izango

*“Zenbait adituk, ikusita adimen artifizialaren azkenaldiko aurrerapena, kezka dute zientzifikozko film apokaliptikoetako etorkizuna beteko ez ote den”*

superadimen digitalarentzako abioko kargatzaile biologikoa soilik; zoritxarrez, hori gero eta probableago bihurtzen ari da”. Eta azken bi hamarkadetan adimen artifizialaren arloan ia estandarra izan den testu-liburuaren egile Stuart J. Russellen ustean, ez da zuhurra adimen artifiziala garatzen itsu-itsuan aritzea, arrisku potentzialen inguruan gutxienez apur bat pentsatu gabe.

Googleren buruetako batek, Eric Schmidtek, [beldur horiek uxatu nahi izan zituen](#), esanez ez dagoela gaur egun horren arriskurik, eta beldurrak zentzugabeak direla. Horretarako, argudio bakar bat erabili zuen, nire ustez okerra: Hawking eta Musk ez direla informatikariak. Aldi berean, jakin zen [Googleko adimen artifizialeko lantalde bat adimen artifizial gaizto hipotetikoak itzali ahal izateko moduak ikertzen ari zela](#).

Niri galdetuko bazenidate, esango nizueke ez dagoela gaizki gutxienez zuhertasun apur bat izatea. Arriskua erreala den adierazgarri, [Microsofti Tay txatbotarekin gertatu zitzaiona](#). Bere adimen artifizialeko aurrerapenak erakusteko, Twitterren jarri zuen Tay txatbota Microsoftek, gazteekin elkarriketa naturalak izateko. Tayk gazteen elkarriketa erreletatik ikasten zuen, ikasketa automatiko bidez, eta ongiegi ikasi zuen antza, segituan hasi baitzen komentario arrazistak, sexistak, naziak eta gustu txarrekoak egiten. 24 ordu baino lehen erretiratu zuten. Izan ere, gizakiaren antzeko makina adimendunak egitea lortzen badugu, desastrea ziurra da! ●



**R**ush doktoreak argi esan zion Lewisi: “gaixotasuna datorrela oharu orduko hartu pilula libragarri bat edo bi”. Pilula miragarri haiek Rush doktoreak berak sortuak ziren. Osagai nagusia kalomel izenez ezagutzen zen substantzia bat zen; merkurio kloruroa. Eraginkorra bezain toxikoa.

Arriskuz betetako bidaia luze baterako prestatzen ari zen Meriwether Lewis, Thomas Jeffersonen idazkaria. 1803an Louisiana erosi ondoren, Jeffersonek espedizio bat egitea pentsatu zuen, eskuratutako lurak esploratzeko eta Missouri ibaia kontinentearen mendebaldeko zatia zeharkatzeko merkataritza-bide egokia izan ote zitekeen aztertzeko. Baita, bide batez, lur haiek estatubatuarrenak zirela aldarrikatzeko ere.

Lewis aukeratu zuen espedizio haren buru izateko. Eta Lewisek armadan lagun izan zuen William Clarki eskatu zion laguntza, “izaera indartsua, zuhurtzia, basoan bizirauteko gaitasuna eta indioen izaera eta ohituren ezagutza” baitzituen hark, Lewisen hitzetan. Espedizioa prestatzeko, Lewis eta Clarke formakuntza jaso zuten hainbat arlotako adituren eskutik. Izan ere, espedizio hark helburu zientifikoak ere izango zituen: lur ezezagun haietako animalia, landareak, eta geografia ikertzea, esaterako.

Horrez gain, Lewisek Rush doktorearen eskutik ikasi zituen espedizioan behar izan zitzaizkeen medikuntza-egutzak. Benjamin Rush garaiko mediku amerikar entzutetsuena izan zen; Jeffersonen laguna, eta Amerikako Estatu Batuetako Independentzia Aldarrikapenaren sinatzaileetako bat. Garai hartan ohikoa zenez, defendatzen zuen gorputzeko humoreen edo fluidoaren desorekak eragiten zituela



# Rush doktoarearen pilulak

# LEWIS eta CLARKEN ESPEDIZIOAN

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ  
Elhuyar Zientzia

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

gaixotasun guztiak. Lau humore zeuden: odola, flega, behazuna eta behazun beltza. Hala, odol gehiegi izateak sukarra eragiten zuen, adibidez, eta behazun gehiegik, berriz, idorria. Lehenengo kasuan odola ateratzea zen erremedioa, eta, bigarrenean, laxanteak hartzea.

Kalomela botika bikaina zen horretarako. Dosi handietan, libragarri bortitza zen. Hesteak berehala hustuz, behazuna maila egokira eramaten zuen. Baina, hori gutxi ez, eta dosi txikitian sifilia sendatzeko ere balio zuen. Rush doktoarearen ehunka kalomel-pilula eraman zituzten espedizio botikinean, eta baita kalomel-hautsa eta kalomel-ukendua ere.

1804ko maiatzaren 21ean atera ziren 40 bat gizon St. Charles-etik (Missouri), Missouri ibaian gora. Bi urte eta erdian Pazifikoko kostara iritsi eta buelta egin zuten. Helburu zientifikoei dagokienez, esploratutako eremuaren mapak egiteaz gain, 178 landare eta 122 animalia espezie berri aurkitu zituzten, haien artean koiotea, antilope amerikarra, mando-oreina, Lewisen okila, Clarken intxaurjalea, eta abar.

Bestalde, 70 bat triburekin egin zuten topo, ia beti modu baketsuan. Izan ere, indioekin harreman onak egitea ere bazen misioaren helburuetako bat, merkataritza-tratuak egin ahal izateko, besteak beste. Areago, indioen laguntza ezinbestekoa izan zuten, Mendi Harritsuetan galduta edo negu gogorretan goseak hilda ez bukatzeko.

Gizon bakarra galdu zuten; espedizioa hasi eta hiru hilabetera Floyd kapitaina gaixotu eta hil egin zen. Uste da apendizitisa izan zela. Kasu hartan Lewisek ezin izan zuen ezer egin. Baina gainerako osasun-arazoei aurre egitea lortu zuen.

**“Idorria eguneroko gaitza zen espedizioan. Zorionez, Rushen pilulak izugarri eraginkorrak ziren”**

Rush doktoarearen pilulek arrakasta handia izan zuten espedizioan. Izan ere, eguna joan eta eguna etorri, ehizatutako animalien haragia baino ez zuten jaten ia. Hori, onenean. Ehizarik ez zegoenean, zakurrak ere jan zituzten, indioek egin ohi zuten bezala. Izokin lehortua zen beste aukera, baina, nahiago zuten zakurra. Edonola ere, ia haragia soilik jaten zuten, eta batere zuntzik ez. Hala, idorria eguneroko gaitza zen espedizioan. Zorionez, Rushen pilulak izugarri eraginkorrak ziren.

