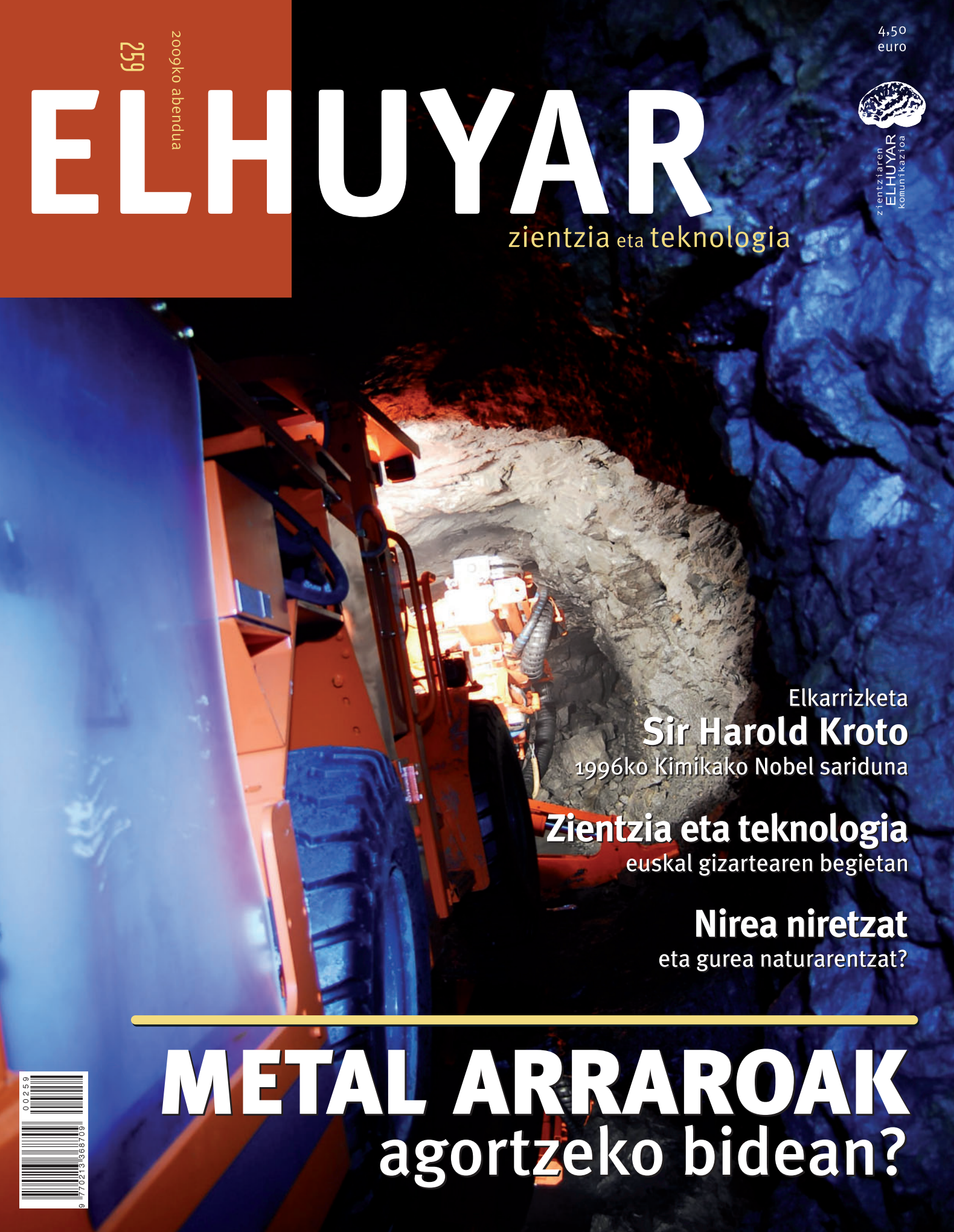
259
2009ko abendua

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50 euro

zientziaren ELHUYAR komunikazioa



Elkarrizketa
Sir Harold Kroto
1996ko Kimikako Nobel sariduna

Zientzia eta teknologia
euskal gizartearen begietan

Nirea niretzat
eta gurea naturarentzat?

METAL ARRAROAK
agortzeko bidean?

9 770213 368709 00259

BIHARKOJAKINTZAGAUR

ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN HIZTEGI ENTZIKLOPEDIKOA

ELHUYAR ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN HIZTEGI ENTZIKLOPEDIKOA KALEAN

- **Zientziaren eta teknologiaren arlo guztietako informazioa biltzen duen lehen hiztegi entziklopedikoa**
- **200 aditu baino gehiagoren artean egina**
- **Ingelesa-euskara, gaztelania-euskara eta frantsesa-euskara terminoen zerrendak**
- **Artikulu entziklopedikoak eta irudiak**

ELHUYAR fundazioa

eman ta zabal zazu
Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

CAJA LABORAL
EUSKADIKO KUTXA

% 5eko deskontua
www.elhuyar.org/edizioak
helbidean

“Herritarrek sentitzen dute zientziak eta teknologiak denbora bizkortu eta dentsifikatu egin dutela” 27

“Zientzia eta teknologian ez ikertzea geroan ez sinestea da” 29

“Jende asko dago oraindik espazioan” 33

“Kontrolatu dezakegu zuhaitz baten hazkuntza aulki bat emateko?” 35

“Baserriari lotuta dagoen orok etekina eman behar du” 44

“Esan daiteke neurri batean populazio-eztandaren erruduna naizela” 59

atarikoa

Kultura zientifikoa

Bete-betean dagokigun gai bat jaso dugu zenbaki honetan. Izan ere, zientziaren komunikazioan aritzeak halabeharrez egiten gaitu zientzia-, teknologia- eta berrikuntza-sistemaren parte. Zientziaren komunikazioan gaude espezializatuta, eta gogo batek bultzatzen gaitu. Eta gogo horren ikurra litzateke kultura zientifikoak izenondorik eramango ez duen gizarte bat: ez du izenondorik izango, besterik gabe kultura izango delako, gaurgero kulturara berdindu ditugun beste gai guztiak bezalaxe; gainera, kultura izango da, ez Kultura.

Gizarterik gabeko kulturarik ez dago, ordea, eta, horregatik, gainerako ondorioek baino gehiago kezkatu gaitu Euskal Herriko biztanleek zientziari, teknologiari eta berrikuntzari buruz erakutsitako jarreretako batek. Aldizkari honetara ekarritako azterketan esaten dute ez dutela aparteko interesik zientzia eta teknologiari buruzko gaiekin, non eta ez zaizkien baliagarriak beren eguneroko bizitzan. Ondorioa ez da berria, egia esan, eta ez gaitu ustekabean harrapatu. Lehenago ere jaso da Eurobarometroak Europa mailan egindako iritzi-bilketetan, edo FECYTek Espainian egindako inkestetan. Euskal Herrian berariaz egindako lehenengo azterketa honek berretsi egiten du, beraz, jakin, bagenekien zerbait.

Alabaina, jakinagatik ez dio kezkagarri izateari uzten, gure gogoaren oinarria bera botatzen baitu behera. Izan ere, zientzia- eta teknologia-gaiekiko aparteko interesik ez badugu, zer nahi dugu gure gizartearentzat? Despotismo zientifiko ilustratua? Batzuek ez genuke nahi, eta, zorionez, ez dirudi. Azterketako parte-hartzaileek iritzi sendoak dituzte zientzialariekiko eta zientzia- eta teknologia-sistemarekiko; oso kritiko ageri dira jarduneko zientzia-politikekiko, eta garbi dute ezinbestekoa dela espiritu kritikoari eustea zientziaren eta teknologiaren aurrean. Hori ez da zientzia- eta teknologia-gaiekiko aparteko interesik ez edukitzea; hori kontraesan bat da. Baina ez da hutsala. Izan ere, oztopo bat da bultzatzen gaituen gogoaren bidean, eta aitzakia on bat zientzia eta teknologia herririk gabe egiteko.

Eider Carton Virto
Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren zuzendaria

26
ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIA
euskal gizartearen begietan
Gizarteak, oro har, goraipatu egiten ditu zientzia eta teknologia, eta zientzialariak. Hala ere, hain onak ez diren alderdiak ere badituztela ikusten du. Eta bereziki kritikatzen ditu zientzia-politikak eta politikariak.

Sir Harold Kroto
Sir Harold Kroto kimikariak fullerenoa aurkitu zuenean, beste kimikari batzuek ez zioten sinetsi. Bost urte behar izan ziren fullerenoa egitura zuzena dela frogatu ahal izateko. 1996an Nobel saria eman zioten.
32

37

Metal arraroak, agortzeko bidean?

Metal arraroak produktu askoren ezinbesteko osagaiak dira, eta gero eta aplikazio gehiago dituzte. Baina erauzten oso zailak dira, eta eskasiak eragin ditzakeen arazoengatik kezka piztu da nazioarteko merkatuan.

Nirea niretzat eta gurea naturarentzat

Naturaren kontserbazioaren aldeko ekimenak erakunde publikoekin lotzen ditugu gehienetan. Hala ere, harremanetan egoten dira, tarteka, naturaren kontserbazioa eta jabego pribatua. Batzuetan erakunde publikoak bitarteko dira harreman horretan, baina beste batzuetan ez.

Haurdun gelditzea gizonezkoen esku

Emakumeentzako antisorgailu hormonalak 1960an merkaturatu ziren lehenengoz, eta arrakasta izan dute. Ezin gauza bera esan gizonezkoentzako antisorgailuei buruz; hiru hamarkada gehiago behar izan dira horien inguruko ikerketak seriotasunez egiten hasteko.

47

56

Eboluzioak bostekoa eman zigun

Gizakiaren eskuen diseinua ez da eskuetan eta gizakietan bakarrik agertzen. Eboluzioaren lorpen handienetako bat da. Eta eskuarekin batera kiridioa, besoaren hezur-multzo osoa, alegia. Beste espezieei begiratu besterik ez dago horretaz jabetzeko.

aurkibidea

4 FLASHA
Otsoaren jauzia

6 **ALBISTEAK**

20 MUNDU IKUSGARRIA
Hawaiiko sumendiak

24 MUNDU DIGITALA
Errealitate gehitua: munduaren pertzepzioa aberasten

26 **ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIA**
euskal gizartearen begietan

32 ELKARRIZKETA
Sir Harold Kroto

37 **Metal arraroak, agortzeko bidean?**

41 **Nirea niretzat eta gurea naturarentzat?**

47 GAI LIBREAN
Haurdun gelditzea gizonezkoen esku

ANALISIA

52 **Kopenhage COP 15erako bidea.**
IBON GALARRAGA ETA ANIL MARKANDYA.

54 **Bizi artifiziala eta haren ondorioak.**
ALVARO MORENO.

56 GOGOETAN
Eboluzioak bostekoa eman zigun

58 ISTORIOAK
Lizunen miraria

60 LIBURUTEGIA
Kepa Altonagak gomendatuta, eboluzioa irakurgai

61 UMORE GRAFIKOA
Satorrak Ilargian

62 **ASTRONOMIA**

64 **HURRENGO ZENBAKIAN**

Otsoaren jauzia

Gauaren babesean, gordelekutik atera eta ehizara abiatu da otsoa. Usaindu du gizakiak eraikitako egurrezko hesi horren beste aldean izango duela gosea asetzeko modua. Hesiaren gainetik salto egin, eta badoa harrapakinaren bila.

Une hori harrapatu nahi zuen José Luis Rodríguez argazkilariak. Otsoa ehizara doan unea, eta, aldi berean, gizakiaren eta otsoaren arteko harreman gatazkatsuaren irudi sinboliko bat; baina odolik erakutsi gabe, krudelkeriarik gabe.

Lekua aukeratu zuen, buruan zuen enkoadraketa prestatu, eta obturadorearen abiadura finkatu, Ilargiaren argia behar bezala harrapatzeko. Horrez gain, infragorrizko tranpa bat jarri zuen. Eta otsoa tranpan erori zenean, klik, argazkia.

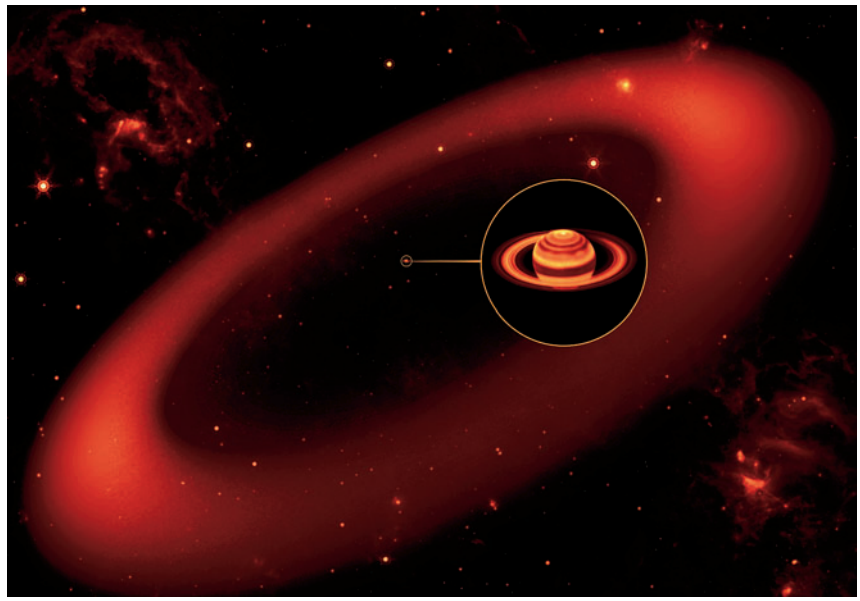
Rodríguezek 30 urte daramatza naturari, eta bereziki animaliei, argazkiak ateratzen. Orain, otsoaren argazki honekin, basabizitzaren argazkilari batek jaso dezakeen saririk onenetako bat jaso du: BBCren *Wildlife* aldizkariak eta Londresko Natural History Museum-ek ematen duten Veolia Environment Wildlife Photographer of the Year 2009 saria.

©JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ/VEOLIA ENVIRONNEMENT WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2009

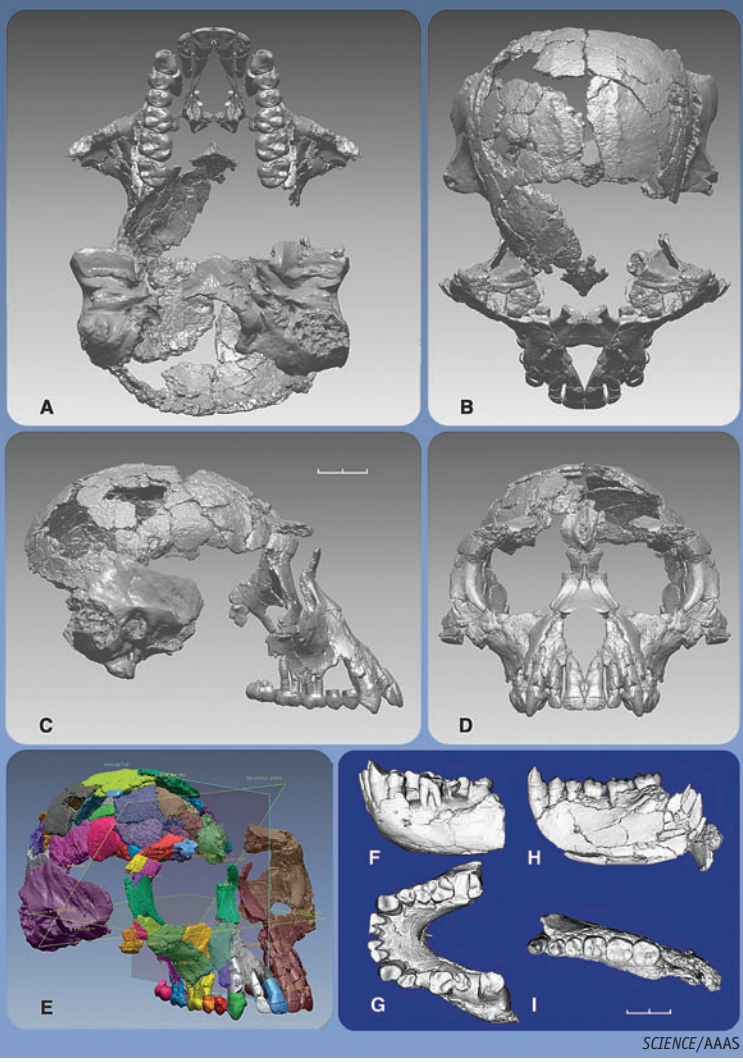
Saturnok beste eraztun bat dauka, erraldoia

Saturnoren inguruan biraka dabilen beste eraztun bat aurkitu dute NASAko ikertzaileek *Spitzer* Espazio Teleskopioari esker. Ez da edonolako eraztuna; Saturnoren gainerako eraztunak baino askoz handiagoa da. Planetatik hurbilen dauden partikulak sei bat milioi kilometrora daude, eta urrunenak hamabi bat milioi kilometrora. Hala, eraztunaren diametroa parekatzeko 300 Saturno jarri beharko lirateke bata bestearen ondoan.

Handia, beraz, bai, baina ez oso argitsua. Partikulek argi infragorria islatzen dute maila handian, eta *Spitzer*-en detektagailuek argi horri antzeman diote.



NASA/JPL-CALTECH/KECK



SCIENCE/AAAS

Giza eboluzioaren beste pasarte bat argituta

Ardi jarri diote izena orain dela 4,4 milioi urte gaur egun Etiopiakoa den eremu batean aurkitutako eskeletoari. *Science* aldizkariaren ale berezi batean eman dute *Ardipithecus ramidus* espezieko banako horretan, eta horrekin batera aurkitutako beste hainbatetan, oinarrituta egindako ikerketaren berri.

Ez da gizakiaren aitzindari gisa proposatutako fosilik zaharrena, baina bai horien artean osoena. Hain zuzen, Ardiren garezurreko, masailezurreko, pelbiseko, eskuetako eta oinetako hezur-puskak aurkitu dituzte; denera, 125 zati. Horiek guztiek aukera eman diete jakiteko zer ezaugarri zituzten gerora gizakia eman zuen eboluzio-adarreko bizidunek garai hartan.

Bada, ikusi dutenez, ordurako gai ziren bi hankan ibiltzeko, gizakien antzera. Gaur egungo gizakiek ez bezala, ordea, oinetako behatz lodia gainerakoekiko elkarzut jar zezaketen. Hala, askoz errazago egingo zuten zuhaitzetan gora janari bila, lo egiteko edo harraparietatik ihes egiteko.

Orain arte, Lucy eskeletoa zen giza arbasoetan hobekien kontserbatuta zegoen eskeleto zaharrena. Ardik kendu dio orain postua, Lucy baino milioi bat urte zaharragoa baita.

ZIENTZIA-GRINA BARRUAN DARAMAZU.

Orain, kanpoan ere eraman dezakezu.

Harpidetu *Elhuyar* aldizkarira eta eraman opari ordenagailu eramangarrirako motxila paregabe hau.

Horrez gainera,
% 20KO
deskontua izango duzu Elhuyarren produktuetan.

Harpidetu *Elhuyar* aldizkarira, 49,5€* ordainduta, eta ordenagailu eramangarrirako motxila hau oparituko dizugu. Bete eta bidali kupoi hau. Zoazen lekura zoazela, zeurekin eramango duzu zientzia-grina, eta % 20 merkeago izango dituzu Elhuyarren produktuak.

Izen-deiturak _____
Helbidea _____
Herria _____ Posta-kodea _____
H. elektronikoa _____ Jaiotza-urtea _____
IFZ/ENA zk. _____ Telefonoa _____

Ikasketak ☐ derrigorrezkoak ☐ erdi-mailako titulazioa ☐ goi-mailako titulazioa
Lanbidea _____
Ordaintzeko era _____
VISA-zk. ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ Epe-muga _____
Sinadura

Bankua edo aurrezki-kutxa _____
Kontu-korrontea/libreta ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐ ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐
(20 digituak ipini, arren) Entitatea Sukurtsala K.D. Kontu-zenbakia

2009ko harpidetza-saria (11 ale)

Euskal Herria eta Espainia: **49,5 €***

Gainerako herriak: **74 €***

(*Oparia baino nahiago baduzu, % 15eko deskontua egingo dizugu harpidetza-sarian. Bigarren urtetik aurrera, deskontu hau aplikatuko dizugu).

Harpidetza telefonoz egiteko, hots egin **+34 943 36 30 40** zenbakira.
Harpidetza Internet bidez egiteko, sartu **http://www.zientzia.net/elhuyar** web-orrian.

zientziaren ELHUYAR komunikazioa

Zelai Haundi, 3. Osinalde Industrialdea. 20170 Usurbil (Gipuzkoa) • tel.: 943 36 30 40 - Faxa: 943 36 31 44
h. el.: izaskun@elhuyar.com • http://www.elhuyar.org

Iragana gaur, garaiera handian

Argentinako ikertzaile batzuek estromatolito biziak topatu dituzte Andeetako laku gazi batzuetan, 4.000 metrotik gorako garaieran. Estromatolito fosilak munduko hainbat lekutan dauden arren, oso zaila da estromatolito biziak aurkitzea. Badira batzuk itsasoan, adibidez Australiako Marrazo Badian, eta baita laku gazietan ere, Yellowstonen esaterako; baina garaiera hain handian topatzen dituzten lehen aldia da.

MARÍA EUGENIA FARÍAS

Aurkikuntza LIMLA Andeetako Lakuen Ikerketa Mikrobiologikoen Laborategiko ikertzaileek egin dute, María Eugenia Farías mikrobiologoak gidatuta. Lakuak Punako goi-lautadan daude, eta ur oso gazia dute. Gainera, garaiera horretan, erradiazio ultramorea oso handia da, eta oxigeno-tentsioa, txikia. Faríasen hitzetan, "nolabait, Lurra gaztea zen garaiaren antzeko kondizioak daude".

Hala, estromatolito horiek aztertuta, Lurraren bilakaera hobeto ezagutzeko datuak jasotzea espero dute ikertzaileek. Izan ere, zientzialariek uste dute estromatolitoei eta beste mikroorganismo fotosintetikoei esker aldatu zela atmosferaren konposizioa.

Horrez gain, etorkizuneko ikerketarako ere baliotsuak izan daitezke Punako lakuetako estromatolitoak. Hain zuzen, haien ezaugarrietan oinarrituta, aplikazio bioteknologiko interesgarriak gara daitezke, Faríasen arabera. Adibidez, muturreko kondizioetan karbono dioxidoa finkatzeko duten gaitasuna baliagarria izan daiteke klima-aldaketari aurre egiteko aplikazioren bat sortzeko.

Beste aplikazio batzuk izan daitezke erradiazio ultramorearen iragazkiak, substantzia antioxidatzaileak, lurzoruan nitrogenoa finkatzeko sistemak, bioerremediazioa...

Ikertzaileek lakuak babesteko legeak ezartzeko eta behar diren azpiegiturak egiteko eskatu diete agintariei. Izan ere, arriskuan daude: Tolar Grande herritik gertu dagoen putzu bat dagoeneko kutsatuta dago, seguru asko herritik iristen diren ur beltzekin, eta hango estromatolitoak hilda daude; Socompa lakuko ura, berriz, Txilera bideratzen da, meatzaritzarako. ●

MARÍA EUGENIA FARÍAS

Bit iraunkorra disko gogorretan

Disko gogorren teknologiak ez du irauten betiko, degradatu gabe. Kondizioen arabera, formatu digital batzuk hamarkada bat pasatu baino lehen has daitezke degradatzen. Horregatik, Kaliforniako Unibertsitateko fisikari batzuek molekulen mailan sortutako egitura iraunkor bat garatu dute. Karbonozko nanohodi baten barruan burdinazko kristal bat sartuta, bit moduan joka dezakeen egitura bat lortu dute. Korronte elektrikoa aplikatuta, kristala mugitu dezakete nanohodiaren mutur batetik bestera, eta, horrela, 0 eta 1 zenbakiak kodetu. Egitura hori ere degradatuko da denborarekin, baina, zientzialarien ustez, hori ez da gertatuko milioika urtean. ●

Ilargian dago eguzki-sistemako lekurik hotzena

NASAk jakinarazi duenez, Ilargiaren Hego poloaren inguruko kraterretan daude eguzki-sistemako leku hotzenak. Hain zuzen ere, 33 gradu kelvin neurtu ditu *Lunnar Reconnaissance Orbiter* (LRO) zundak krater horietan. Jasotako datuak bat datoz David Paigek, LROren emisio termalen tresnaren ikertzaile nagusiak, aurrez egindako ereduekin.

Gainera, LROk hidrogenoa detektatu du krater horien barruan, eta hortik ondorioztatu dute litekeena dela izoztutako ur-molekulak egotea. ●

*Tyrannosaurus rex*en aitzindaria, berdin-berdina baina miniaturan

*Tyrannosaurus rex*en antzera, masailezur sendoa, buru handia, hanka ikaragarriak eta beso eskasak zituen dinosauro baten aztarna fosilak aurkitu dituzte Txinan. Hura bezala, beraz, espezializazio-maila altuko harraparia zen. Bazuen, hala ere, harengandik bereizten zuen ezaugarririk: *T. rex* baino 60 milioi urte lehenago bizi izan zen, eta hura baino bost aldiz txikiagoa zen.

Raptorex kriegsteini izena jarri diote Chicagoko Unibertsitateko paleontologoek, aztarnak aztertu dituztenek, hain zuzen. Taldeko buruak esan duenez, *T. rex* espezieko dinosauroak eman zituen dinosauro-taldeko antzinako adar batean kokatzen da *Raptorex*.

MIKE HETTWER

BAT Soziolinguistika aldizkaria
HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

kluster@soziolinguistika.org
http://www.soziolinguistika.org/
Soziolinguistika Klusterra
Martin Ugalde K.P. 20140 - Andoain

BAT aldizkariaren 72. zenbakia laster kalean!

Anfibioak kutsaduraren adierazle onak direla, zalantzan

ALBERTO GOSÁ

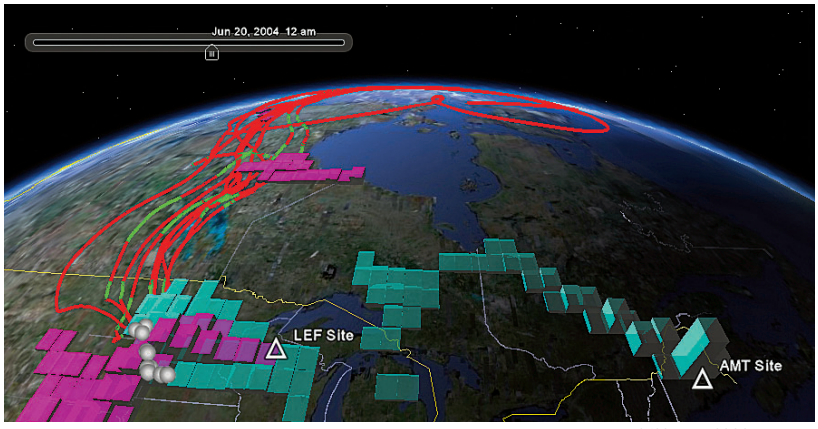
Hego Dakotako Unibertsitateko aditu batzuek anfibioen eta toxikotasunaren arteko erlazioari buruzko 20.000 ikerketa baino gehiago bildu dituzte, eta ondorioztatu dute anfibioak ez direla beste animalia-talde batzuk baino zaurgarriagoak. Uste baino hobeto egiten diete aurre hainbat kutsatzaileri. Horren ondorioz, zalantzan jarri dute anfibioek balio dutela ekosistemen osasunaren adierazle izateko.

Guztira, anfibioei buruzko 23.942 ikerketa bildu dituzte; 1.075 espezie eta 73 substantzia kutsatzaile aztertzen dira ikerketa horietan. Eta, datuen arabera, anfibioak oso sentikorrak dira fenolaren taldeko substantziekiko, baina ez metal astunekiko, konposatu ezorganikoekiko eta pestizidekiko. Azken substantzia horiek egindako kalteari aurre egiteko gaitasuna dute anfibioek, beste animalia-motek bezainbesteko gaitasuna, behintzat, bai.

Baina, beste aditu batzuen arabera, horrek ez du esan nahi anfibioak kutsaduraren adierazle onak ez direnik. Aranzadi Zientzia Elkarteko Xabier Rubio erpetologoak uste du adierazle izateko gaitasuna beste parametro batzuen arabera ere neurtu behar dela: "Ikerketa honetan substantzia kimikoak aztertu dituzte, baina badaude beste faktore batzuk. Batzuk fisikoak dira, eta beste batzuk biologikoak; habitat-galerak, esate baterako. Beste faktore horien adierazle onenak anfibioak dira, ez dago zalantzarik. Adibidez, txoriak baino lau aldiz sentikorragoak dira."

Anfibioak ez daude erabat baztertuta. "Ematen dituzten ondorioak ondo irakurrita, ez dute esaten anfibioek adierazle gisa joka ez dezaketenik. Beste ikerketa batzuetan esaten dute ornodunen artean anfibioak direla adierazlerik onenak" dio Rubiok.

Hego Dakotako ikertzaileek proposatu dute beste hainbat espezie ere erabiltzea adierazle gisa; brakiopodoak, batez ere. Hori dagoeneko egiten da; adibidez, Estatu Batuetako *Environmental Protection Agency*k beste hainbat adierazle erabiltzen ditu ekosistemen osasuna neurtzeko. ●



TYLER ERICKSON ETA GOOGLE EARTH

Google Earth, karbono dioxidoari jarraitzeko

Google Earth aplikazio ezin egokiagoa da karbono dioxidoaren kontzentrazioa aztertzen diharduten ikertzaileentzat. Esate baterako, Michigango Unibertsitatean eredu oso konplexu bat garatu dute azaltzeko nola sartzen eta ateratzen den karbono dioxidoa atmosferan, denboran zehar. Datu horiek guztiak grafikoki azaltzeko tresna eraginkorrena Google Earth dela frogatu dute. ●

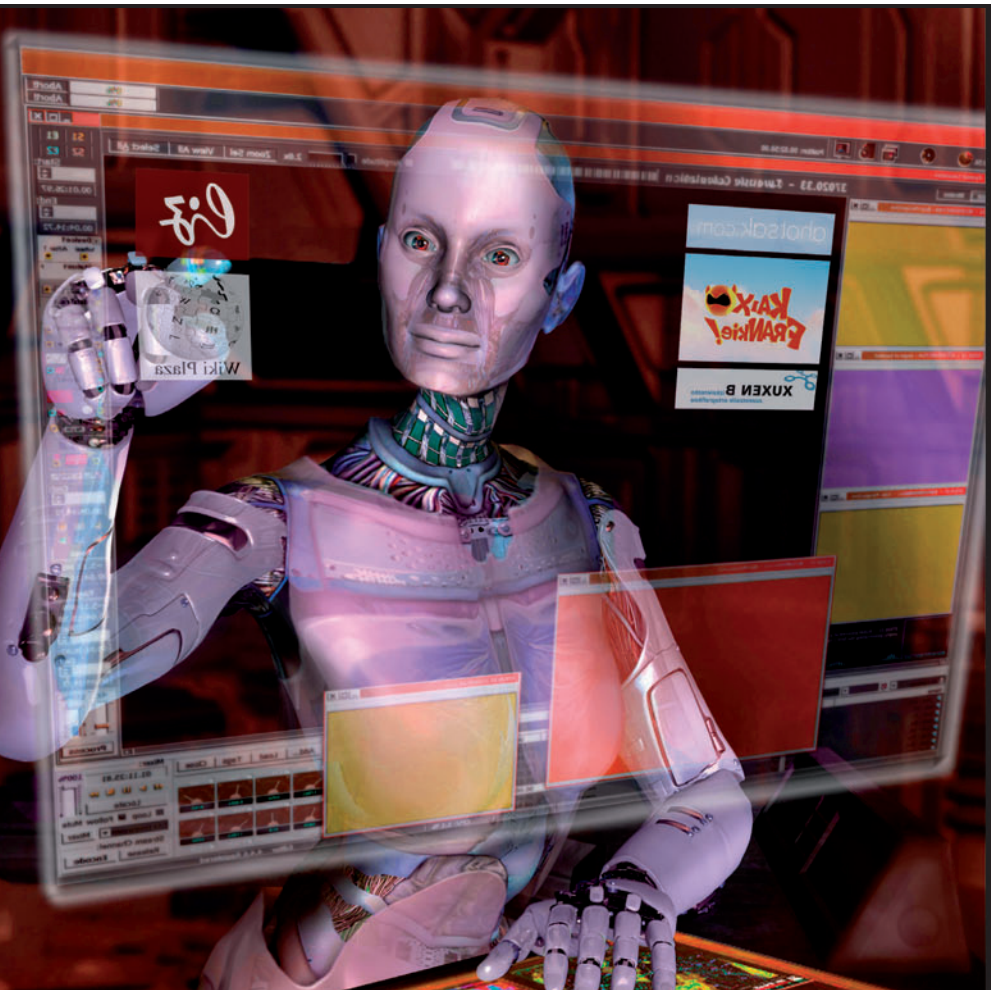
AXEL HARTMANN

Batzuen gainbehera, besteen mauka

Onddo batek azaldu lezake zergatik gertatu zen orain dela 250 milioi urteko iraungitze masiboa

Orain dela 250 milioi urte inguru, Lurreko hainbat eta hainbat bizidun hil ziren, Lurrean tarteka gertatu diren iraungitze masiboetako batean. Garai hartan, ordea, *Reduviasporonites* onddo-generoa mundu osoan hedatu zen. Imperial College Londonetik zuzendutako nazioarteko ikertzaile-talde batek sakon aztertu du onddoa, jakiteko zerk eragin ahal izan zuen Lurreko bizidunen proportzio handi bat desagertzea eta hura ugaritzea.