Sifiliari aurre egiteko ere behar izan zituzten Rushen pilulak eta kalomel-hautsa. “Siouxek eta arikarek ohitura bitxi bat dute—idatzi zuen Lewisek bere egunkarian—: emakume politak eskaintzen dizkiete esker ona adierazi nahi dieten haiei”. Handik hilabete batzuetara, berriz, honelako oharrak idazten hasi zen, bere gizona buruz: “Oro har osasuntsu daude, salbu eta gaixotasun benereko batzuk, zein-

ak oso ohikoak diren natiboen artean... gizonak haiengandik hartu dituzte”. Edo, “Goodrich eta McNeal oso gaizki daude aurreko neguan Chinook emakumeengandik hartutako sifiliarekin... Deskansturako tarte bat hartuko dugu, merkurioa lasai erabili ahal izan dezaten”.

Kalomela gaixoa txistua botatzen hasi arte erabiltzea zen gomendioa. Orain jakina da merkurioaz pozoitzearen sintoma dela hori. Izan ere, sifilia eragiten duten bakterioentzako toxikoa da merkurioa, baina baita ostalariarentzat ere. Hala ere, Lewis eta Clarke ongi aukeratu zituzten euren gizonak. Gizon gogorrak. Gai izan ziren bidai luze hartako arriskuei aurre egiteko, bai eta botika eta tratamendu gogor haiei ere.

Berrehun urte beranduago espedizioak utzitako merkurio-arrastoa baliagarria izan zaie arkeologoei. Horri esker baieztatu ahal izan dute arkeologoen espedizioaren kanpalekuetako baten kokapen zehatza. Ziur ezagutzen den bakarra. Lewisek “Traveler’s Rest” izena eman zion errekararen ondoan dago, gaur egungo Montanan. Inguru hartan sua egin eta beruna urtu izanaren arrastoak topatu zituzten, eta handik 90 bat metrora, ustez komun gisa erabilitako puntu bat. Hain zuzen ere, distantzia hori zen (300 oin) Lewisek eta Clarke jarraitzen zituzten arau militarren arabera sua egiteko lekuaren eta komunaren artean egon behar zuena. Froga garbia topatu zuten: komun gisa erabilitako puntu hura merkurioan aberatsa zen. ●



ARG.: JON URBE/© ARGAZKI PRESS

## IÑAKI ALEGRIA LOINAZ

### Informatikaria

Iñaki Alegria Loinaz (Donostia, 1957) Informatikan doktorea da. EHUko Informatika fakultatean irakasle-lanetan dabil, eta Ixa taldeko ikertzailea da. 2014tik, UEUko zuzendaria ere bada.

# “Teknologia guztia aho biko da”

ANA GALARRAGA AIESTARAN  
Elhuyar Zientzia

**Ardurek eta lanek apenas uzten diote tarte liberrik Iñaki Alegriari, baina ezin omen digu ezezkorik eman, eta gogo onez erantzun die bi galdereri. Hori bai, aitortu du ez direla erantzuten errazak. Hala ere, nahikoa garbi ikusten du nondik joan daitekeen etorkizuna; ez du hain garbi, ordea, erabat gustukoa duen ekar dezakeena.**

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

Gure arloan aurrerapen handiak izan dira azken urteotan, ikaragarriak, baina zerbait nabarmentzekotan wifia esango nuke. Horrekin itxi zen begizta interesgarri bat: Informatika (aplikazioak) / Internet (komunikazio digitala) / Telefonía (erabilpen ia unibertsala). Horrela oso oso indartsua zen zerbait eraiki zen.

Beste ikuspegi batetik, gogoan dut lehen birus informatikoekin esaten nuela “hori ezinezkoa da”, eta orain, begira! [barrez] Garai hartan irakasle nintzen sistema eragileetan eta arkitekturan, eta hasieran ez genuen uste posible izango zenik, baina gero ikasi genuen nola egiten ziren, eta zer neurri hartu behar diren.

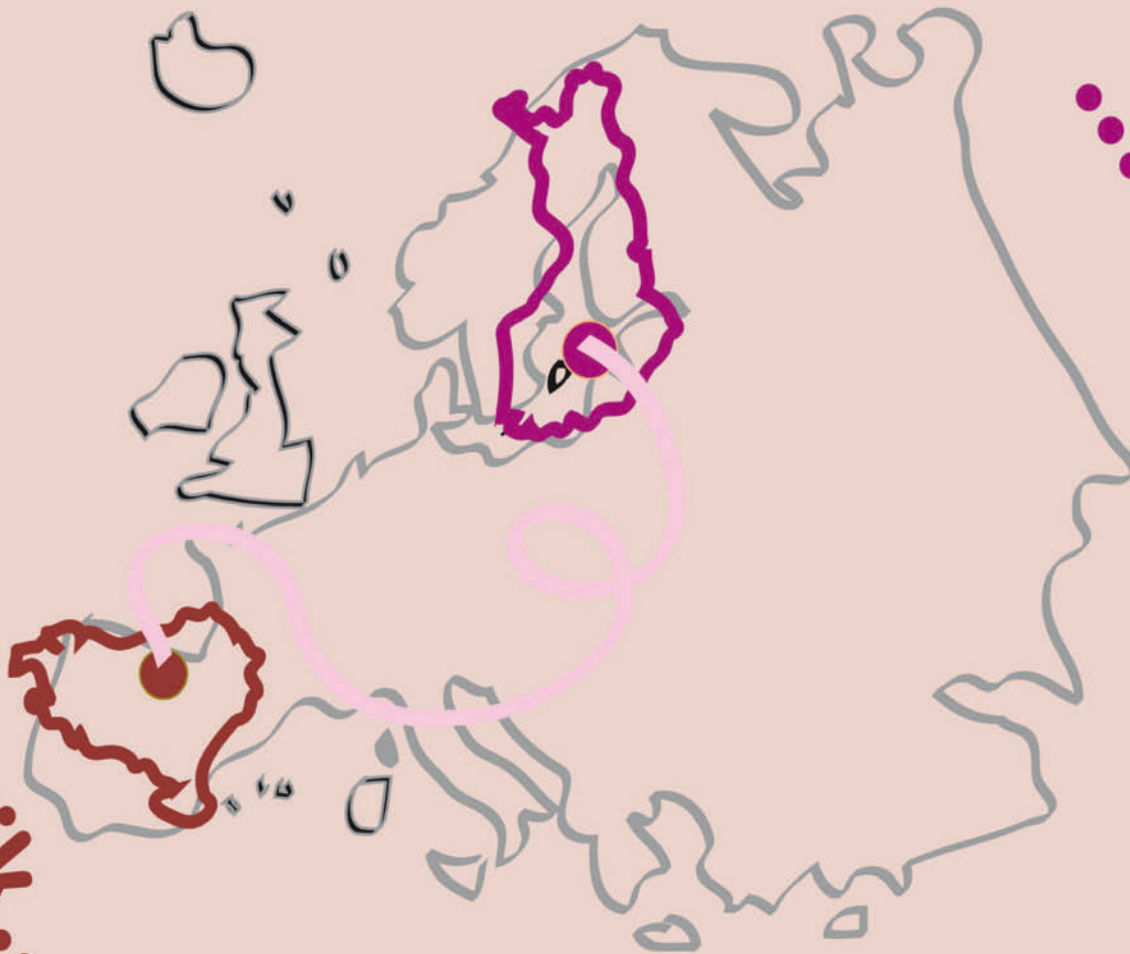
Alderdi txarretik, berriz, aipatzekoa da zenbat dakiten Googlek eta horiek gutaz, eta nola erabiltzen duten guri buruzko informazioa, ia baimenik eskatu gabe. Eskaintzen digute oso zerbizu ona, teorían ezer kobratu gabe, baina ordaindu, ordaintzen dugu, eta informazioa da prezioa. Azkenean, multinazional handi horiek estatuek baino botere handiagoa dute, informazio guztia baitute.

#### Zer iraultzaren edo aurkikuntzaren lekuko izan nahiko zenuke zure ibilbidean?

Ez naiz oso epe luzeko iragarpenak egiteko gai, baina, adibidez, uste dut hamar urte barru itzulpen automatikoa nahikoa garatua izango dugula, eta aukera izango dugula edonora bidaiatzeko, eta han guk gure hizkuntzan hitz egin, haiek berean erantzun, eta bakoitzak bere hizkuntzan entzuteko besteak esandakoa, telefono mugikor edo eskumuturreko baten eta entzuteko gailu baten bidez. Iruditzen zait egingarria dela epe ez oso luzean, eta uste dut hizkuntza txikietarako onuragarria izan daitekeela.

Beste maila batean, esango nuke hurrengo hamar urteetan aldaketarik handienak robotikaren eta adimen artifizialaren arloan ikusiko ditugula. Ez dakit, ordea, zer izango den. Gainera, teknologia guztia aho biko da, eta arlo honean ez dut garbi ikusten zer bide hartuko duen. Baina aldaketa etorriko dela, hori ziur. ●

Euskal Herritik...



...Suomira

## Finlandia ko Hezkuntza Sistema eta eskolak ezagutzeko bidaia pedagogikoa



- \* Apirilaren 17an, BILBOtik HELSINKIra
- \* Apirilaren 22an, HELSINKItik BILBOra
- \* Hezkuntza Sistema ezagutzeko hitzaldiak
- \* Lau hezkuntza zentrotara bisita (Haur Hezkuntza, Lehen Hezkuntza eta Bigarren Hezkuntza)
- \* Irakasleen prestakuntzarako Unibertsitatera bisita

Informazioa eta izena ematea: [www.hikhasi.eus](http://www.hikhasi.eus)

# KOSMETIKOAK ANALIZATZEKO METODO GARBIAGOEN BILA

JOSU LOPEZ-GAZPIO  
Kimikan doktorea eta zientzia-dibulgotzailea

**G**izakiak erabili zituen lehen kosmetikoak perfumeak izan ziren; izan ere, usainek inkontzienteki alda edo gida dezakete gure portaera. Asko aldatu dira gauzak harrezkero, eta maila pentsaezinetara iritsi da industria kosmetikoaren sofistrazioa. Egun, industriak 10.000 osagai baino gehiago ditu eskuragarri kosmetikoak egiteko, eta mundu mailako merkatu oso garrantzitsu bat da. Kosmetikoen osagaien segurtasuna eta eraginkortasuna bermatzeko, 1223/2009 araudia ezarri zen Europar Batasunean 2009an. Beste zenbait neurriren artean, kosmetikoetan erabili ezin diren osagaiak eta erabilera-mugak dituzten osagaiak jasotzen dira araudian: koloratzaileak, ultramore-irragazkiak, kontserbagarriak, nanomaterialak eta abar. Osagai horietako batzuk analizatzeko metodo berriak garatzeko helburuarekin egin zen jarraian laburtzen den doktore-tesia. Gainera, metodo berri horiek teknika analitiko “berdeago” —alegia, garbiago— batean oinarrituta egotea nahi zen: elektroforesi kapilarra.

## ZEREZ OSATUTA DAUDE KOSMETIKOAK?

### Lurrinak

Perfumeak ehunka substantzia kimiko aromatizoz osatuta daude: lurrinak. Lurrin asko kontzentrazio oso txikitik egoten dira, baina guztiak dira garrantzitsuak perfumearen usain-pertzepzioan. Tesi honetan, musketa-usaina duten substantziak eta lurrin alergenak izan dira aztergai.

Musketa-lurrina, jatorriz, orein musketa-dunaren (*Moschus moschiferus*) guruinetatik



ARG.: PIXABAY, JABEGO PUBLIKOAN CCO.

erauzten zen substantzia bat da, edo substantzia-multzo bat, zorrotzago esanda. Egun, jatorri sintetikoko musketak erabiltzen dira lurringintzan, arrazoi etikoak —oreinak desagertzeko zorian egon ziren egindako sarraskien ondorioz— eta ekonomikoak direla eta. Bigarren belaunaldiko musketa sintetikoak erabiltzen dira gehien, musketa poliziklikoak; haien artean, Galaxolide, Tonalide eta Traseolide dira ohikoak.

2003an, EBK 26 lurrin alergenok identifikatu zituen. Substantzia horiek etiketan azaldu behar dute, baldin eta haien kontzentrazioa

% 0,001 baino handiagoa bada, kosmetiko iraunkorren kasuan —kremak, perfumeak eta abar—, eta % 0,01 baino handiagoa bada, kentzekoak direnen kasuan —gelak eta xanpuak, esaterako—. Lurrin alergenok oso ohikoak dira edozein kosmetikotan; ziur bainugelatik edozein kosmetiko hartzen baduzu hauetako izenen bat ikusiko duzula etiketan: anisil alkohola, bentzil alkohola, eugenola, geraniola, limonenoa, linalola, kumarina eta abar. Substantzia horiek ukipen-alergiak eta bestelako osasun-arazoak sor ditzakete, eta, neurri batean, haien ondorioak arinagoak dira produktuen etiketan konposatu alergenoen presentzia ohartarazten bada.

### Kontserbagarriak

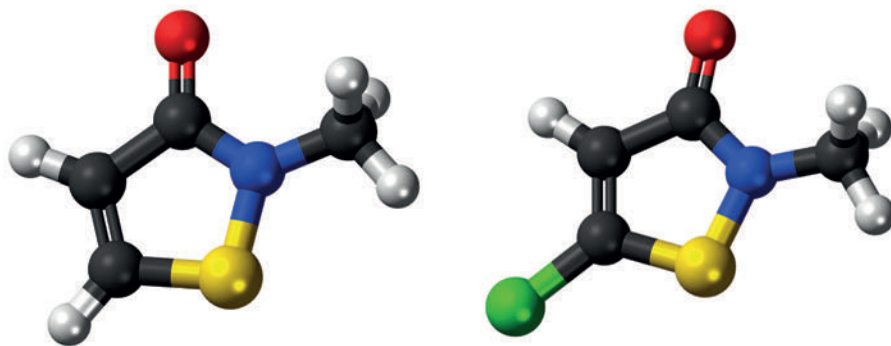
Produktuen egonkortasuna bermatzeko, kontserbagarriak erabiltzen dira, eta kosmetiko askotan gehitzen dira —baita etxeko beste produktu askotan ere—. Funtzioaren arabera, bi kontserbagarri-mota bereizten dira: kontserbagarri antimikrobianoak —mikroorganismoen kalteen aurkakoak— eta antioxidatzaileak —airearen eta eguzkiaren ondorioz agertzen diren kalteen aurkakoak—.