Azaldu dutenez, litekeena da ingurumen-aldaketa bortitz bat gertatzea, sumendi-erupzioen eraginez sufre dioxidoa eta beste hainbat gas toxiko kantitate handietan isuri zelako edo. Hipotesi horren arabera, isurketa haiek euri oso azidoak eragin zituzten, eta euri haiek suntsitu zituzten bizidun gehienak. Kondizio haiek, ordea, egokiak ziren *Reduviasporonites* onddoentzat. Gainera, ikertzaileek ikusi dute onddoen elikagaia hildako zuhaitzak zirela. Hortaz, izugarrizko mauka izan zen bizidun haientzat gainerakoen iraungitzea.●



AZKUE

euskara sarean josten

Sarean euskaraz gozatzeko ez diozu etorkizunari itxaron behar.

Dagoeneko sarean euskaraz badauden ekimenak bultzatzeko eta berriak abian jartzeko jaio da AZKUE fundazioa: Wiki plaza, ahotsak.com, Xuxen bizkaieraz, Euskararen Interpretazio Zentroa, Kaixo Frankie jokoa... Sarea gehiago gozatu dezazun. Zure hizkuntzan.
Eta etorkizunari itxaron gabe.

Gurekin elkarlanean aritzeko, edo zure proiektua guri aurkezteko, gertu gaituzu:

www.azkuefundazioa.org

BFA DFB Bizkaiko Foru Aldundia Diputación Foral de Bizkaia

Bilbao

EUSKALTZAINDIA

Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

Universidad de Deusto Deustuko Unibertsitatea Deusto

Argia garuna ikusteko

Optogenetika teknika baliagarria da garunaren jarduera eta buruko gaixotasunak ikertzeko

Optogenetika duela 4 urte sortu zuen Karl Deiseroth fisikari eta bioingeniariak, eta dagoeneko mundu osoko ehunka laborategitan erabiltzen dute. Izan ere, garunaren jarduera zehaztasun handiz ikusteko aukera ematen du, eta ez da beste teknika batzuk bezain gogorra, ez baitago elektrodoak ezarri beharrik, esaterako.

Teknika horretan, argia erabiltzen da garunaren jarduera aztertzeko. Lehenik, neuronak argiarekiko sentikorrak egiten dituzte. Horretarako, alga berde baten proteinaren genea txertatzen dute neuronetan. Zuntz optikozko inplante baten bitartez neuronek argia jasotzen dutenean, proteina sortzen dute, eta proteinak seinale elektriko bat pizten du. Seinalea zirkuituaren barruan dagoen hurrengo neuronara transmititzen da. Horrela, ikertzaileek elektrodoekin baino askoz ere hobeto ikusten dute neuronen jarduera.

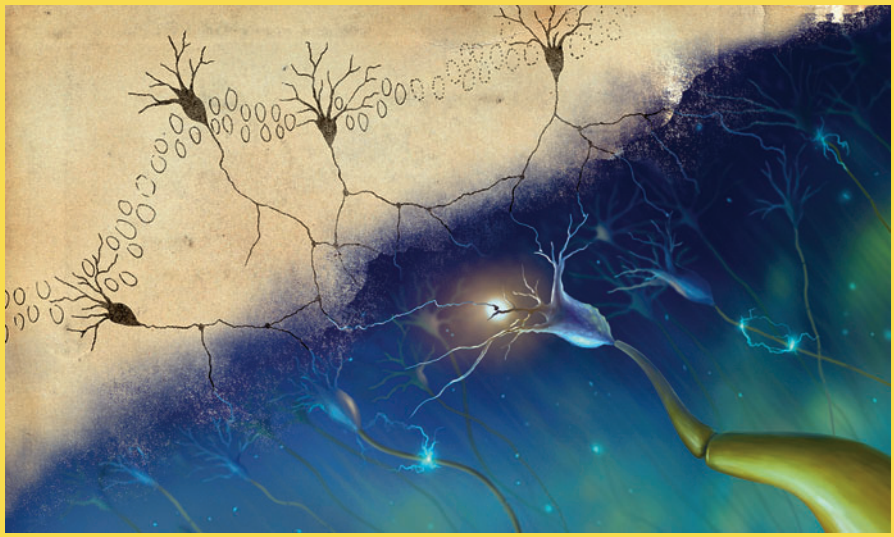
Adibidez, Londresko Unibertsitatean, teknika hori erabili dute oroitzapenak saguen garunean nola gordetzen diren ikusteko. Oroitzapenak nola sortzen diren azaltzen duen eredu nagusiaren arabera, asoziazio berri bat ikasten dugunean hipokanpoko neurona batzuk aktibatzen dira.

Hori horrela ote den frogatzeko, ikertzaileek genetikoki eraldatu zituzten neurona horiek, argiaren eraginarekin proteina sor zezaten. Gero, soinu bati beldurra izaten erakutsi zieten saguei: soinua entzun ondoren, deskarga elektriko bat ematen zieten. Hala, soinua entzutea nahikoa zen beldurra sentitzeko, eta horren oroitzapena sortzen zuten neuronak aktibatu egiten ziren (hau da, proteina sortzen zuten).

Hurrengo egunean, ikertzaileek argi urdinez argitu zuten hipokanpoa. Horren ondorioz, bezperan oroitzapena sortzen parte hartu zuten neuronak aktibatu egin ziren, eta, soinua entzun gabe ere, saguak beldurtu egin ziren. Horrela frogatu zuten baietz, oroitzapena hipokanpoan sortzen dela.

Gainera, proteina aztertuta jakin zuten zenbat neuronak hartzen zuten parte oroitzapenen sorreran, eta frogatu zuten uste baino askoz ere gutxiago zirela: 100-200 bakarrik ziren (hipokanpoko eremu horretan 1-2 milioi neurona daude).

Oroitzapenak nola sortzen diren ikusteko ez ezik, optogenetika oso baliagarria da depresioa, Parkinsona eta mendekotasunak aztertzeko. Adibidez, depresioa zuten saguetan, kortex prefrontala estimulatuta, jokabide soziala hobetzea lortu dute, eta baita saria eman diezaieketen gauzak egiteko gogoa piztea ere.

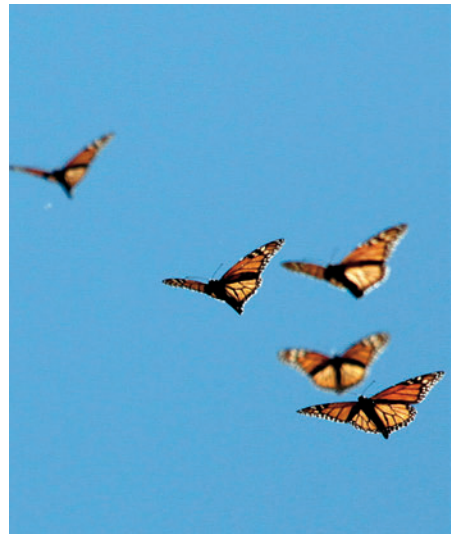


D.F. BLISS/MEDICAL ARTS BRANCH, NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH

Monarka tximeleten GPSa, antenetan

Antenei esker lortzen dute monarka tximeletek migrazio-bidean orientatzea, Massachusetts Unibertsitateko neurobiologo-talde baten arabera.

Aspaldi dakite zientzialariek Eguzkiaren kokapena erabiltzen dutela tximeletok norantz joan behar duten jakiteko. Hain zuzen, egunean zehar egokitzen joaten den erloju antzeko bat dute, Eguzkia mugitzeak ez dezan eraginik izan orientazioan.



DENNIS CURTIN

Orain arte uste zuten erloju hori garunean zutela tximeletek, egunean zeharreko zikloak, edo ziklo zirkadianoak, erregulatzen dituen erlojua bezalaxe. Massachusettsko zientzialariek, ordea, hainbat esperimenturen bitartez frogatu dute garunean ezetz, antenetan dutela bidaiaren norabidea zehazteko sistema.

Egindako esperimentuetan, lehenik, tximeleta batzuei antenak moztu, eta haien portaera aztertu zuten. Ikusi zuten orientazioa zeharo galdu zutela, eta zoriz aukeratutako norabideak hartu zituztela hegan egiteko.

Ondoren, moztu beharrean, esmaltez margotu zizkieten antenak: batzuei esmalte beltz opakuz, eta besteei, esmalte argiz. Hala, Eguzkiaren mugimenduari jarraitzen zion erlojua antenetan baldin bazegoen, antenak beltzez margotuta zituzten tximeletek bakarrik galduko zuten orientatzeko gaitasuna. Eta halaxe gertatu zen.

- Fundazioa bultzatu nahi baduzu
- Iritziak eta ideiak eman nahi badituzu
- Gure proiektuetan lan egin nahi baduzu
- Elhuyarren ekintza eta ekitaldietara etorri nahi baduzu

Izan Elhuyar Fundazioko BAZKIDE

www.elhuyar.org/bazkidetza

Elhuyar Fundazioa
Zelai Haundi kalea, 3
Osinalde industrialdea
20170 Usurbil
Tel (+0034) 943363040
maier@elhuyar.com

ELHUYAR fundazioa

Gas-hodeiak bai, izar berririk ez

Argitu dute zerk eragiten duen hainbat gas-hodeitan izarrik ez sortzea

ESO

Harvard-Smithsonian Astrofisika Zentroko ikertzaile-talde baten arabera, unibertsoko hauts- eta gas-hodeietako molekuletan dauden atomo kargadunek eragiten dute horrelako hodei guztietan izarrik ez sortzea.

Unibertsoan nonahi daude hautsezko eta gasezko hodeiak, eta hodei horiek kondentsatuta sortzen dira izarrak, grabitate-indarraren eraginez. Behaketek, ordea, erakusten dute oso ehuneko txikian sortzen direla izarrak. Horrek adierazten du beste indarren batek egon behar duela grabitatearen eragina indargabetzeko.

Astrofisikariek bi aukera proposatu izan dituzte hori azaltzeko. Batzuen ustez, hodeietako molekuletako atomo kargadunek eremu magnetikoak eratzen dituzte, eta horiek egiten diote aurre grabitateari. Beste ikertzaile batzuek, berriz, uste dute hodeietan egoten diren turbulentziak direla horren eragileak. Haizeak lurreko hostoak eta hautsa harrotzen dituen bezala, hauts-hodeietako turbulentziek nahasi egingo lituzkete hauts-partikulak, eta, hala, kondentsatzea eragotziko liekete.

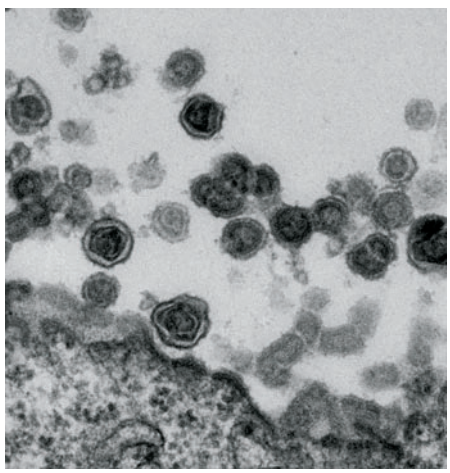
Orain arte, ordea, inork ez zuen bi ideia horietako bakar bat berresteko frogarik. Harvard-Smithsonian Astrofisika Zentroko ikertzaileek aurkitu dute froga bat, lehenengoaren alde. Zehazki, argi polarizatuaren igorpena aztertu dute hainbat hodeitako eremu dentsoetan. Ikusi dute eremu horietan igortzen den argi polarizatua lerrokatuta dagoela hodei guztian igortzen den argi polarizatuarekin. Argi polarizatuaren portaerak iradokitzen du, ikertzaileen esanean, eremu magnetiko bat dagoela atzean, eta eremu magnetiko horren lerroen arabera lerrokatzen dela argia. Esan dutenez, gainera, turbulentziak nagusi balira, nekez agertuko lirateke lerrokatuta eremu magnetiko batzuk eta besteak. ●

Neke kronikoa, birus baten errua?

Litekeena da erretrobirus batek eragitea neke kronikoa. Estatu Batuetan egindako ikerketa batean, neke kronikoak jotako 101 paziente aztertu dituzte, eta ikusi dute hirutik bik XMRV deritzon birusa zutela. 218 pertsona osasuntsu ere aztertu zituzten Nevadako Whittemore Peterson Institutuan, eta horietatik % 4tan baino ez zuten aurkitu birusa.

Ahituta egoten dira, kontzentrazio- eta memoria-arazoak izaten dituzte, muskuluetako eta giltzaduretako mina izaten dute eta abar. Sintoma horiek dituzte neke kronikoak jota dauden pazienteek. Askotan, baina, gaixotasun bati baino gehiago, estresa behar bezala eramateko ezintasunari egozten dizkiote sintoma horiek, bai medikuek, bai jendeak, bai eta gaixoek eurek ere.

Birusa aurkitzeak lagundu lezake neke kronikoa gaixotasun seriotzat hartzen. Horretarako, baina, frogatu egin behar dute birusak gaixotasuna eragiten duela. Saguetan dagoeneko ikusi dute XMRVren antz handia duen birus-talde batek minbizia eta gaixotasun neurologikoak eta immunologikoak eragiten dituela.



WHITTEMORE PETERSON INSTITUTE

NORTEKO FERROKARRILLA

Elhuyar Fundazioaren eskutik

zientzia gertuago

Euskadi Irratian:
Astearteetan 21:00etan

Eta Interneten:
http://norteko.elhuyar.org

eitb euskal irrati telebista

Gamesa

zientziaren ELHUYAR komunikazioa

GPSa duen koilarea, ganaduaren jarraipena egiteko

GPS sistema barneratua duen koilare bati esker mendian dauden animalien kokapen zehatza jakin ahal izango dute abeltzainek edozein ordenagailutatik.

Mendinet elkarteak martxan jarri duen proiektu honen helburua izan da batik bat abeltzainen bizi-kalitatea hobetzea. Izan ere, normalean, sarritan joan behar izaten dute mendira ikustera animaliak non dauden eta kontrolatzera. Horrenbestez, helburua da animaliak denbora guztian non dauden jakitea, abeltzainen lana errazteko.

MENDINET

Behorren kasuan, esaterako, aparatu bat nahikoa da, beti taldean joaten baitira. Beraz, koilarea behor bati ezartzen zaio, eta, hori lokalizatuz gero, besteak ere ondoan izango dituenez, guztiak non dauden jakin ahal izango dute abeltzainek.

Proiektua bi urtez garatu du Mendinet elkarteak, Neiker-Tecnalia zentro teknologikoarekin laguntzarekin. GPS antena, telefono mugikorra eta bateria barneratua dituen koilarea sortu dute horrela.