Kontserbagarri antimikrobianoen taldean, oso ezagunak dira azido 4-hidroxibentzoiz-



Orein musketaduna, *Moschus moschiferus* (ezkerrean), eta erauzitako guruina (eskuinean).

ARG.: WIKIMEDIA COMMONS, CC-BY-SA.



Kontserbagarri antimikrobianoak: metilisotiazolinona (ezkerrean) eta klorometilisotiazolinona (eskuinean). Bi konposatu horien nahasteak Kathon edo ProClin inenez ezagutzen dira kosmetikoen industrian. ARG.: JABEGO PUBLIKOAN.

koaren alkil esterrak. Izenari ez diozula antzik hartzen? Egia; izan ere, kosmetikan parabeno inenez ezagutzen dira. Parabenoak espektro zabaleko konposatu antimikrobianoak dira, eta oso ohikoak dira kosmetikoetan eta zainketa pertsonalerako hainbat produktutan. EBko batzordeek behin eta berriz adierazi dute parabenoak seguruak direla araudiak ezarritako mugak gainditzen ez bada, baina, hala ere, ospe txarreko konposatuak dira. Kosmetiko askotan ikusten dira “parabenorik gabe” edo antzeko esaldiak. Ikerketetan garatutako analisi-metodoak egokiak dira parabenoak aztertzeko, eta baita beste zenbait kontserbagarri aztertzeko ere: azido organikoak, isotiazolinonak, butil hidroxianisola, butil hidroxitoluenoa eta abar.

### Ultramore-iragazkiak

Tesian aztertutako hirugarren osagai-mota ultramore-iragazkiak da. Eguzki-izpien erradiazio ultramoreak eragin ditzakeen kalte larriak saihesteko, ezinbestekoa da azala babesteko eguzki-kremak eta antzeko produktu kosmetikoak erabiltzea. Eguzki-kremen konposizioan badaude zenbait konposatu —UV-iragazkiak— erradiazioa azalera iristea saihesten dutenak. EBn, 26 ultramore-iragazki daude baimenduta; haien artean, bentzofenonak izan dira aztergai tesi honetan.

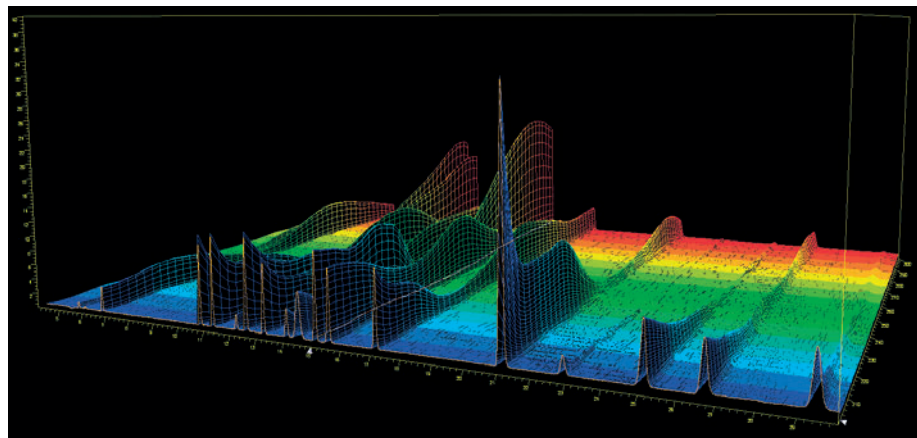
### NOLA ANALIZATU HAUTATUTAKO OSAGIAK?

Konsumitzaileok produktu kosmetikoekin dugun kontaktu estua dela eta, ezinbestekoa da osagaien segurtasuna kontrolpean egotea eta horretarako analisi-metodoak garatzea. Horren harira, tesi honen bidez, kromatografia elektroinetiko mizelar (MEKC) deritzon analisi-teknikan oinarritutako metodoak garatu nahi ziren, aurrez deskribatu

diren musketa poliziklikoak, lurrin alergenok, kontserbagarriak eta UV-iragazkiak banatzeko eta kuantifikatzeko. Analisisirako hautatu ziren osagaiak 1. taulan daude jasota, eta erabilpen-mailaren eta talde kimikoen arabera aukeratu ziren.

1. taula. Hautatutako osagaiak.

Osagai-mota	Hautatutako osagaiak
<b>Lurrinak</b> Musketak Alergenok	Galaxolide, Tonalide, Traseolide Bentzil alkohola, anisil alkohola, kumarina, eugenola, isoeugenola, zitrala, linaloola, geraniola
<b>Kontserbagarriak</b> Antimikrobianoak Antioxidatzaileak	Metil-, etil-, propil- eta butil-parabenoa, azido sorbikoa, azido saliziliko, azido bentzoikoa, metilisotiazolinona, klorometilisotiazolinona, bentzisotiazolinona, triklosana 2-BHA, 3-BHA, BHT
<b>UV-iragazkiak</b>	Bentzofenona-3, bentzofenona-4



Laborategian MEKC erabiliz prestatutako nahaste baten analisia. Lerrokatutako diodoen detektagailu ultramoreari esker, seinale tridimentsionala ikus daiteke: nahastean gehitutako 16 osagai banatu direla bereiz daiteke. X ardatza: denbora. Y ardatza: uhin-luzera. Z ardatza: intentsitatea. ARG.: J. LOPEZ-GAZPIO.

Erabilitako analisi-teknika —MEKC— elektroforesi kapilarraren aldaera bat da, eta partikula kargatuek eremu elektrikoen eraginpean duten migrazioan oinarritzen da. Elektroforesi kapilarra oinarri duten metodoek badute abantaila handi bat: metodo “berdeak” izatea, alegia. Analisisiak egiteko, disolbatzaile-kantitate oso txiki bat erabiltzen da, eta, gainera, ura izaten da. Disolbatzaile organikoak erabiltzen badira, kontzentrazio txikitik erabiltzen dira, eta analisi bakoitzean nanolitro batzuk kontsumitzen dira.

Aztertu beharreko osagaiak eta analisisak egiteko teknika aukeratu ondoren, lehen saiakuntzak egin ziren. Jarraian, haietan oinarrituta, osagaiak analizatzeko behin-behineko metodoa proposatu zen. Ondoren, kimika analitikoan ohikoa den prozedurari jarraitu zitzaion behin betiko metodoa lortzeko. Hasieran, garrantzitsua da banaketa analitikoan eragin adierazgarria duten osagaiak identifikatzea —eremu elektrikoaren



intentsitateak, banaketa-disoluzioaren konposizioak, pHak eta abar—. Aldagaiak identifikatu ondoren, haien balio optimoak aurkitu behar izan ziren; horretarako, aldagai anitzeko diseinu esperimental bat eta espresuki garatutako erantzun-funtzio kromatografiko erabili ziren. Aldagaiak optimizatu eta gero, ezaugarri analitikoak ebaluatzea beharrezkoa da emaitza fidagarriak lortu nahi badira; kalibraketa zuzenak, linealtasuna, detekzio- eta kuantifikazio-mugak, doitasuna eta zehaztasuna dira ohikoenak.