GPSaren antena animaliaren goiko partean kokatzen da, eta, seinalea koilareko aparailu txiki batera iristen da. Gailu horrek informazioa prozesatu egiten du, eta, gero, telefonia mugikorraren bitartez informazioa bidaltzen du webgunea dagoen zerbitzarira. Ondoren, informazioa webguneko erabiltzaileek ikusten dute.

Informazio hori egunean bitan, goizean eta eguerdian, bidaliko da webgunera. Parajean animalia non dagoen kokatua aire-argazki batean ikusi ahal izango du erabiltzaileak, puntu batez irudikatuta.

Koilareak, gainera, informazio gehigarria bidaltzen du: esaterako, animaliak zenbat eta zer abiaduratan ibili diren; baita koilareari zenbat bateria gelditzen zaion ere. Dena den, bateriaren iraupenari dagokionez, badago zer hobetu. Izan ere, nekez irauten du 15 egun baino gehiago.

Mendinet elkarteak garatu duen koilarea Extremadurako Unibertsitateak eta Orange telefonia mugikorreko enpresak txerrientzat garatu zuten beste koilare batean oinarritu da.

Funtzionamendu egokia izango balu, 200 euro inguruan salduko litzateke produktua. Koilarea Gorbea, Izki, Aizkorri eta Aralarko parajeetan probatu duten hainbat abeltzainek jada azaldu dute erosteko interesa.

Korrokoiaren transkriptoma deskodetu dute EHUko ikertzaileek

Korrokoiaren transkriptoma deskodetu berri du EHUko Zoologia eta Animalia Zelulen Biologia saileko Biologia Zelularra Ingurune Toxikologian ikerketa-taldeak. Transkriptoma da genomatik transkribatzen edo irakurtzen den zatia. Zelula anitzeko izaki gehienetan genomaren % 1,5 inguru izaten da.

Ikerketa-lan hori egiteko, Ondarroan hainbat korrokoi-ale harrapatu zituzten EHUko ikertzaileek. Ale bakoitzetik zenbait organo —hala nola gibela, zakatzak, gonada, burmuina eta abar— bereizi zituzten, eta organo horietatik RNA-mezularia erauzi. Ondoren, RNA-mezulari guztia DNA osagarri (cDNA) bihurtu dute.

DNA osagarri horiek guztiak Newcastle-ko Unibertsitatean dagoen sekuentziazio-zerbitzura bidali zituzten. Izan ere, sekuentziazio-sistema berri bat dute han; oso azkarra eta eraginkorra. Modu horretan eskuratu du EHUko ikerketa-taldeak korrokoiaren transkriptomaren informazio guztia, hots, 126 milioi nukleotido.

"Ondoren, lanik neketsuena dator. Informazio horri guztiari zentzua ematea, hain zuzen ere. Alegia, sekuentzia bakoitza zein generi dagokion arakatzea" dio Ibon Canciok, proiektuaren zuzendariak.

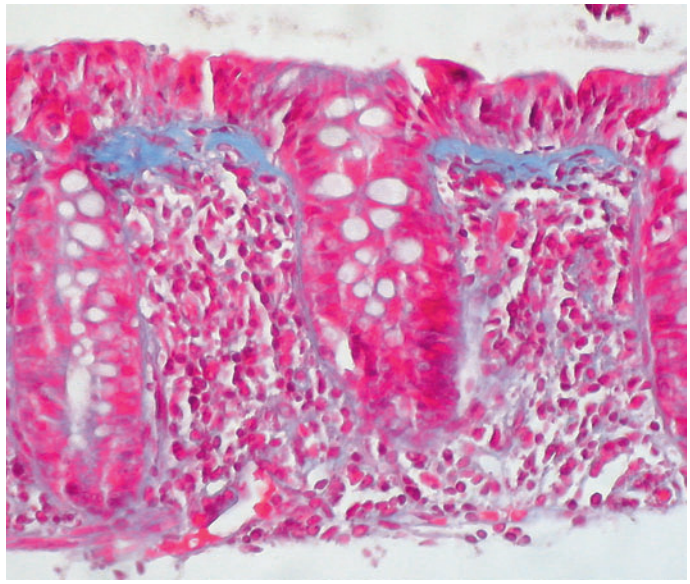
"18.332 generen zatiak eskuratu ditugu. Ez dira korrokoiaren gene guztiak, baina bai erdia baino gehiago" gehitu du Canciok. Informazio horrekin guztiarekin DNA-mikrotxip bat garatu dute, kutsaduraren aurrean gene horien guztien espresio-maila nola aldatzen den ikertu ahal izateko.

EHU

Datorren urtean barearen transkriptoma deskodetzea espero du EHUko ikertzaile-taldeak, zoruen osasun-egoera zein den jakiteko.

Hesteetako bakterioa, botika-emailea

Bakterio bat genetikoki eraldatu dute, kolitisa sendatzeko proteina bat aska dezan



ED UTHMAN/ ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

Kolitisaren aurka ahoz hartzen diren botikek arazo bat dute: sarritan, konposatu aktiboak ez-aktibo bihurtzen dira helburura iritsi baino lehen. Hori gainditzeko, Britainia Handiko Elikagaien Ikerketa Institutuko mikrobiologoek hesteetako bakterio bat genetikoki eraldatu dute, sendagaia (proteina bat) sortu eta aska dezan. Eta emaitza onak lortu dituzte.

Ez da bide horretatik saiatzen diren lehen aldia. Esaterako, 2000. urtean, Belgikako Ghent Unibertsitatean, *Lactococcus lactis* eraldatu zuten, kolitisa sendatzen duen interleukina-10 proteina aska zezan. Baina ez ziren gai izan proteinaren ekoizpena kontrolatzeko.

Oraingoan, Elikagaien Ikerketa Institutukoek *Bacteroide ovatus* eraldatu dute. Hesteetako mintza osasuntsu egoteko ezinbestekoa den proteina baten genea sartu dute bakterioaren DNAn (keratinozitoaren hazkuntza-faktore 2), eta baieztatu dute bakterioak xilanoa jaten duenean bakarrik espresatzen duela gene hori, hau da, orduan bakarrik sortzen duela proteina. Hortaz, xilano-dosiaren bidez kontrola daiteke proteina-ekoizpena.

Saguetan frogatu dute proteina horrek hesteetako hemorragiak gelditzen dituela eta mintza osatzen duela, eta ez duela albo-ondoriorik. Sistema horrek beste sendagai batzuk askatzeko ere balio dezakeela uste dute; hala, dozena bat lerro ikertzen ari dira, tartean, minbiziaren aurkako bat.

Hala ere, *Nature* aldizkariaren webgunean, albistearen berri emateaz gain, Bartzelonako Vall d'Hebron ospitaleko Francisco Guarner hesteetako medikuaren iritzia ere aipatzen dute. Haren ustez, esanguratsua da 2000. urtetik bide horrek ez ematea emaitza onik, eta, beraz, zuhurtasunez hartu du oraingo ikerketa.

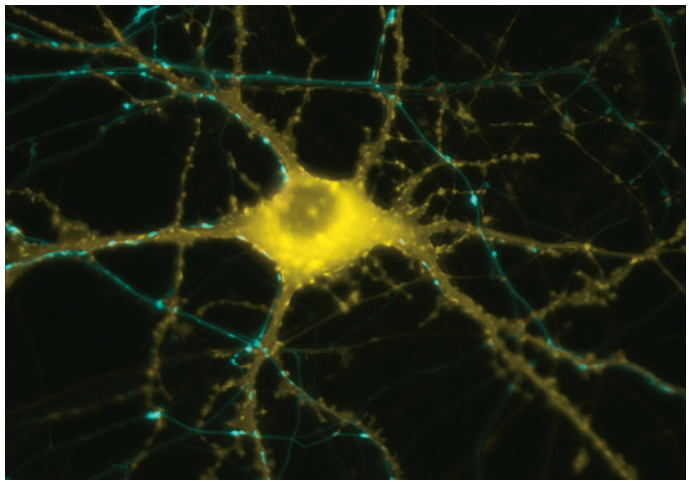
Neuronek energia asko kontsumitzen dutela? Inondik inora ere ez

Garunak gorputzaren pisuaren % 2 baino ez duen arren, gorputz osoak gastatzen duen energiaren % 20 kontsumitzen du. Hala ere, neuronek, seinale elektrikoa transmititzeko, ez dute uste zuten bezainbeste energia behar.

Izan ere, urte askoan ikertzaileek ontzat eman dute Hodgkin eta Huxleyren eredua (hain zuzen, bi fisiologo horiek Nobel saria jaso zuten 1963an, neuronen elektrizitate-transmisioari buruz egin zuten lanagatik). Lan haren arabera, neuronen barruan transmisioaren eraginkortasuna % 25-30ekoa zen.

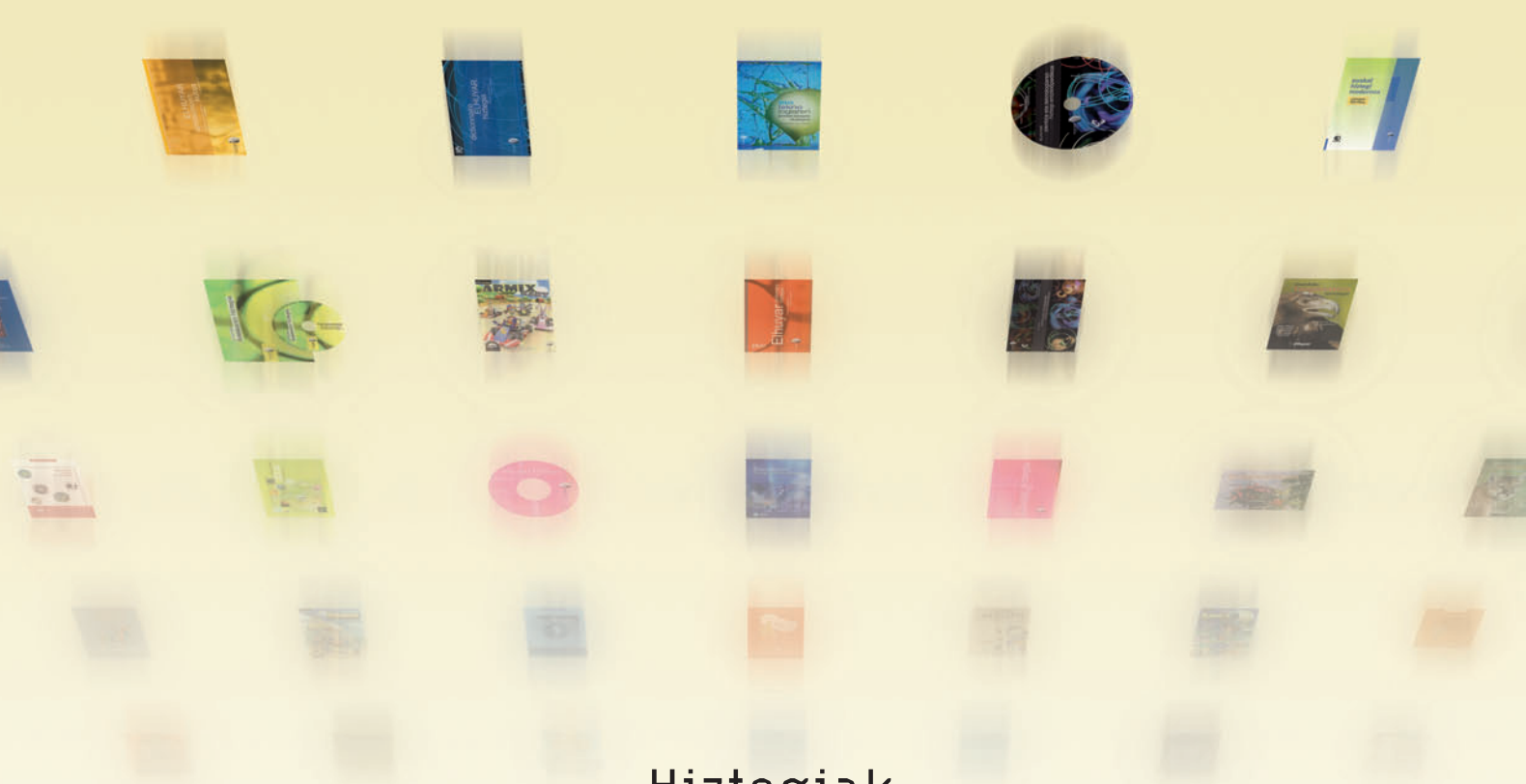
Alabaina, zientzialari batzuek susmoa zuten eraginkortasunak handiagoa izan behar zuela. Horien artean daude Garuna Ikertzeko Max Planck Institutuko Henrik Alle eta haren lankideak. Hala, memoriarekin eta ikasketarekin lotutako zentroen neuronen barruko elektrizitate-transmisioaren eraginkortasuna aztertu dute, eta frogatu dute ereduak emandakoa baino 2-3 aldiz handiagoa dela. Alegia, prozesuaren eraginkortasuna % 70-80koa da.

Horrez gain, aldea zergatik den hain handia ere azaldu dute. Eredua egitean, uste zuten ioi negatiboek eta positiboek elkarren aurka egiten zutela neuronetan. Orain, ordea, ikusi dute potasio-ioia ez dela sartzen hasten sodio-ioia ateratzen den arte. Horrela, askoz eraginkorragoa da transmisioa.



MICHAEL A. COLICOS, UCSD

Eta zertan gastatzen du garunak gainerako energia? Allenen esanean, erdia neuronei bizirik iraunarazten, eta beste guztia operazioak egiten. Gainera, uste du gehiago gastatzen duela neuronen arteko transmisioan neuronen barruan baino.●



Hiztegiak,
zientzia-dibulgazioa,
CD-ROMak, Elhuyarren katalogoa

klik batean!

www.elhuyar.org/edizioak

Elhuyarren produktu guztiak on line erosteko
aukera erosoagoa eskaintzen dizugu.

ELHUYAR
edizioak

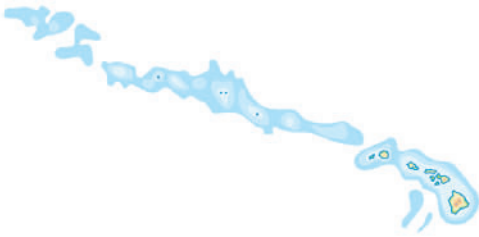
Hawaiik paradisua dakar gogora, lasaitasuna, askok noizbait gozatu nahiko luketen opor-leku klasikoa eta exotikoa. Olatuen gainean ibiltzea gustuko dutenentzat ere, ezinbesteko tokia da Hawaii. Biziak etengabe egiten du bor-bor Ozeano Bareko artxipelago honetan: bor-bor kanpoan, zein barruan.

Jarduera magmatikoa etengabea da, eta erraz ikus daiteke hori hainbat tokitan. Batez ere, uharte nagusian, Big Island-en. Han dago Sumendien Parke Nazionala eta han dago Hawaiiko sumendi aktiboena ere: Kilawea handia.

1984an berriz ere iratzartu zenetik, Kilaweak ez dio laba jaurtitzeari utzi.

Hawaiiko SUMENDIAK

©BRYAN BURSOVICKI/123RF



Batzuetan isil, geldo, samur; besteetan, berriz, bortitz eta azkar. Erritmoa edozein dela ere, sumendia beti dago aktibo. Azken 25 urteetan uhartearen azalera 200 hektarea hazi da Kilaweak jaurtitako labaren eraginez. Laba horrek itsasoko urarekin topo egiten duenean, ke-zutabe trinkoak sortzen ditu. Ikuskizun paregabea da.

Hawaiiko uharteek itsas hondoan sortutako hainbat sumendiren jardueran dute jatorria. Geologian "gune bero" deritzon magma-iturri batetik jaio ziren sumendi horiek guztiak. Teoria horren arabera, Ozeano Barearen azpiko plaka tektonikoa ipar-mendebalderantz mugitzen ari da, eta "gune beroa", berriz, geldirik dago. Horregatik, pixkanaka, sumendi berriak sortuz doaz. Gaur egun, korronte bero horren bihotza Big Islandetik 30 bat kilometro hegoalderantz dago. Han, sumendi berri bat jaiotzen ari da. Oraindik itsas mailaren azpitik 975 metrora dago, baina jada badu izena. Loi deitzen da. ●

USGS

©ISTOCKPHOTO.COM/HAPA PHOTO

©ISTOCKPHOTO.COM/JHESTON

15 joko baino gehiago

Irudimena eta sormena suspertzeko ezin hobea!

Zoo zoroa

3-5 urte - PCrako jokoa

% 5eko deskontua www.elhuyar.org/edizioak helbidean

ELHUYAR edizioak

www.elhuyar.org/zoozoroa
www.elhuyar.org/edizioak

ERREALITATE GEHITUA

munduaren pertzepzioa aberasten

IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

Imajinatu kameradun eta pantailadun gailu bat, kamera jatetxe baten ateari begira jartzean pantailan haren irudiaz gain karta eta prezioak ere erakutsiko dizkizuna. Edo pertsona bati seinalatzean hari buruzko hainbat informazio emango duena —izena, lanpostua eta enpresa adibidez—. Edo monumentu bat seinalatu, eta irudiaren gainean hari buruzko informazioa ere erakutsiko diguna. Zientzia-fikzioa? Ez, horrelako gailuak eta aplikazioak badaude gaur egun. Telefono mugikor modernoenek, urrutirago joan gabe, horrelako gauzak egin ditzakete. Jada errealitate gehituaren munduan bizi gara.

Errealitate birtuala azken urteetan asko entzun dugun terminoa da. Teknologia hori ordenagailuz simulatutako errealitate bat erakustean datza, gurekin elkarreraginean jarduten duena. Hau da, mundu birtual bat erakusten zaigu, sentsoreen bidez hartutako gure mugimenduei erantzuten diena, errealaren irudipena emanez.

Baina azken hilabeteetan teknologiaren munduan barra-barra entzuten den *buzzword*a errealitate gehitua da (augmented reality). Teknologia honek ere errealitate bat erakutsiko digu, eta harekin elkarreraginean jardun dezakegu; baina honetan benetako mundua da erakusten zaiguna, ikusten ari garen horri buruzko hainbat informazio gehituta. Informazio hori hainbat iturritatik lortzen da: mugimendu- eta posizio-sentsoreak, hartutako irudiaren software-prozesamendua, Internet...

MUGIKORREAN INGURUARI BURUZKO INFORMAZIOA

Errealitate gehitua modan egotea azken belaunaldiko mugikorrei zor zaie, neurri handi batean. Bideokamerak hartzen duena pantailan erakuts dezakete. Baina posizioa, orientazioa eta inklinazioa ezagutzeko GPSa, iparrorratza eta azelerometroa badituztenez, ikusten ari garena geografikoki koka dezakete. Eta prozesuahalmen gero eta handiagoa dutenez, ikusmen artifizialaren moduko tekniken bidez formak eta objektuak ezagutu ditzakete. Eta Interneterako konexioa ere badutenez, ikusten ari garenari buruzko informazio asko lor dezakete. Horrela, mugikor hauentzako errealitate gehituko aplikazio asko sortu dira azkenaldian.

Beharbada horien arteko ezagunena Layar da, Android sistema eragiledun mugikorretan eskuragarri dagoen aplikazioa. Ikuspegi zabal batera apuntatuta, bistara dauden museo, jatetxe edo intereseko puntuak nabarmentzen dizkigu, haiei buruzko informazio gehiago ematen digu (ordutegia, prezioa...) edo haien webgunera joateko aukera eskaintzen digu. Higiezinetarako aplikazioak ere badaude: ikusmiran ditugun etxeetatik salgai edo alokairuan daudenak erakusten dizkigute, euren prezioekin eta jabearen telefonoarekin batera.

Irudi-ezagutza erabiltzen dutenen artean, kamerak hartutako irudiari karaktereen ezagutza (OCR) aplikatuz menu bat edo kartel bat itzuli edo ahotsez irakurriko diguten aplikazioak aipa daitezke. Augmented ID programak, aldiz, aurpegiak ezagutzeko teknikak erabiltzen ditu kamerarekin seinalatzen dugun pertsona ezagutu eta hari buruzko informazioa pantailan gainjartzeko. Oraingoz, han kontu bat ireki eta beren argazkiak eta informazioa igotzen dituztenak soilik ezagutzen ditu.

Autoetan erabiltzeko errealitate gehituko aplikazio asko ari dira agertzen. Wikitude Drive, adibidez, telefono mugikorrerako aplikazio bat da, autorako GPS nabigazio-sistema baten funtzio bera betetzen duena, baina ibilbidea mapa baten gainean erakutsi beharrean ikusten ari garen bidearen irudiaren gainean erakusten duena. Edo Augmented Traffic Views, goazen bidean aurrerago dauden trafiko-kameren irudiak erakutsi ahal dituena.

BESTE EUSKARRI BATZUETAN ERE BAI

Hala ere, onartu beharra dago aplikazio batzuetarako ez dela egokia errealitate gehituko aplikazioa telefono mugikorrean izatea. Gidatzean beti mugikorrari begira joatea ez da praktikoa;

Azken belaunaldiko mugikorrek, GPSa, iparrorratza eta azelerometroa dituztenez, pantailan ikusten ari garena geografikoki koka dezakete, eta informazio gehigarria erakutsi. ARG.: ACROSSAIR.

edo kalean nor den jakiteko jendeari mugikorrarekin seinalatzea oso lotsagabea da... Baina errealitate gehitua beste euskarri batzuetan ere aplikatzen da, telefono mugikorretan ez ezik.

Lego etxeak, esaterako, hainbat jostailu-dendatan kamera eta pantailadun errealitate gehituko aparailu batzuk jarri ditu: Legoren kutxa bat hurbilduz gero, kamerak ezagutu egiten du, eta barruko piezekin egin daitekeen modeloa 3Dn irudikatzen du, eta pantailan erakutsi, kutxaren gainean eta kutxarekin batera mugituz. Topps kirol-kromoen etxeak ordenagailu arrunt batean instalatzeko programa egin du; gure webkamera beisbol-kromo bat hurbilduz gero, programak ezagutu egingo du, eta kromoaren gainean jokalaria 3Dn modelizatuko, jokaldiren bat egiten. Antzeko zerbait egin du *Esquire* aldizkariak abenduko alean: aldizkariaren orrialde batzuk webkamera hurbilduta, programak ezagutu egingo du, eta orria 3Dn irudikatuko du pantailan.

Kotxeei dagokienean, badira urte batzuk gama altuko kotxe batzuek haizetakoan proiektatzen dituztela beheko panelaren erakusleak (abiadura, ordua eta abar). Head-up display edo HUD deritze horrelako sistemei. Motorrentzako HUD kaskoak ere badaude. Eta hori guztia ere errealitate gehitua da. Baina azkenaldian informazio gehiago ere hasi dira proiektatzen: GPS nabigazio-sistema, gaueko ikusmena...

ETORKIZUNEAN OHIKOA

Errealitate gehitua berria da oraindik, baina, zabaldu ahala, arazoak ere sortuko dira. Spama, gure bizitza digitaleko izurri hori, bizitza errealera etortzeko arriskua dago; kalean goazela inguruko dendak publizitatea gure errealitate gehituko pantailan erakusten hasiz gero... Edo pribatutasuna ere arazoa izan daiteke: kalean goazela edonork ezagutu ahal izatea...

Hala ere, datozen urteotan ziur errealitate gehituko gero eta aplikazio gehiago eta ahaltsuagoak ikusiko ditugula, gero eta euskarri gehiagotan. Arropa-denda batera joan, eta "ispilu" batek jantzi beharrik gabe erakutsiko digu nola geratzen zaigun jertsea; edo liburu-dendan gaudela liburu bat eskuan hartu, eta jendeak egindako iruzkin eta kritikak ikusiko ditugu proiektatuta betaurrekoetan; edo dendan jostailu-kaxa hartuta, pantaila batean beharrean holograma batean erakutsiko zaigu barrukoaren 3D eredua. Apusturik egin nahi?

Artikulu honetan aipatzen diren adibideak hobeto ezagutzeko, esteka interesgarri batzuk aurkituko dituzu www.zientzia.net-en.

Euskal Herriko biztanleek begi onez ikusten dituzte zientziak eta teknologiak ekarri dituzten aldaketak eta aurrerapenak. Hala ere, askok uste dute teknologia berriekin zuhur ibili behar dela, eta osasunean eta ingurumenean duten eragina ezagutu arte arreta handiz aritu eta erabili behar direla. Hain zuzen, 1etik 5erako eskala batean, herritarrek 2,8ko adostasun-maila agertu dute baieztapen horrekin.

Oihane Lakar Iraizoz
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

ZIENTZIA eta TEKNOLOGIA euskal gizartearen begietan

Hogeita hamar urte dira Europan zientzia eta teknologiaren gizarte-pertzepzioei buruzko galdekizunak egiten direla. Euskal Herrian, ordea, orain arte ez zen sekula aztertu zein leku betetzen duten gizartean zientziak eta teknologiak.

Hutsune hori betetzeko asmoz ekin zion 2008an Elhuyar Fundazioak, Eusko Jaurlaritzako Prospekzio Soziologikoko Kabinetearekin batera, "Zientzia eta teknologiaren irudikapenak Euskal Herrian (2008)" lanari. Izan ere, "Azken urteotan hazi egin da herritarren iritziak ezagutzeko premia", nabarmendu du Andoni Eizagirrek, Mondragon Unibertsitateko irakasle eta azterketaren egileetako batek. Eizagirreren ustez, horrelako ikerketa-lanek laguntzen dute identifikatzen eta interpretatzen zerk eragiten duen gizarteak jarrera bat edo beste izatea, kasu honetan, zientziaren eta teknologiaren aurrean.

Ikerketa-lanaren zati bat izan zen jendearekin eztabaida-taldeetan elkartzea edo elkarrizketak egitea, zientzia eta teknologiarekin lotutako hainbat eztabaidagairi buruz hitz egiteko. Zientzia eta teknologiako gaietan jakintza-maila bat

©CARLOS VELAZQUEZ

edo beste zuen jendeak ohar batzuk edo beste egingo zituelakoan, hiru taldetan banatu zuten gizartea: batetik, Euskal Herri osoko herritar arruntak hartu zituzten kontuan; bestetik, zientzia- eta teknologia-gaietako ikasle eta ikertzaileak eta giza eta gizarte zientzietako ikasleak, eta, azkenik, zientzia eta teknologiaren arloko adituak. Lehenengo bi taldeekin eztabaida-taldeak eratu zituzten, eta, adituen iritzia, berriz, elkarrizketa bidez jaso zuten.

Alabaina, hor hartu zuten lehenengo ezustekoa: "ikerketak erakutsi du desberdintasunak uste baino txikiagoak direla" dio Eguzki Urteaga EHUko soziologoak, eztabaida-taldeak eta adituei egindako elkarrizketak zuzendu zituen ikertzaileetako batek. Horrek erakusten du, Urteagaren ustez, "gizarteak ezagutza-maila bat duela, baina ez duela erabiltzen".

Eztabaida-taldeetan nahiz elkarrizketetan bildutakoetatik, emaitza kualitatiboak atera dituzte. Horrekin batera, beste bi zati izan zituen azterketak. Batetik, gizartearen pertzepzioaren datu kuantitatiboak eskuratu dituzte. Horretarako, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) erakundeak 2006. urtean CISekin elkarlanean egindako Zientzia eta Teknologiaren Gizarte Pertzepzioaren 3. Inkesta Nazionalean bildutako informazioa erabili dute. Zehazki, EAEn eta Nafarroan laurehuna laguni egin zizkieten inkestak jaso dituzte. Eta, bestetik, Euskal Herriko prentsan zientzia eta teknologiari lotutako gaiek duten presentzia aztertu zuen 2008an Elhuyar Fundazioak (*Elhuyar Zientzia eta Teknika*ren 2008ko azaroko alean eman genuen azterketa horren emaitzen berri).

Ikerketa horietatik atera daitekeen ondorio nagusietako bat da gizarteak, oro har, goraipatu egiten dituela zientzia eta teknologia. Eztabaida-taldeetan jaso da, esate baterako, zientzia eta teknologia berriei esker askoz bizimodu erosoagoa dugula, bizi-itxaropen handiagoa dugula, eta asko hobetu dela gure komunikatzeko gaitasuna. Jendeak uste du ikerketa eta garapena funtsezkoak direla herrien garapenerako eta ongizaterako.

Halaber, zientzialariak ere gizarteko talderik baloratuenen artean daude. Hain zuzen, EAEn eta Nafarroan egindako inkestetan ikusi ahal izan da zientziarekin lotutako lanbideek betetzen dituztela lanbide baloratuenen zerrendako lehenengo hiru postuak: medikuak daude lehenengo lekuan, 1etik 5erako eskalan 4,4 puntu eman baitizkiete, batez beste, herritarrek; eta zientzialariak bigarrenean eta ingeniariak hirugarrenean, 4 puntu eta 3,8 punturekin, hurrenez hurren.

TXANPONAREN BESTE ALDEA AGERIAN

Goraipatu arren, eta beren funtzio soziala aintzat hartu arren, hain onak ez eta arriskutsuak diren alderdiak ere ikusten dituzte herritarrek zientzian eta teknologian. Azpimarratzeko modukoa iruditu zaio Eizagirreri jarrera, nolabait, anbibalente hori: "ikuspuntu kontrajarriak ageri dira eztabaida-taldeetan". Aipatu da, adibidez, hainbat arlotan urrutiegi joan direla ikerketak, hala nola giza klonazioan edo enbrioien manipulazioan. Zenbait muga etiko gainditu direla uste du jendeak.

> *Alderdi ez hain onak eta arriskutsuak ere ikusten dituzte herritarrek zientzian eta teknologian, goraipatu arren.*

Aipatzen dute ezinbestekoa dela hiritarrek distantziari eta espiritu kritikoari eustea zientziaren eta teknologiaren aurrean, eta beti neurtu behar direla hobariak eta kostuak. Hitz hauek erabili dituzte herritarrek zientziak eta teknologiak eragiten dituzten kalteak adierazteko: mendekotasuna, manipulazioa, abiadura, estresa eta abar. Esan dute, adibidez, publizitatearen eta marketinaren bidez herritarrengan beharrak sortzen dituztela hainbat markak. "Ez diogu erosteari uko egiten, harrapatuta bezala gaude, eta ez dugu aterabiderik ikusten" dio parte-hartzaile batek. Aho batez adierazi dute eztabaida-taldeetan gurpil zoro batean biraka gabiltzala.

Halaber, herritarrek sentitzen dute zientziak eta teknologiak denbora bizkortu eta dentsifikatu egin dutela. Une batean lan, jarduera eta harreman gehiago egiteko aukera dugu daitezke. Horrek, ordea, eragiten digu edozer gauza egiteko denbora gutxi dugula pentsatzea.

Bestalde, agerian gelditu da oso zaila dela batzuetan aurreikustea zer ondorio izan ditzaketen berrikuntzek. Oro har, inkestei erantzun zieten he-

Garazi Andonegi
Kultura zientifikoaren Elhuyar Laborategia

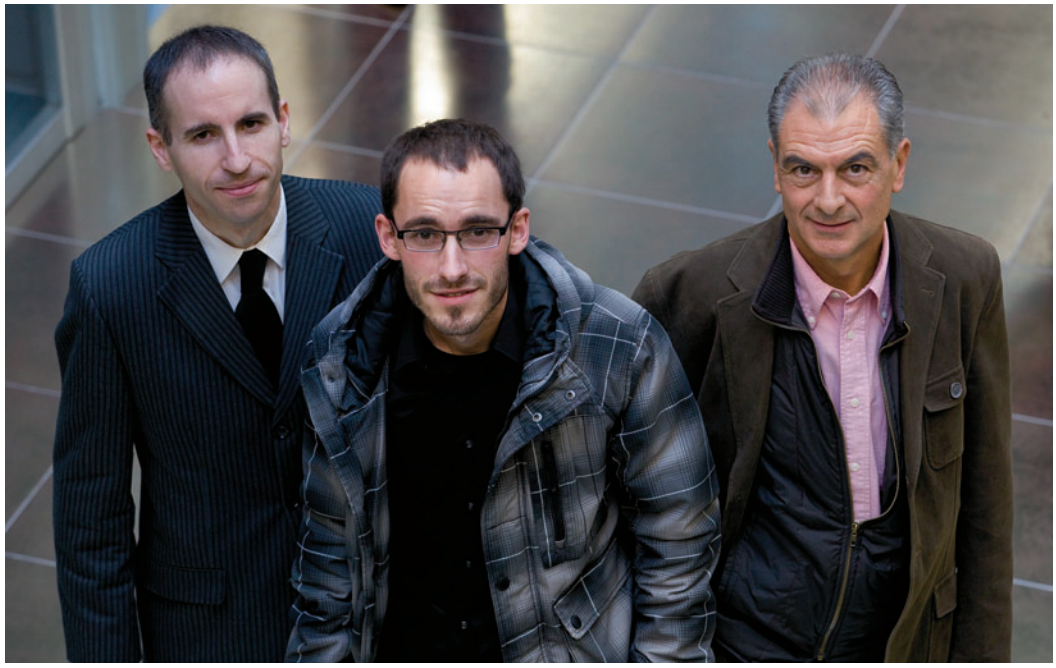
Gizartearen iritzia oinarrian

Euskal Herrian, lehenengo aldiz egin da zientzia eta teknologiaren pertzepzio- eta iritzi-bilketa. Azterketa Elhuyar Laborategia proiektutik abiatu zen; kultura zientifikoak gizartean zer leku betetzen duen jakitea, eztabaidatzea eta komunikatzea helburu duen proiektutik. Lan hori egiteko, Eusko Jaurlaritzaren Prospekzio Soziologikoen Kabinetearekin aritu gara elkarlanean.