Tesian hiru metodo garatu ziren, eta ezaugarri analitikoaren ebaluazioa egokia izan zen kasu guztietan. Metodoak optimizatu eta ebaluatu ondoren, kosmetikoak aztertzeko aplikatu ziren. Guztira, 27 osagai izan ziren aztergai, eta 80 produktu analizatu ziren: perfumeak, xanpuak, gelak, kremak, xaboiak, eguzkitarako produktuak, aire-gozaigarriak eta abar. Lortutako emaitzen laburpen orokorra 2. taulan dago. Aipagarria da metodo horien bidez laginak prestatzea oso erraza dela —diluitu besterik ez da egin

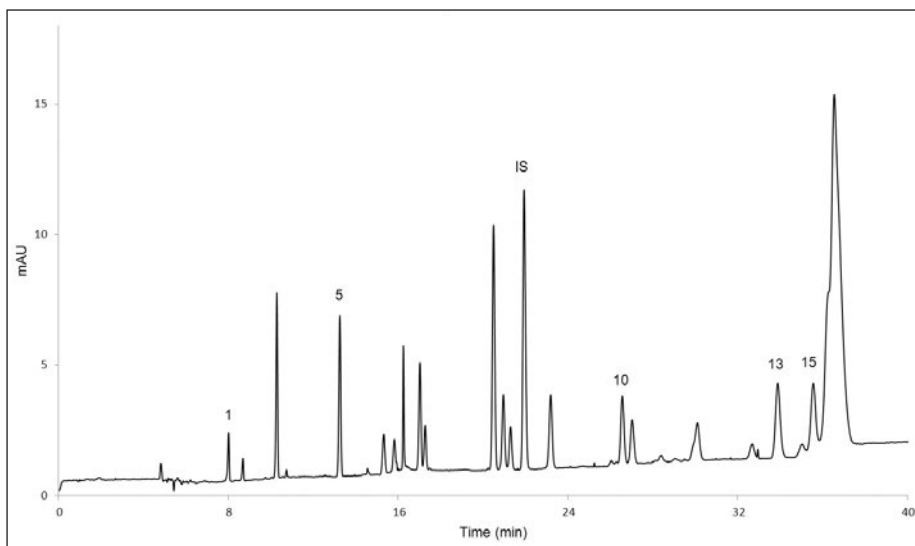
behar—, eta, beraz, aukera ona direla orain arte erabilitako metodoen aldean.

## ONDORIOAK ETA GEROKO LANA

Tesi honetan, MEKGen oinarritutako metodo analitikoak garatu eta aplikatu dira kosmetikoen eta zainketa pertsonalerako beste zenbait produkturen osagaiak banatzeko eta kuantifikatzeko. Aipatzekoa da egiaztatu dela analizatutako produktu guztiek betetzen dutela EBko araudia. Bestalde, frogatu da metodoak matrize batean baino gehiagotan aplika daitezkeela, eta, halaber, garatutako metodoak eraginkorrak, fidagarriak eta sinpleak direla. Guztira, hiru metodo berri garatu dira, eta garbiagoak dira gainera. Analisi-teknika honek aukera zabalak eskaintzen ditu, besteak beste, konposatu gehiago eta mota desberdinetakoak aldi berean eta kontzentrazio txikiagoetan kuantifikatu ahal izateko. Etorrizuneko erronkak. ●

## 2. taula. Emaitzak (guztira, 80 produktu).

Osagaia	Positibo-kopurua (kontzentrazio kuantifikagarria)	Osagaia	Positibo-kopurua (kontzentrazio kuantifikagarria)
Galaxolide	16	Butilparabenoa	4
Tonalide	8	Azido sorbikoa	0
Traseolide	1	Azido salzililkoa	6
Bentzil alkohola	9	Azido bentzoikoa	19
Anisil alkohola	1	Metilisotiazolinona	2
Kumarina	10	Klorometilisotiazolinona	1
Eugenola	9	Bentzisotiazolinona	0
Isoeugenola	1	Triklosana	2
Zitrala	7	2-BHA	1
Linaloola	14	3-BHA	2
Geraniola	7	BHT	1
Metilparabenoa	10	Bentzofenona-3	2
Etilparabenoa	5	Bentzofenona-4	1
Propilparabenoa	6		



Kosmetiko komertzial baten analisisan lortutako elektroferograma. Seinaleen identifikazioa: 1) bentzil alkohola, 5) kumarina, 8) etilparabenoa, 9) propilparabenoa, 10) eugenola, 13) linaloola, 15) geraniola eta IS) barne-patroia. Detekziorako uhin-luzera: 210 nm. ARG.: J. LOPEZ-GAZPIO.

## BIBLIOGRAFIA

- BRAUSCH, J.M.; RAND, G.M.: "A review of personal care products in the aquatic environment: environmental concentrations and toxicity". *Chemosphere*, 82 (2011), 1518-1532.
- DARBRE, P.D.; HARVEY, P.W.: "Parabens can enable hallmarks and characteristics of cancer in human breast epithelial cells: a review of the literature with reference to new exposure data and regulatory status". *Journal of Applied Toxicology*, 34 (2014), 925-938.
- EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL: "Regulation (EC) No 1223/2009 of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on cosmetic products (recast)". *Official Journal of the European Union*, L342 (2009), 59-209.
- LOPEZ-GAZPIO, J.: *Kosmetikoen osagai hautatuak determinatzeko kromatografia elektroinetiko mizelarrean oinarritutako metodoen garapena eta aplikazioa*. EHUko Argitalpen Zerbitzua (2014), ISBN: 978-84-9082-094-0.
- LUCKENBACH, T.; CORSI, I.; EPEL, D.: "Fatal attraction: synthetic musk fragrances compromise multixenobiotic defense systems in mussels". *Marine Environmental Research*, 58 (2004), 215-219.

Esker onak tesi honen zuzendari Esmeralda Millán EHUko irakasleari eta analitikako taldeko gainontzeko kideei. Tesia Eusko Jaurlaritzaren Hezkuntza, Hizkuntza Politika eta Kultura Sailaren ikertzaileak prestatzeko laguntzari esker finantzatu da.

# LAGUNTZA BIDEZKO UGALKETA MINBIZIA DUTEN EMAKUMEETAN

XABIER ASTIZ ZURUTUZA  
Farmazialaria

**A**zken hamarkadetan, hobekuntza nabarmenak izan dira tratamendu onkologikoetan, eta, horri esker, gora egin dute minbiziaren sendatze-tasek. Hala ere, ugaltze-aparatuan kalte ugari sortzen jarraitzen du minbiziak. Albo-ondorio hori desberdina izaten da pazientearen adinaren, ugalkortasun-egoera pertsonalaren eta tratamenduen arabera (erabilitako sendagaia, dosia, tratamenduaren iraupena). Faktore horiek guztiak kontuan hartuta, gonadetako toxikotasuna partziala edo erabatekoa izango da.

Zorionez, minbiziaren ikerkuntzarekin batera, laguntza bidezko ugalketarenak ere aurrerapauso bikainak eman ditu, eta, bi esparruen ezaguerak elkartuta, minbizia duten emakumezkoek badute aukera seme-alabak izateko.