Zientziaren komunikazioa Elhuyarren jardun garrantzitsuenetako bat delako urratu dugu bide hau. Azterketa honekin oinarri bat finkatu da, non gauden jakiteko. Izan ere, nekez jakingo dugu zientziaren komunikazioan, zientzia-politiketan, hezkuntzan eta beste hainbat arlotan zer eskaini, abiapuntua ezagutu gabe. Gizartearen iritzia, pertzepzioa eta jakintza biltzea ezinbestekoa da aurrerapausoak zein norabidetan eman jakiteko.

Horrez gain, azterketa honek aukera eskaintzen du hainbat eragilek azken urteotan egin dituzten ekimenek gizartean eraginik izan duten ala ez jakiteko. Izan ere, gaur egun zientziaren eta teknologiaren gizarteratzeari inoiz baino garrantzi handiagoa ematen zaio, eta, horregatik, mintegi, hitzaldi eta kongresu ugari antolatzen dira zientziaren eta teknologiaren inguruan.

Azkenik, azterketatik ateratako datuek bide ematen dute Euskal Herriko gizartea Espainiakoarekin edo Europakoarekin alderatzeko, zientzia eta teknologiaren pertzepzioari dagokionez. Horrek ere lagunduko digu gure neurria non dagoen jakiten.



Ezkerretik eskuinera: Eguzki Urteaga, EHUko soziologia-irakaslea; Andoni Eizagirre, Mondragon Unibertsitateko HUHEZIko irakaslea; eta Iñaki Martínez de Luna, Prospekzio Soziologikoko Kabineteko burua. ARG.: IÑIGO IBÁÑEZ.

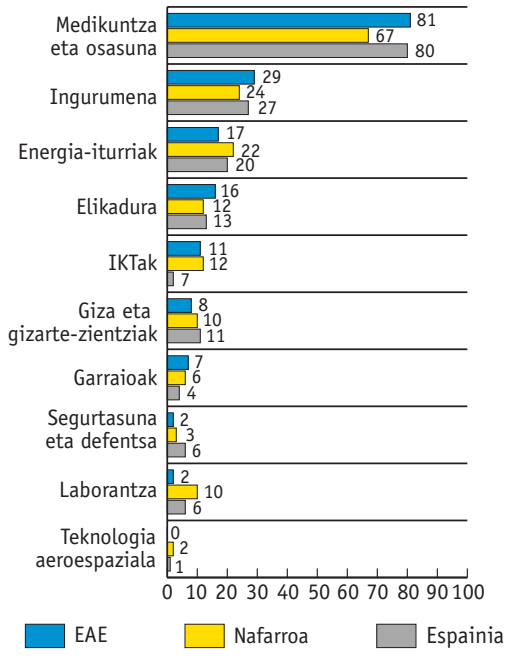
rritarren % 41,5ek uste du zientziak eta teknologiak ekartzen dituzten onurak kalteak baino handiagoak direla. % 37,5ek dio parekatuak direla onurak eta kalteak, eta % 8,5ek, berriz, kalteak handiagoak direla onurak baino. Gainerako % 13k ez zion galderari erantzun, ez zutelako iritzi argirik edo beste arrazoiren batengatik.

IKERTZAILEAK, BESTE LEKU BATZUETAN BAINO OKERRAGO

Zientzian eta teknologian gertatu diren aurrerapauso guztiak zientzialariek egiten dituzte, noski. Mundua ulertzeko nahiak, gauza berriak aurkitzeko gogoak, gizartearen esker ona sentitzeko grinak eta dirua irabazteko nahiak bultzatzen dute, besteak beste, jendea zientzialari bihurtzera eta ikerketan aritzera. Hala uste du publiko orokor gisa sailkatutako jendeak, eta horixe bera aitortu dute unibertsitateko ikasleek eta ikertzaileek.

Hala ere, ikertzaileen lehen uneko bokazioa eta gogoa ahultzen joaten dela uste du jendeak, politikariek ez dietelako ematen zientziari, teknologiari eta berrikuntzari merezi duten garrantzia. Aho batez esaten dute, bai hiritar arruntek, bai ikertzaileek eta adituek, ikerketa zientifikoek gobernuen lehentasuna izan beharko luketela, orain arte bigarren mailako garrantzia eman baitzaie. Izan ere, gure kulturan zokoratuta ikusten dituzte zientzia eta ikerkuntza.

Gainera, aipatzen dute finantziazioak emateko orduan modan dauden gaiek dutela pisurik handiena, berehalakoak agintzen duela, eta ikerketek emango dituzten irabaziei begiratzen dietela. Denek nabarmentzen dute oinarrizko ikerketa gutxietsita dagoela.



Herritarrek lehentasunezkotzat jo dituzten ikerketa-arloak. Ehunekoen batura ez da 100 bi erantzun emateko aukera zegoelako. ITURRIA: ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN GIZARTE PERTZEPZIOAREN 3. INKESTA NAZIONALA. FECYT-CIS.

Horregatik guztiarengatik uste dute nahi izaten dutela ikertzaileek atzerrira joan. Oro har, jotzen da atzerriko herrialdeetan, bereziki Europan eta Estatu Batuetan, diru gehiago inbertitzen dutela zientzia eta teknologian, eta ikerketa-sistema hobeki antolatuta dagoela. Jendearen ustez, Euskal Herrian lan-baldintzak oso kaskarrak dira ikertzaileentzat, eta, ikertzaileek, gainera, emaitzak lortzeko presioa dute.

"Eztabaida-saioak bukatzean, jendea ohartzen zen uste zuen baino gehiago hitz egin zuela, eta uste zuen baino gehiago zekiela"

Adituek beste arazo batzuk gaineratu dituzte zientzia-politikei dagokienez. Batetik, uste dute ez dagoela koordinaziorik baliabideak banatzeko orduan. Haien ustez, azkenaldian zentro teknologikoek baliabide pila bat izan dute, eta unibertsitateek ez. Akats bat dela uste dute hori. Eta, bestetik, salatzen dute diru-iturri asko daudela, eta ikerketa-taldeek indar eta denbora asko galtzen dutela diru-laguntzak eskatzen. Diotenez, laborategietako buruek denbora gehiago ematen dute txostenak eta bestelako lan administratiboak egiten ikerketak egiten eta ikertzaileei aholku ematen baino.

ALDATZEA, EZINBESTEKOA

Egoera hori izanda, zientzia-politiken berregituraketa bat egiteko eskatzen du gizarteak. Aldaketak ongizatea lortzera bideratu beharko lirateke, baita ikerkuntza egonkortzera eta ikertzaileen segurtasuna bermatzera ere. Hala, errentagarriak ez diren eremuak ere aintzat hartu beharko lirateke.

Izan ere, jendeak uste du "zientzia eta teknologian ez inbertitzea dela geroan ez sinestea", eta "belaunaldi berrien etorkizuna baldintzatzea". Hori bai, azpimarratu dute diru publikoa zorroztasunarekin kudeatu behar dela, eta ez dela nolanahi xahutu behar.

Adituetako batek adierazi du Euskal Herriak eraldatzeko gaitasun handia duela, besteak beste herri txikia delako. Eta EAEn baikortasun-puntu bat sumatzen da; herritarrek uste dute badaudela aldaketa-zantzuak. Alegia, erakundeak jabetu direla desafio eta erronka berriez, eta apustuak egiten hasi direla zientzia eta teknologiak ikertzea bultzatzeko. Zehazki, Innobasque eta, bereziki, Ikerbasque, aipatu dituzte aldaketaren erakusle gisa.

Nafarroan eta Iparraldean, berriz, zaharrak berri dituzte. Ipar Euskal Herrian, are gehiago, administrazio mailako aldaketak ikusten dituzte ezinbestekotzat zientziak eta teknologiak aurrera egin dezaten. Hain zuzen, funtsezkotzat jotzen dute Ipar Euskal Herrian unibertsitateren bat egotea.

Nabarmentzekoa da horiek guztiak esan aurretik jendeak aitortu zuela ez zeukala jakintza nahikorik: kaleko jendeak adierazi zuen jakintza eskasa zuela zientzia- eta teknologia-gaietan, eta zientzia-politikei dagokienez, ezagutza falta hori herritar arruntek nahiz ikertzaile eta ikasleek aitortu zuten. Halaber, inkestetan, po-

Zenbatekoa da zure ezagutza zientifikoa?

Zientzia eta teknologiaren gizartepertzepzioa aztertzeko lanetan, ohikoa da hamar galderako test bat egitea populazioaren ezagutza zientifiko-teknologikoa neurtzeko. Hona hemen galdera horiek, eta, parentesi artean, Hego Euskal Herrian erantzun zuzena eman zutenen ehunekoa.

- Lurraren erdigunea oso bero dago (% 86)
- Kontinenteak milioika urtean mugitu izan dira, eta horrela jarraituko dute (% 85)
- Gizakiak lehenagoko animalia-espezieetatik gatoz (% 80,5)
- Airean arnasten dugun oxigenoa landareetatik dator (% 76)
- Eguzkia Lurraren inguruan biratzen da (% 61,5)
- Lehenengo gizakiak dinosauroekin batera bizi izan ziren (% 58)
- Elektroiak atomoak baino txikiagoak dira (% 50)
- Laser izpiek soinu-uhinen kontzentrazioaren bidez funtzionatzen dute (% 38)
- Erradioaktibitate guztia gizakiak artifizialki sortua da (% 41)
- Antibiotikoek birus nahiz bakterioek sortutako gaixotasunak sendatzen dituzte (% 26).

Medikuena da gizarteak gehien baloratzen duen lanbidea, eta medikuntza dago lehenengo postuan lehentasunezko ikerketa-arloen zerrendan.
ARG.: NAFARROAKO UNIBERTSITATEA KLINIKA.

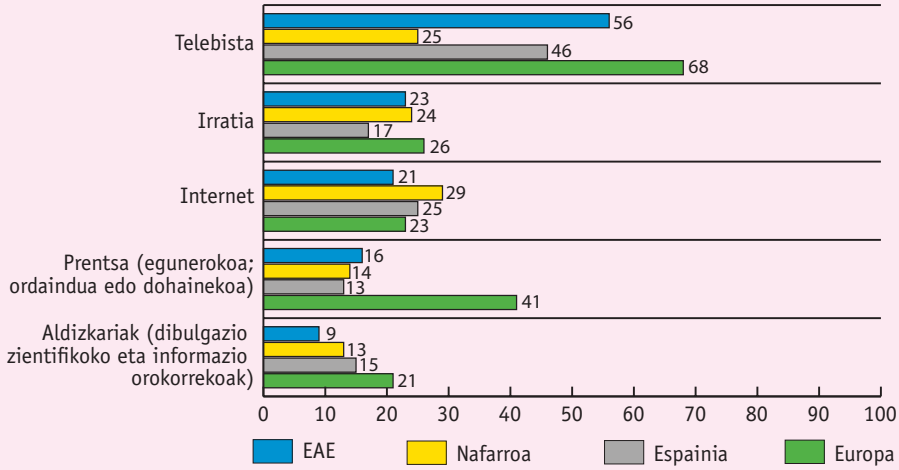
Garrantzitsua bai, baina ez da jendearen interesekoa

Herritarrek ez dute aparteko interesik zientzia eta teknologiari buruzko gaiekin, beren eguneroko bizitzan baliagarriak ez zaizkien gaiekin, behintzat. Hau da, beren bizitzan eragin zuzena duten neurrian sentitzen dute herritarrek zientzia eta teknologiarekiko interesa. Hala, zientzia eta teknologiaren hiru arlo nabarmentzen dituzte intereseko gisa: informazioaren eta komunikazioaren teknologiak, direla Ipodak, Mp3ak, informatika, Internet eta abar; ingurumena, energia berriztagarriak eta garapen jasangarria; eta osasuna eta medikuntza.

Herritarrek ez dute gainerako ikerketa-ildoen garrantzia ukatzen, baina adierazten dute ez dutela haien interesa pizten. Hala ere, zientzialariekiko itxaropena, baikortasuna eta konfiantza adierazten dute.

Baina jendeak ez du ahaleginik egiten jakintza eskuratzeko eta zientzia eta teknologiara hurbiltzeko. Gai zailak eta astunak direla aipatzen dute askok. Kulturalki ere, jendeak ez du ikusten zientziaren gaineko interes eta konpromiso soziala sustatzeko asmorik dagoenik. Hala ere, komunikabideek, edo erakundeek, indar berezia egiten dutenean gai edo alor jakin bat jende artean dibulgatzeko eta eskuragarri jartzeko, jendeak gogo onez hartzen du.

Jendearen ikuspuntuari koherentzia falta zaiola irudi dezake hori irakurrita, eta, nolabait, kontraesana dela gai bat garrantzitsua dela pentsatzea, eta, aldi berean, horrekiko interesik ez agertzea. Bada, Eguzki Urteaga soziologoarentzat kontraesan hori ez da, inolaz ere, harrigarria: "gizakiok kontraesanez beteta gaude. Jendeak hainbat interesgune ditu, hainbat zaletasun, hainbat joera, eta horiek guztiak nahastean sortzen dira kontraesanak. Onartu beharreko zerbait da".



Herritarrek hedabideetan duten konfiantza, zientzia eta teknologiari buruz informazioa emateari dagokionez. Ehunekoen batura ez da 100, bi erantzun emateko aukera zegoelako. ITURRIA: ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN GIZARTE PERTZEPZIOAREN 3. INKESTA NAZIONALA. FECYT-CIS.

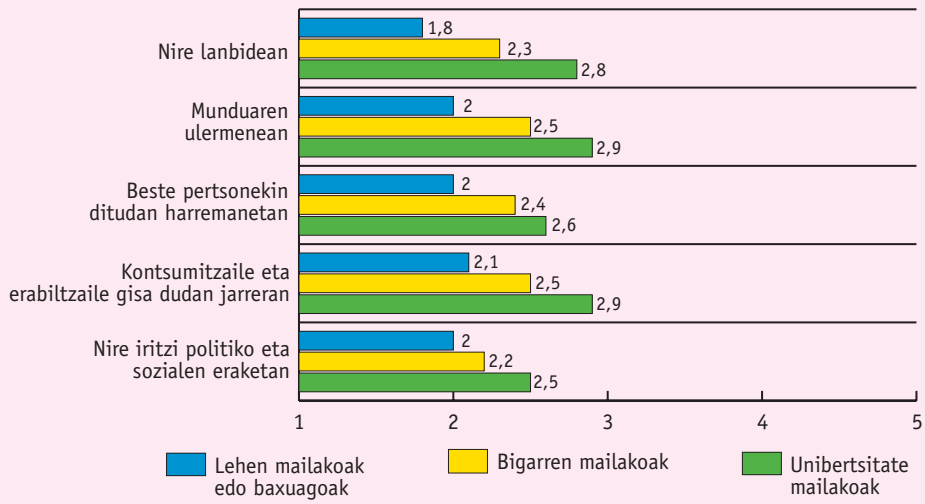
Bestalde, jendeak ez du sumatzen zientzialariek ere inolako asmo eta kezkarik dutenik herritarrengana hurbiltzeko. Azterketan adituen taldea osatu duten ikertzaileen ustez, egoera horrelakoa da, besteak beste, goi-mailako ikertzaileak lanez gainezka egoten direlako, eta ez dutelako denborarik izaten elkarrizketak eta hitzaldiak emateko.

Hala ere, azpimarratu dute zientzialari guztiek ez dakitela behar bezala komunikatzen jakintza. Esaten dute oso desberdina dela zientzialarientzat ikerketa-arlo bateko adituei aurkeztea teoriak, kontzeptuak eta emaitzak, edo hori bera edozeinek ulertzeko moduan azaltzea, hau da, modu sinple eta erakargarrian kontatzea.

Zientzia dibulgatzeko zailtasun hori komunikabideetara hedatzen dute adituek. Esaten dute oso kazetari gutxi direla zientzian eta teknologian adituak aldizkari berezituetatik kanpo. Egoera hori izanda, gainera, adituek nabarmentzen dute kazetariek ez dutela ahalegin berezirik egiten aldez aurretik informazioa biltzeko haiekin biltzen direnean.

Horrekin lotuta, zientzia- eta teknologia-gaietako ikasle eta ikertzaileek nabarmentzen dute beren ikerketa-arloei buruz argitaratzen diren informazioak gezurrezkoak edo interesik gabeak direla hainbatetan. Hortaz, gainerako alorrak ongi menperatu ez arren, antzekoa gertatuko delakoan daude.

Hedabideei buruz, herritarrek uste dute sentsazionalismoari ematen zaiola garrantzi gehien, eta izenburuak besterik ez duela inporta. Hala, jendeak salatzen du lortu gabeko emaitzak aurreratzen dituztela, arriskuak eta ziurgabetasunak bigarren maila batean utzita, edo, alderantziz, alarmismoa eragiten dutela informazioa entzutetsu egiteko.



Herritarrek duten jakintza teknozientifikoaren baliagarritasuna, 1etik 5erako eskalan, ikasketa-mailaren arabera. ITURRIA: ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN GIZARTE PERTZEPZIOAREN 3. INKESTA NAZIONALA. FECYT-CIS.

pulazioaren % 52k adierazi du zientzia- eta teknologia-gaietan duen ezagutza oso txikia edo txikia dela.

Eta, ondoren, hamaika adibide, balorazio eta kritika eman zituzten. “Eztabaida-saioak bukatzean, jendea ohartzen zen uste zuen baino gehiago hitz egin zuela, eta uste zuen baino gehiago zekiela” adierazi du Urteagak, EHUko soziologiako irakasleak. “Alde horretatik, balorazio pertsonalak positiboak izan ziren”.

Azken finean, “jendeak gero eta ikasketa-maila handiagoa du, eta gero eta gehiago irakurtzen du” eman du arrazoi gisa Urteagak. Han eta hemen irakurtzen eta entzuten ditu jendeak zientzia eta teknologiaren inguruko gaiak, eta, “pixkanaka, ezagutza pilatzen joaten da” dio.

BANAKETA ADMINISTRATIBOA AGERIAN

Jendeak adierazi du telebistaren bitartez jasotzen duela, hein handienean, zientzia eta teknologiarekin lotutako informazioa. Eta, alde horretatik, nabarmen desberdinak dira Hego Euskal Herrian eta Ipar Euskal Herrian zientziari eta teknologiari buruzko saioak ikusteko aukerak.

Ipar Euskal Herriko eztabaida-taldeetan hainbat telebista- eta irrati-kanal aipatu dituzte maila oneko eta kalitateko edukiak ematen dituztenen artean, hala nola France 5 eta Arte telebista-kateak, eta France Inter eta France Culture irratiak. Hego Euskal Herrian, berriz, telebista-saio jakin batzuk baino ez dituzte aipatu, hala nola *Teknopolis*. Eta, aipatu bai, jendeak aipatu du programa ezagutzen duela, baina ez du gehiegi ikusten.

Horregatik, aurrera begira, Urteagak uste du interesgarria izango litzatekeela lurraldeak bereiz aztertzea. “Banakoek zientziari eta teknologiari buruz duten iritzia oso lotuta dago beren instituzioekin, hezkuntza-sistemarekin, komunikabideekin eta abarrekin”.

Interesgarria da errealitatea agerian uztea, eta zientziak eta teknologiak gizartean duten presentzia ezagutzea. “Egindako lanak, ordea, ez luke balio beharko ezagutza handitzeko bakarrik” dio Urteagak. “Helburuak izan beharko luke diagnosi hori erabiltzea politika publikoak egokitzeko, eta zein norabide hartu behar den erabakitzen laguntzeko”.

Bestela, Eizagirrek uste du arriskua dagoela “denboraren ibilian zientziari buruzko pertzepzio baikorra lausotzen joateko. Orain, herritarrek ondo bereizten dituzte zientzia eta zientzialariak eta haien “testuinguru” soziala, baina ikusteko dago denboraren ibilian zer bilakaera izango duen horrek”. ●

RISAGER / © ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

Sir Harold Kroto:

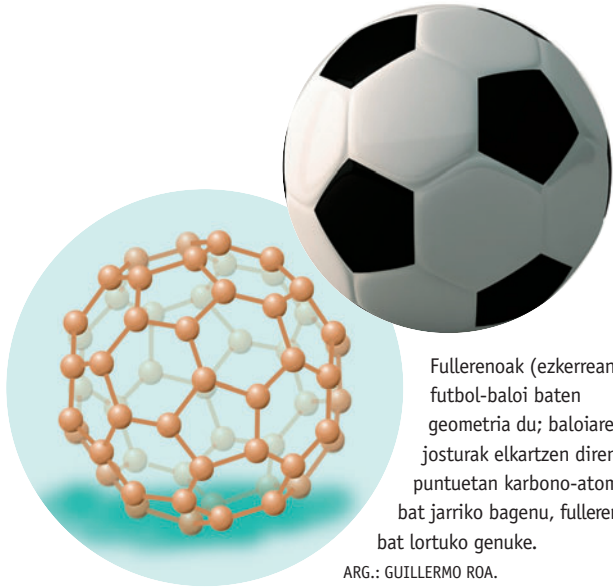
1996ko Kimikako Nobel sariduna

ARGAZKIAK: JON URBE/ARGAZKI PRESS

Guillermo Roa Zubia
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

“C_{60} molekularentzat aplikazio humanitarioak aurkitzea espero dugu laster”

Kimikako Nobel saria eman zioten 1996an, kaiola-itxurako molekula bat aurkitzeagatik: fullerenoa. Richard Buckminster Fuller arkitektoaren omenez jarri zion izena Krotok 60 karbono-atomoz osatutako molekula hari. Kimikarien artean iraultza ekarri zuen fullerenoaren aurkikuntzak, eta beste molekula garrantzitsu batzuk aurkitzeko bidea ireki zuen. Harold Kroto Donostian izan zen irailaren bukaeran, nanoteknologiari buruzko ATOM BY ATOM kongresuan; eta harekin egoteko aukera izan genuen.



Fullerenoak (ezkerrean) futbol-baloi baten geometria du; baloiaren josturak elkartzen diren puntuetan karbono-atomo bat jarriko bagenu, fullereno bat lortuko genuke.
ARG.: GUILLERMO ROA.

1996an Nobel saria eman zizuten fullerenoa aurkitzeagatik. Zergatik merezi zuen aurkikuntza hark Nobel saria?
Ez nuen nik hartu erabaki hori. Fullerenoak ez du aplikazio askorik gaur egun, baina oso baliagarria dirudi eguzki-panelak egiteko. Seguru asko, silizioa ordezkatzeko balioko du. Siliziozko eguzki-panelak oso garestiak dira, eta C_{60} fullerenoa oso ona da elektrizitatea sortzeko. Gutxi gorabehera, bost aldiz handitzen du ekoizpena, elektroientzat oso tranpa eraginkorra baita. Eguzkiaren energia elektrizitate bihurtzeko, fotoi batez banatu behar dira karga positibo bat eta karga negatibo bat. Hain zuzen, C_{60} molekulak karga negatiboa harrapatzeko balio du.

Dena dela, aurkikuntzaren ikuspuntu nagusiak badu zerikusia autoantolatzen diren atomoekin. Behetik gorako antolamendua zen, oso eskala txikian, eta oso atomo-kopuru txikiekin. Hasieran ez genion eman duen garrantzia (eta ematekoa zen), baina C_{60}aren egitura berez sortzen da. Gaur egun begi-bistakoa da, baina garai hartan ez zen.

60 zenbakia berezia da. Futbol-baloi batek 12 pentagono ditu, eta 5 bider 12 eragiketaren emaitza 60 da. Zenbaki magikoa da futbol-baloiaren itxurako konfigurazio batean. Itxura horrek 60 posizio ditu josturetako elkarguneetan. C_{60} molekularen kasuan, atomo bat dago intersekzio horietako bakoitzean. Orain ulertzen dugu hori, begi-bistakoa da; baina, batzuetan, begi-bistako kontuak ikustea zaila da, baita azkarrak direnentzat ere.

Nola gogoratzen duzu aurkikuntzaren unea?
Oso konplikatua da. Une hartan beste neurketa batzuk egiten ari ginen. Esperimentua garrantzitsua zen niretzat, nire lankideentzat baino garrantzitsuagoa. Izar karbonodun bat aztertzen ari ginen; interesgarriagoa zen izarretako karbonoa karbonoaren kimika baino.

"60a zenbakia berezia da. Futbol-baloi batek 12 pentagono ditu, eta 5 bider 12 eragiketaren emaitza 60 da. Zenbaki magikoa da futbol-baloiaren itxurako konfigurazio batean."

Karbono guztia, gure gorputza osatzen duen karbonoa barne, izarren barruan sortzen da. Horrelako izar batzuk lehertu ziren, espazioan zehar barreiatu zituzten gure karbono-atomoak eta hemen, Lurrean, amaitu zuten. Beraz, zorte ona dugu hemen egoteagatik. Gure atomoak oraindik ere espazioan egon zitezkeen; jende asko dago oraindik espazioan.

Esperimentua egin genuen, eta uste bezala funtzionatu zuen, xehetasun batengatik izan ezik. Seinale bat azaldu zen; hirurogei karbono-atomo elkarrekin zeudela adierazten zigun. Hasieran cluster bat zela uste genuen, baina gero konturatu ginen molekula bat zela, hau da, zehatz-mehatz deskribatu daitekeen atomoen konfigurazio bat. Molekula horrek izan zezakeen egituraren bila ari ginela, Buckminster Fuller arkitektoak egindako kupulekin gogoratu ginen, eta ohartu ginen aztarna egokia zela. Ordurako ikertzaile batzuek proposatu zuten molekula hori egin zitekeela, baina ez zuten susmatzen molekula hori berez mihiztatzeko gai zenik. Hori ulertu genuenean, egun batean idatzi genuen artikulua. Hamar egun besterik ez genuen behar izan artikulua bidaltzeko.

> *"Datorren urtean aurkikuntzaren 25. urteurrena izango da. Eta, oraindik ere, kimikari asko ari dira molekularekin lanean. Baina oraingoz ez dugu aplikazio zuzenik.*

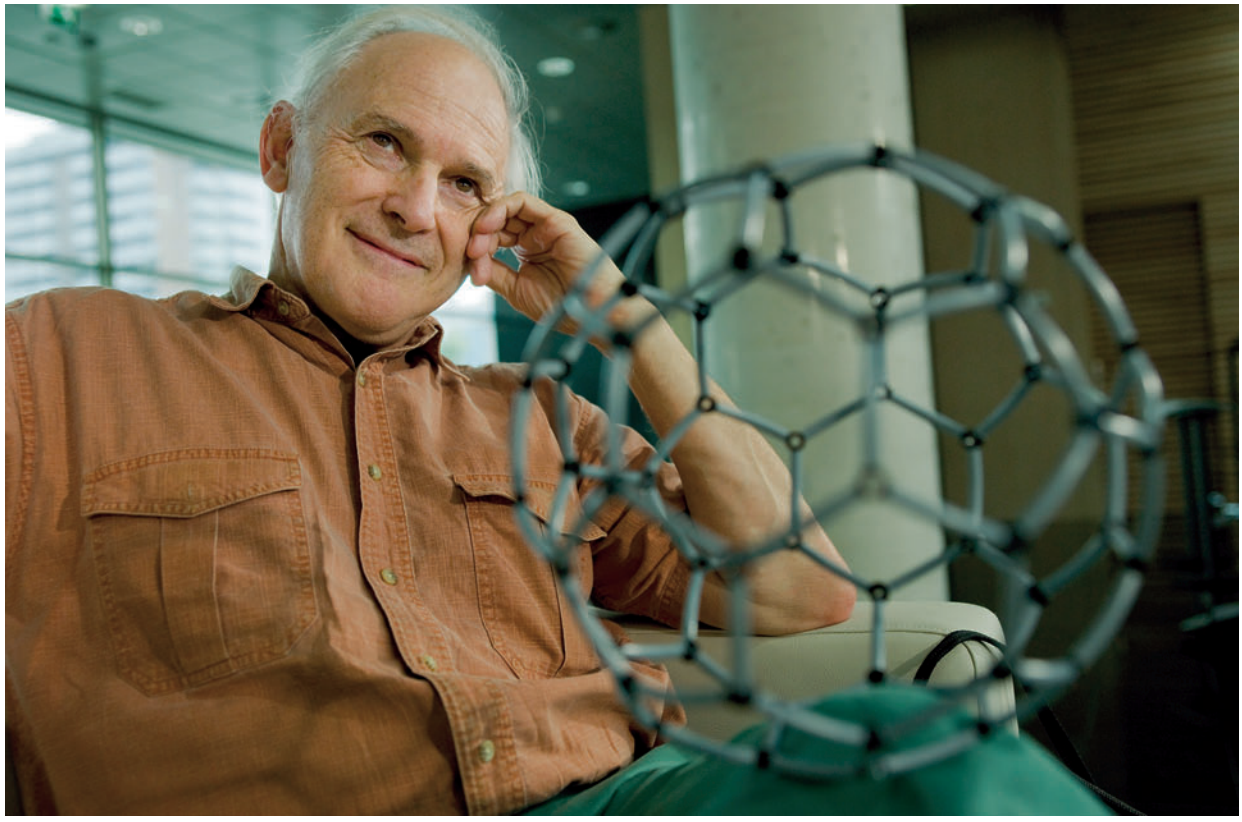
Nolako harrera izan zuen aurkikuntzak?

Batzuek ez zuten sinetsi, kimikari batzuek batez ere. Sei artikulutan esan zuten oker ginela. Baina, gero, beste batzuek interesa azaldu zuten. Kimikari teorikoentzat oso interesgarria zen, molekula horrekin lan egin zezaketelako. Eta, hortik aurrera, molekula-mota horretako esparrua bihurtu zen interesgarri. Bost urte behar izan ziren fullerenoa egitura zuzena dela frogatu ahal izateko. Eta 1990etik aurrera dena azkartu egin zen. Gainera, fullerenoaren aurkikuntzak nanohodien aurkikuntzara eraman zuen. Oso egitura interesgarriak dira, eroale onak baitira.

Fullerenoaren barruan atomoak sartzeko ideia sortu zen.

Ideia interesgarria da, atomo horiek fisikoki daudelako barruan harrapatuta. Agian, etorkizunean atomo erradioaktiboak sar litezke barruan, fisikoki harrapatuta, kimikoki harrapatuta egon ordez; alde handia dago batetik bestera. Horrela, markatzaileak gehitu litezke fullerenoaren kanpoaldean toki jakin batera bideratu ahal izateko; atomo erradioaktiboak toki hartan erradiatu dezala, minbizi-zelula batean, adibidez.

Ideia bat da, baina oraindik ez da garatu. Datorren urtean aurkikuntzaren 25. urteurrena izango da. Ia ezin dut sinetsi, baina hala da. Eta, oraindik ere, kimikari asko ari dira molekularekin lanean. Baina oraingoz ez dugu aplikazio zuzenik. Laserraren kasuan, 25-30 urte pasatu ziren aplikazio bat izan zuten arte. Horregatik,



laster C_{60} molekularentzat aplikazio humanitarioak aurkitzea espero dugu.