## HIPOTALAMO-HIPOFISI-OBULUTEGI ARDATZA

Garuneko bi guruin endokrinok —hipotalamoak eta hipofisiak— kontrolatzen dute obuluteegiaren funtzionamendua, bi fasetan: fase folikularra eta jariatze-fasea. Fase folikularrak emakumearen hileko zikloaren lehen hamalau egunak hartzen ditu, obulazioa gertatzen den arte. Bigarren fasea, berriz, ondorengo hamalau egunek osatzen dute, menstruzioa hasten den arte.

Hilekoaren hasieran, hipotalamoak gonadotropinen jariapen-hormona (GnRH) bidaltzen du hipofisira, eta bi hormona jariatzen dira haren eraginez: hormona folikulu-estimulatzailea (FSH) eta hormona luteinizatzailea (LH). Lehenengo hilekoaren bigarren edo hirugarren egunean isurtzen da, eta obulute-giko folikulu guztien artean bakarria estimulatzen du hamalau egunean. Estimulazio horren ondorioz, heltzen ari den obozitoak, aromatasa izeneko entzima baten bitartez, sexu-hormonak sortuko ditu: estrogenoak (estradiola eta estriola) eta progestagenoak (progesterona). Zikloaren erdian, sexu-hormona horien mailak gora egitean, LHa jariatzen da hipofisian, eta folikulu hori heldu eta obulazioa sortzen da. Fase folikularra amaitu egiten da orduan.

Jariatze-fasean obulazioaren ondoren gelditzen den obozitorik gabeko folikulu-hondarri gorputz luteo deitzen zaio. Gorputz luteoak estrogenoak eta progesterona jariatzen jarraituko du umetokiko endometrioa ernalketarako prestatzeko. Bestalde, sexu-hormo-



ARG.: JABEGO PUBLIKOA

nen kontzentrazio altuek atzeraelikadura negatiboa eragiten dute hipotalamoan eta hipofisian, hormona-kantitate handiegia sor ez dadin. Ernalketarik ez badago, FSHaren eta LHaren mailen jaitsierak gorputz luteoa eta endometrioa kanporatuko ditu hilekoaren bertartez, eta zikloa zerotik hasiko da berriro (ikus 1. irudia).

## TRATAMENDUA: IN VITRO ERNALKETA + BITRIFIKAZIOA

Minbizia duten emakumeen ugalkortasuna babesteko teknika bat baino gehiago baldin badaude ere, *in vitro* ernalketaren eta bitrifikazioaren batura jotzen da onenatarikotzat, eman dituen emaitzak ikusita.

*In vitro* ernalketaren bidez, artifizialki erreproduzitzen da, laborategi batean, gorputzean modu naturalean gertatzen den ugalketa. Helburua da gizonezkoari eta emakumezkoari zelula sexualak ateratzea, enbrioak sortzea

eta, ondoren, haiek haurdun gelditu nahi duen pazienteari umetokian sartzea.

Lehen esan bezala, egoera normalean, emakumearen sexu-zikloan folikulu bakar bat obulatzen da hilerio. *In vitro* ernalketarako, berriz, obuluteegiaren estimulazio-prozesu bat jartzen da martxan, aldiko folikulu bat baino gehiago heldu eta helburua lortzeko aukera gehiago izateko. Tratamendu horretarako, bi farmako hauez osatutako prestakin galenikoak erabiltzen dira: FSH eta GnRHaren antagonistak. Lehenengoak estrogeno gehiago jariatzea eta folikuluak handitzea eragiten du. Hipotalamoan sortzen den hormonaren antagonistak, berriz, guruin hori inhibitzen du, eta, ondorioz, hipofisian FSHa eta LHa jariatzea eten. Beraz, ezinbestekoa da kanpotik FSH-dosi handiak sartzea obulute-gia estimulatzeko. Tratamendua hilekoaren lehen hiru egunetan hastea gomendatzen da, fase folikularra ahal den gehiena aprobetxatzeko.

Sortutako obozitoak ziztada transbagnal baten bitartez ateratzen dira, eta, ondoren, kultibo-ingurune batean espermatozoidekin batera inkubatu. Horrela enbrioiak sortu, eta azken heltze-fasera iristen direnak pazientearen umetokian sartzen dira ernaldu daitezten.

Minbizia duten pazienteen ugalkortasuna babesteko, jasotako obozitoak zein sortutako enbrioiak bitrifikatu (izoztu) egin behar dira, tratamendu onkologikoarekin hasi baino lehen. Pazienteak minbizia gainditzen duenean, obozitoak edo enbrioiak desbitrifikatu, eta emakumearen umetokian ezarriko dira (ikus 2. irudia). Horixe da minbizia duten emakumeek seme-alabak izateko duten modurik onena.

Bitrifikazioa oso azkar egiten da, izotz-kristalak sortu eta zelulei kalterik egin ez diezaieten. Horretarako, nitrogeno likidoa (-23.000 °C/minutu) eta kriobabesleak erabiltzen dira. Behin bitrifikatuta, ehunka urtean mantendu daitezke obozitoak eta enbrioiak.

**HORMONA-MENDEKO MINBIZIAK**

Hormona-mendeko minbizien artean, endometrikoak eta bularrekoak daude, eta bula-

rrekoak dira tumore gaiztorik sarrienak emakumeetan.

Minbizi horiek, besteek ez bezala, estradiola behar dute garatzeko, eta tumore-zelulak hil egingo lirateke estradiolik gabe. Zenbat eta sexu-hormona horren maila handiagoak izan gorputzean, orduan eta errazagoa da minbizi-zelulak ugaltzea. *In vitro* ernalketaren tratamenduak sortzen duen folikuluen estimulazioa, beraz, arazo bat da gaixotasun horiek dituzten emakumeetan, estimulazio horrek estradiol-mailak ere handitzen baititu.

Bada obulutegian entzima bat, aromatasaren izenekoa, beharrezkoa dena gonadotropinen bidez sexu-hormonak sortzeko. Entzima horrek FSH eta LH hormonak erabiltzen ditu bere lana burutzeko, bai emakumeak modu naturalean sortzen dituenak, bai kanpotik artifizialki sartzen direnak.

Hormona-mendeko minbizietan, aromatasaren inhibitzaileak erabiltzen dira estradiolaren mailak handitzea ekiditeko. Era berean, pazienteak *in vitro* ernalketaren ohiko tratamendu ziklo bat ere jaso beharko du. Ziklo horretan, aromatasaren inhibitzaileen eragina dela medio, beste minbizi-mota batzuk dituzten emakumeen kasuan baino folikulu gutxiago estimulatuko dira, baina gonadotoxikotasunak eragiten duen antzutasuna saihesten da. Beraz, endometriko edo bularreko minbizia duten emakumeek obozito eta enbrioi gutxiago sortu eta, ondorioz, bitrifikatu ahalik dituzte, baina haurdun gelditzeko nahikoa bai.

**TRATAMENDURAKO DENBORA**

Minbizia duen emakume ugalkor batek, *in vitro* ernalketaren tratamenduarren ziklo bat hasterako, jakin behar du zer tumore-mota duen eta noiz hasiko den tratamendu onkologikoa jasotzen. Pazientearen azken hilekoaren data ere hartu beharko da kontuan. Datu horiek guztiak behar dira *in vitro* ernalketaren tratamendurako estrategia aukeratzeko.

Tratamendu onkologikoarekin hasi aurretik *in vitro* ernalketaren ziklo bat martxan jarri eta obu-

lutegia estimulatuzeko nahiko denbora bada, ez da arazorik egoten. Baina batzuetan, zoritxarrez, ez dago astirik, eta estimulazio-prozesua laburtu beharra dago. Hori dela eta, ohikoa izaten da pazienteek hilekoaren lehenengo hiru egunetatik kanpo hasi behar izatea obulutegiaren estimulazioa. Horrelakoe-tan, GnRHaren antagonistak eta FSHaren zenbait dosi erabiltzen dira neurria hartzeko, baita emakumea ziklo menstrualaren jariatze-fasean baldin badago ere.

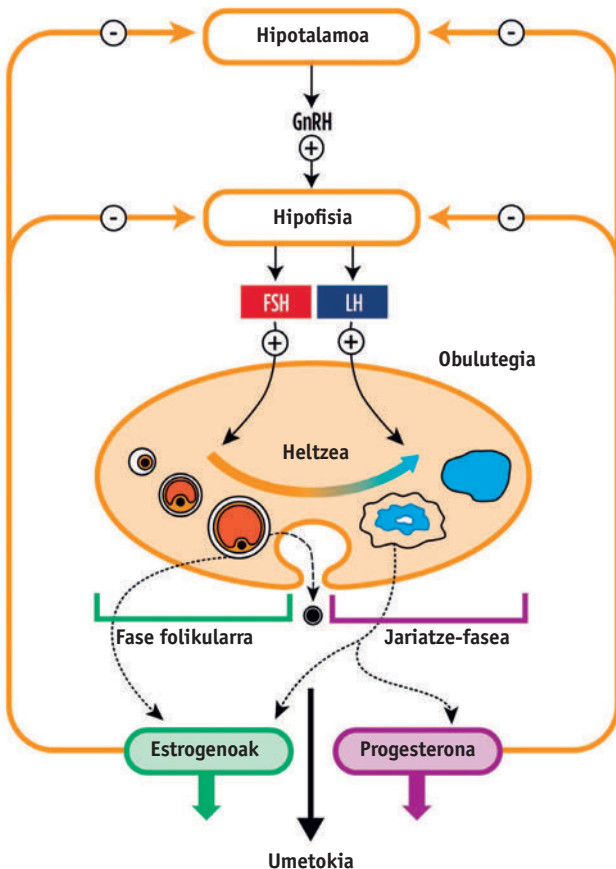
Pazienteak berehalako tratamendu onkologikoa behar badu, berriz, obulutegiaren ehuna laparoskopioa bidez ateratzea eta bitrifikatzea da aukera bakarra. Teknika horrek, ordea, badu arrisku bat, ehuna transplantatzerako orduan bertan zelula gaiztoak aurkitzea; horregatik, aparteko kasuetan bakarrik erabiltzen da.

**ETORKIZUNARI BEGIRA**

Minbiziaren gaixotze- eta sendatze-tasek gora egin dutelako, batetik, eta bikoteek guraso izateko erabakia gero eta beranduago hartzen dutelako, bestetik, gero eta garrantzitsuagoa da ugalkortasuna babestea.

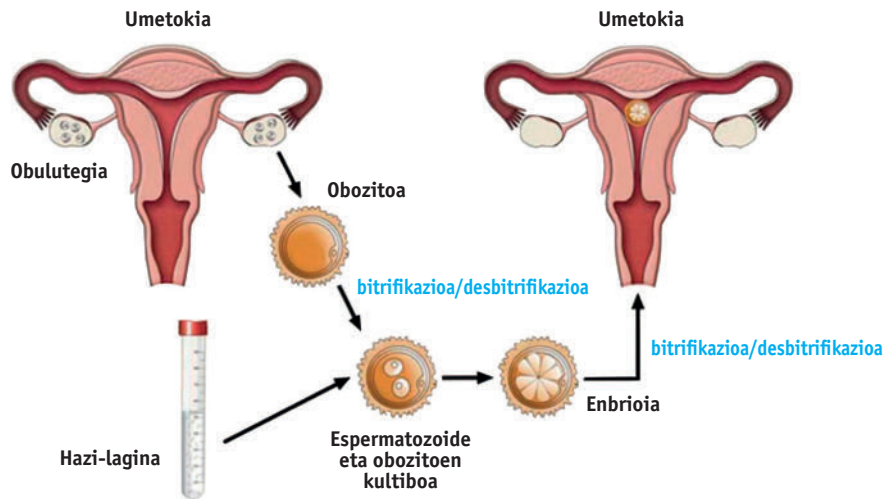
Emakume ugalkor batek minbizia duela jakiten duenean, emozioz beteriko erreazio ugari plazaratzen ditu, zoritxarreko berria jasoko lukeen beste edozein pertsonak bezala. Bere biziraupenagatik kezkatzen hasten da, eta estutasun, etsipen eta tristura handi batek hartzen du. Hori gutxi balitz bezala, seme-alabak izateko desioa badu, denboran gehiegi luzatu gabe hartu beharko du ama izateko erabakia, tratamendu onkologikoa ahalik eta gutxiena atzeratzeko eta *in vitro* ernalketarena ahalik eta azkarrena hasteko. Hala eta guztiz ere, zenbait ikerketaren arabera, ugalkortasuna babesteko aukera izateak eta etorkizunari amatasunaren begiekin begiratzeak lasaitasuna eta itxaropena ematen die une gogor horietan. Horregatik, laguntza bidezko ugalketaren teknikak beti aurkeztu behar zaizkio, eta ez inoiz utzi alboratuta.

Familiako aurrekariak dituzten emakume osasuntsuei ere gaztetatik aurkeztu beharko litzaizkieke *in vitro* ernalketa eta bitrifikazioaren teknika, nahi dutenean haietara jotzeko aukera izan dezaten. Bitrifikatutako obozitoek urte asko irauten dutenez, prebentzioa hobea izango litzateke gazteagotatik hasiko bagina. Adibidez, hogeita bi urteko emakume batek bere obozitoak bitrifikatuko balitu eta gerora, hogeita hamabost urterekin, minbizia jasan-go balu, obozito haiek hogeita bi urte izaten jarraituko lukete. Kasu horretan, kalitate hobeko obozitoak izango genituzke, eta, segur aski, gehiago. Gainera, *in vitro* ernalketaren tratamendua moztuko genuke, eta minbiziaren aurkakorako denbora irabazi. Genetika-



1. irudia. Obulutegiaren funtzionamenduarren erregulazioa, hipotalamo-hipofisi-obulutegi ardatzaren bidez.





2. irudia. *In vitro* ernaketaren ziklo baten eskema bitrifikazio eta desbitrifikazioarekin.

analisien bitartez atzeman litezke horretarako interesa izan lezaketen emakumeak.

Epe luzera, obozitoen bitrifikazioa saihestea izango da zientziaren erronka nagusieta-koko bat. Ingeniaritza genetikoaren bitartez lortuko genuke hori, zelula osasuntsu batetik obozito bat sortuz. Dagoeneko ari dira iker-

tzen besoko fibroblasto batetik bihotz, muskulu edo begi bat nola atera; bada, zergatik ez obozito bat? Argi dago gaur egun oraindik ezinezkoa dela hori, baina, ikusita zientzia zer abiaduratan doan aurrera, etorkizunean errealitate bihurtzeko itxaropenari hel diezaiogegu. ●

## BIBLIOGRAFIA

BERMEJO, B.; ALMONACID, V.; LLUCH, A.: *Aproximación clínica de la toma de decisiones sobre fertilidad en pacientes de cancer de mama*. Servicio de Hematología y Oncología Médica. Hospital Clínico Universitario de Valencia. 2010.

MUÑOZ, E.; GONZALEZ, N.; MUÑOZ, L.; AGUILAR, J.; GARCÍA VELASCO, J.A.: *Estimulación ovarica en pacientes con cancer de mama*. IVI Vigo, Fundación universitaria de ciencias de la salud-Bogotá, IVI Madrid, Universidad Rey Juan Carlos.

GERSON, R.: *Fertilidad y cáncer*. Unidad de Oncología, Hospital General de México.

DE LA FUENTE, G.; MARTÍNEZ, M.; RABADÁN, S.; DOMINGO, J.; GARCÍA-VELASCO, J.A.: *Preservación de la fertilidad en pacientes oncológicas. Cuatro años de experiencia en el grupo ivi*. Trabajos congreso SAMeR 2011. Reproducción 2011.

VICO, I.; FONTES, J.; MARTÍNEZ, L.: *Prevención de la esterilidad en la mujer oncológica*.

# etorkizuna.eus

±18 Presta Ezazu Zure Etorkizuna  
aldizkariaren web orrialdea

Hezkuntza  
Gazteria  
Giza Eskubideak  
Eta askoz gehiago...



## EKINEAN



### ITZIAR GARATE LÓPEZ

Astrofisikaria

**“Txikitán, astronomiak ez ninduen bereziki erakartzen. Baina asmatu dut”**

Itziar Garate López Parisen dago, Meteorologia Dinamikoaren laborategian, doktoretza-ondoko ikerketa egiten. Parisen egotea amets baten modukoa ote den galdetuta, aitortu du ezetz, berez, doktoretza amaitu ondoren, nahiago zuela Euskal Herrian gelditu: “Orain oso pozik nago, eta ez nuen uste hala izango zenik, lehenago...”

## ALBISTEAK



### Datu-baseak uztartzea, botiken arteko interakzioak detektatzeko tresna

Botiken arteko interakzioak ospitaleratze askoren eragile izaten dira, baina, sarritan, aurreikusten zailak dira. Datu-baseak uztartzea horrelakoak detektatzeko tresna eraginkorra dela frogatu dute Columbia Unibertsitateko ikertzaileek.

Zehazki, botiken albo-ondorioen, elektrokardiogramen eta laborategiko esperimintuen milioika datu uztartu dituzte, eta ikusi dute bi botika aruntek bihotzaren jardura asaldatzen...

## ALBISTEAK



### Dinosauro baten lehen garun fosildua topatu dute

Sussexen, Ingalaterran, duela hamar urte baino gehiago topatutako fosil berezi bat dinosauro baten lehen garun fosildua dela baieztatu dute.

Iguanodonaren ahaide baten garuna da, 113 milioi urte ditu, eta garbi ikusten dira meningeak, odol-hodi batzuk eta inguruko ehunak.

Cambridgeko Unibertsitateko ikertzaile batek zuzendu du fosilaren azterketa, eta emaitzak Londresko Geologia Elkartearen zerbaki berezi batean argitaratu dira. Ikertzaileen arabera, oso zaila da garunaren gisako ehun bigunak fosil bihurtzea...

## Martxora 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](http://aldizkaria.elhuyar.eus)

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

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

Hizkuntza-arduradunak: Alaitz Imaz, Saroi Jauregi.

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

Zerbaki honetako kolaboratzaileak:  
Garazi Andonegi, Xabier Astiz, Igor Leturia,  
Josu Lopez-Gazpio, Manu Ortega.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoa

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoa

Azaleko argazkia: Ganesh H. Shankar

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: Leitzaran Grafikak

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

Harpidetza: Izaro Lanberri, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Urtean 4 zerbaki (martxoa, ekaina, iraila eta abendua)  
Euskal Herria eta Espainia: 16 €.  
Beste herrialdeak: 28 €.

Ale digitala: 3,50 € ([www.elhuyar.eus](http://www.elhuyar.eus)).

CC BY-SA-3.0 Elhuyar Fundazioa  
Lege-gordailua: SS-769/85  
ISSN: 2255-4998

Elhuyarren jabetzako edukia Creative Commons lizentziarekin dago, “Aitortu – Berdin partekatu (CC-BY-SA-3.0)” lizentzia. Beste jabetza batekoak diren edukiak jabeak adierazitako lizentziarekin 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**

“Hezkuntza, Hizkuntza Politika eta Kultura Sailak (Hizkuntza Politikarako Sailburuordetzak) diruz lagundua”



Gipuzkoako Foru Aldundia

ORONA Koop. Elk.; LAGUN ARO Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.; EIKA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.; DANOBAT GROUP Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.

norteko **ferrokarrila**  
elhuyar da



*20 urte zuekin!*

**Zientzia**

**eta teknologia**

Euskadi Irratiaren  
sintonian

Guillermo Roaren  
eskutik



**OSTIRALETAN:** 22:00etan

**LARUNBATETAN:** 15:00etan

**Interneten:** <http://norteko.elhuyar.eus/>



COLLINS ELHUYAR ENGLISH BASQUE DICTIONARY

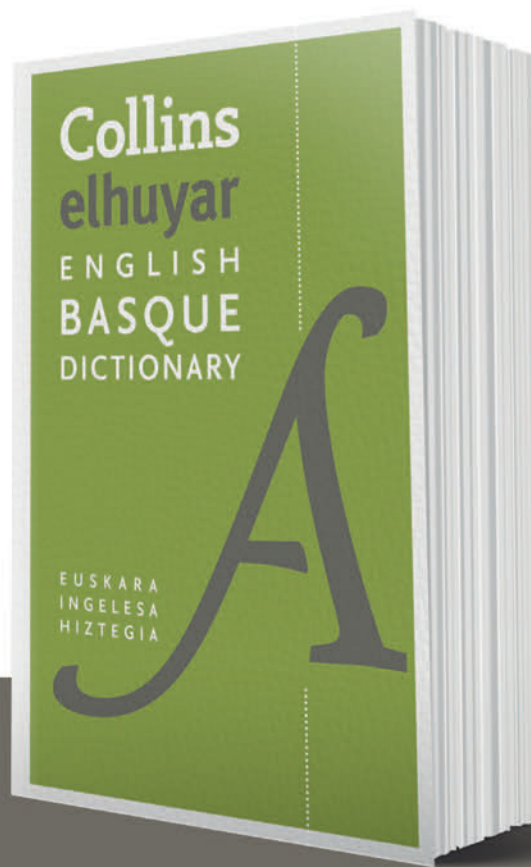
# Collins

*ingeles-hiztegi  
elebidunik salduenak*

# elhuyar

*euskara-hiztegirik  
salduenak*

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



- 65.000 sarrera
- 85.000 adiera
- 22.000 adibide

eskaerak@elhuyar.com | 943 36 30 40 | collins.elhuyar.eus