Lortuko al dugu inoiz atomoak elkarrekin antolatzea laguntzarik gabe objektuak egiteko?

Dagoeneko ikusi dugu posible dela, geure buruari begiratuta adibidez. Nanoteknologia behetik gora eraikitzen den sistema bat bada, atomoz atomo eta molekulaz molekula; gizakia nanoteknologia da, atomoz atomo eta molekulaz molekula sortu baikara. DNAren aginduen arabera egiten da; biziak egin du milioika urtean. Beraz, argi dago egin daitekeela. Baina guk horrelako zerbait egin ahal izateko, luze joko digu. Posible da, baina ikusi beharko dugu zer abiaduratan gainditzen ditugun sortzen diren arazoak.

Zergatik hartu dute hainbesteko garrantzia azken urte hauetan nano mailako gauzek?

Betidanik izan dute; kimika bera nanozientzia da. Nik uste dut jendea ez dela guztiz jabetzen kimikariek maila nanoskopikoa duten objektuekin lan egiten dutela. Edaten dugun alkohola bera, adibidez, molekula nanoskopiko bat da; ura ere bai. Beraz, kimika nanozientzia da. Agian, perspektiba aldatu da, orain arte goitik beherako sortze-prozesuak erabili ditugulako, zuhaitz batetik aulki bat egiten dugun bezala. Orain galdera da ea sor ditzakegun objektuak kontrolpean, egitura egokiak izan ditzaten nahi ditugun aplikazioetarako. Nolabait esateko, kontrolatu dezakegu zuhaitz baten hazkuntza aulki bat sor dezan? Nire ustez, etorkizunean egin ahal izango dugu.

Hori da nanoteknologia, azken batean.

Nik uste dut nanoteknologia XXI. mendeko kimika besterik ez dela. Materia kondentsatuaren fisikaren eremuan sartzen den kimika da; eta materialen zientziaren ingeniaritzaren eremuan eta biologia molekularrarenean. Oso esparru zabala bilakatu da.

Arriskurik ba al du?

Zaila da esateko. Ehun urte atzera joango bagina, 1909ra, eta kimikaren etorkizunari buruzko erabakiak hartu behar dituen batzar bat topatuko bagenu, jende horrek oso gutxi jakingo luke kimikari buruz. Askoz gehiago dakigu guk orain. Baina oso azkarrak balira,

"Erroreak egin ditugu kimikan, baina asmatu ditugunak gehiago dira erroreak baino. Etorkizunak medikuntzako aurrerapen harrigarriak ekar litzake."

agian, konturatuko lirateke arrisku batzuk badituela kimikak. Istripu larri batzuk izan dira; 1984ko abenduan Indiako Bhopal hirian izan zen isurketa, adibidez, saihesteko moduko industria-istripu handi bat izan zen. Eta errore batzuen ondorioa izan zen.

Horrelako istripuak iragarri ondoren batzarrak erabakiko balu kimikarik ez dutela egingo, gaur egungo mundu modernoa ez zen existituko. Inguruan ditugun material asko ez lirateke egongo, gure arropak ere ez, ezta ordenagailuak ere, eta beste gauza asko ere ez.

Erroreak egin ditugu, baina asmatu ditugunak gehiago dira erroreak baino. Ez dezagun dena geratu horregatik, ikertzen jarraituz gero etorkizunak medikuntzako aurrerapen harrigarriak ekar litzakeelako, esate baterako.

Abenduko
hotzetan...
euskal herriko kultur eta gizarte hilabetekaria
nabarra
www.nabarra.com
Nabarrak bero-bero
jarriko zaitu!
Durangoko azokan topatuko gaituzu · nabarra@nabarreria.com

Ordulariaren orratzen norabidean, goitik eta erditik hasita: praseodimioa, zerioa, lantanoa, neodimioa, samarioa eta gadolinioa.
ARG.: PEGGY GREB/USDA.

METAL ARRAROAK agortzeko bidean?

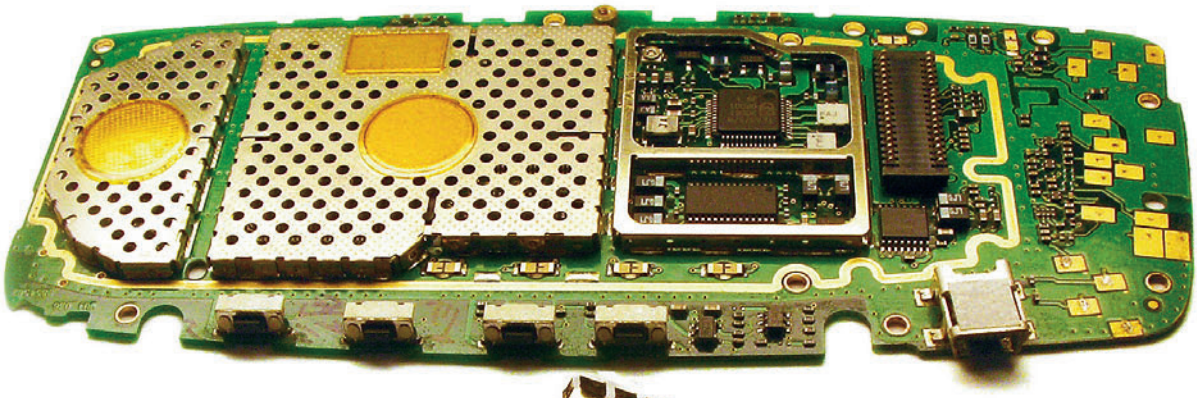
Ana Galarraga Aiestaran
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

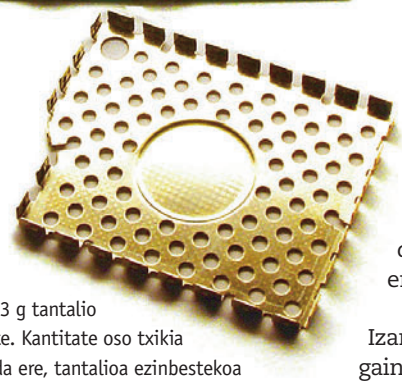
Burdinaren, berunaren edo urrearen aldean, arraroak dira itrioa, niobioa edo disprosioa. Metal edo lur arraroak dira, hain zuzen. Eta ez dira arraroak izen bitxiak dituztelako, ezta oso urriak direlako ere; izatekotan, komertzialki erauzteko zailak izateak egiten ditu arraro. Erabileraren aldetik, berriz, gero eta ohikoagoak dira, gero eta aplikazio gehiago baitituzte. Eta horrek bai, horrek gero eta preziatuagoak izatea ekarri die, arraroagoak. Eskasiak eragin ditzakeen arazoengatik kezka piztu da nazioarteko merkatuan.

Auto elektrikoek eta hibridoek, plasmazko telebista-pantailek, katalizatzaileek, LCD-panelek, ordenagailuen hardwareek, kargatzeko pilek, erresonantzia magnetikoko aparatuek, aerosorgailuen turbinek... denek dituzte metal edo lur arraroak osagaien artean. Are gehiago, lur arraroak produktu horien ezinbesteko osagaiak dira.

Ohiko produktuen ohiko osagaiak dira, beraz, eta gero eta gehiago erabiltzen dira industrian. Hain zuzen, iaz 126.682 tona metal arraro kontsumitu ziren munduan, eta aurten 113.610 tona izatea espero dute. 2014rako, berriz, kopurua 175.618koa izango dela aurreikusten du merkatu-azterketak egiten dituen BCC Research enpresak.

Lurrazalean duten kontzentrazioa aintzat hartuta ere, ez dira oso arraroak. Ugariena zerioa





0,03 g tantalio dute. Kantitate oso txikia bada ere, tantalioa ezinbestekoa izan da mugikorren garapenean. ARG.: PETTERI AIMONEN.

da, 60 ppm-ko kontzentrazioarekin, eta urrienak, berriz, tulioa eta lutezioa, 0,5 ppm ingurukin. Hau da, zilarra baino kontzentrazio handiagoan daude lurrazalean, eta lau ugarienak (itrioa lantanoa, zerioa eta neodimioa), beruna baino handiagoan. Denak batuta, metal ez-burdinazkoen laurdena izatera iristen dira.

Alabaina, oso zaila da metal arraroak komertzialki erauzteko leku aproposak topatzea. Metal arraro gehien dituzten mineralak bastnasita, monazita, loparita eta xenotima dira, eta horiek oso sakabanatuta daude lurrazalean.

1980ko hamarkadara arte, Estatu Batuetako Mountain Pass izeneko meategia zen lur arraroen iturri nagusia. Handik erauzitako bastnasitak % 50 zerio du, % 34 lantano, % 11 neodimio eta % 4 praseodimio, eta samario, gadolinio eta europio pixka bat ere badu.

Garai hartan, baina, bastnasita-mea izugarri handi bat topatu zuten Txinan, Bayan Obon —36 milioi tona mineral dituela kalkulatzen dute—. Geroztik, Bayan Oboko meategia munduko metal arraroen iturri nagusia bihurtu da. Horrez gain, Txinan badira lur arraroen ioiak absorbatuta dituzten buztinak; azalean daude, eta, beraz, erauzketa erraza eta errentagarria da. Hala, Txinak merkatuaren kontrola eskuratu du: iaz merkaturatutako metal arraroen % 95ek baino gehiagok jatorri txinatarra zuen.

MERKATUAREN LEGEA

Meatzaritzan ez ezik, mineralak prozesatzen eta metal arraroak erauzten eta bereizten ere Txinako enpresak dira nagusi. Hala, gaur egun, 35.000 pertsona inguru ari da lanean metal arraroen produkzioan Txinan, eta 15.000 lizentziatu, berriz, metal horiekin egindako produktu berrietan.

Txinaren atzetik, Estatu Batuak dira metal arraroen ekoizle nagusiak. Minerala Txinan erosten dute, kontzentratuta, eta handik erauzten dituzte metal arraroak, gero behar dituzten aleazioak ekoizteko. Metal arraroen merkatuan nolabaiteko garrantzia duten beste herrialde batzuk Australia, Frantzia, Japonia eta Kanada dira. Edozein modutara, ezin dira inolaz ere Txinarekin parekatu.

Izan ere, metal arraroen hornitzaile izateaz gain, erabiltzaile ere bada Txina: munduan erabilitako % 60 bertan kontsumitu zen. Japonian eta Asiaren hego-ekialdean % 24 kontsumitu zuten, eta Estatu Batuetan, berriz, % 10 inguru.

Txinaren erabateko nagusitasunak urduritasuna sortzen du aditu eta interesdun askorengan. 2007tik 2008ra metal arraroen prezioa % 20-40 igo zen, batez ere eskaintza areagotu zelako eta Txinak hornikuntza mugatu zuelako. Esate baterako, NiMH baterietan erabiltzen den lantano-oxidoaren prezioa % 15 igo zen, eta tona bat 5.000 dolar kostatzera iritsi zen 2008ko hasieran. Gainera, auto hibridoentzako baterien eskaera handitu ahala igotzen jarraituko duela aurreikusten dute.

ETORKIZUNEAN, OINARRIZKOAK

Hain zuzen ere, metal hibridoen industria metal hibridoei esker garatu da. Izatez, berotegi-efektua eragiten duten gasak gutxitu beharrak bultzatu du auto hibridoak garatzea, baina garapen hori ez litzateke posible izango osagai aproposik gabe. Auto hibrido batek 15 bat kilo metal arraro bakarrik baditu ere, ezinbestekoak dira NiMH baterietan, motor elektrikoetan, galgatze-sistema birsortzaileetan eta katalizatzaileetan.

Antzekoa gertatzen da produktu elektronikoetan eta ikus-entzunezkoetan, telekomunikazioan eta informatika-tresnetan. Ordenagailuen teknologia, esaterako, metal arraroen imanetan oinarrituta dago. Disko gogorretan, DVDetan eta CD-ROMetan erabiltzen dira, eta, haiei esker, gero eta leku txikiagoan gero eta informazio gehiago gordetzeko aukera dago.

Metal arraroak taula periodikoan

Metal edo lur arraroak taula periodikoaren leku arraroan daude: ez daude taulan bertan, haren behean baizik, bereizita. Lantanidoak lerro batean daude, eta, bestean, aktinidoak. Horiez gain, metal arrarotzat hartzen dira lantanoa eta aktinioa, eta baita eskandioa eta itrioa ere.

Metal arraroak sarritan nahasita agertzen dira mineraletan, oxidatuta, eta, fisikoki ezberdinak diren arren, antzeko ezaugarriak dituzte. Esate baterako, haien oxidazio-egoera arruntena tribalentea da, eta eroankortasun elektriko handia dute. Bestalde, lur arraroen ezaugarri optikoak eta aleazioen ezaugarri magnetikoak oso interesgarriak dira industriarentzat.

Estatu Batuetako Geologia Sailak ere garrantzi handia ematen die lur arraroei. Urtero egiten du mineralei buruzko txosten bat, eta, aipatutakoez gain, metal arraroen aplikazioek hazkundea izango duten beste arlo batzuk ere azaltzen dira azkeneko txostenean. Hain zuzen, zuntz optikoa eta medikuntza-aplikazioak azaltzen dira; zehazki, "odontologia- eta kirurgia-laserrak, erresonantzia magnetikoko aparatuak, kontraste-agenteak eta medikuntzako isotopoak". Energia nuklearra garatzen jarraitzeko ere baliagarriak izango dira metal arraroak, txostena egiten dutenen iritziz.

Lur arraroak eskuratzeko lehian gerta daitekeenaren adibide ilunena Kongoko Errepublika Demokratikoko gerra da.

Horrez gain, garatze-bidean dauden herrialdeak industrializatu ahala, eskaria handitu egingo dela aurreikusten du Estatu Batuetako Geologia Sailak. Oraingoz, Txinak merkaturatzen duen kantitatea nahikoa da eskaria asetzeko, ekoizten denaren % 50-75 kontsumitzen baita gaur egun, Nauvov fisikariak *Russian Journal of Non-Ferrous Metals* aldizkarian argitaratutako artikuluaren arabera (Review of the World Market Of Rare-Earth Metals).

Dena den, etorkizunean metal arraroen hornidurarekin arazorik ez dutela izango bermatzeko, Estatu Batuetako, Australiako, Frantziako, Kanadako, Japoniako eta Errusiako enpresak itunak egiten ari dira konpainia txinatarrekin. Gainera, meategi berriak topatzeko ahaleginak egiten ari dira hainbat lekutan, hala nola Indian eta Kanadan.

Lur arraroak eskuratzeko lehian gerta daitekeenaren adibide ilunena Kongoko Errepublika Demokratikoko gerra da. Hain zuzen ere, herrialde hori koltan izeneko mineralaren ekoizle garrantzitsuena da. Koltanetik tantalioa erauzten da, eta tantalioa, berriz, gakoa da mugikorretan eta beste tresna elektroniko askotan, kondentsadore elektrolitikoen ezinbesteko osagaia baita. Hala, Nazio Batuen Erakundeak berak lotura zuzena egiten du herrialde horretan dagoen gerraren eta koltan-meategiak kontrolatzeko nahiaren artean.

Ezkorrenek etorkizun gogorra iragartzen duten bitartean, hainbat adituk eta merkatu-analistek berrikuntzan inbertitzea aholkatzen dute, metal arraroen eskasiak ekar ditzakeen arazoei aurrea hartzeko. Bi bide proposatzen dituzte; batetik, elementu horiek birziklatzea errentagarria izateko modua ikertzea, eta, bestetik, metal arraroen ordezkoak bilatzea, haiek baino ugariagoak eta lurrazalean hobeto banatuak. ●

Toyotaren Prius da gehien saltzen den auto hibridoa. 2010etik aurrera, urtero milioi bat saltzea espero du konpainiak, eta horrek metal arraroen kontsumoa handitzea ekarriko du. Izan ere, motor elektriko bakoitzak kilo bat neodimio du, eta bateriak 10-15 kilo lantano, modeloaren arabera. ARG.: TOYOTA.

Lotura zuzena dago Kongoko Errepublika Demokratikoko gerraren eta koltan-meategiak kontrolatzeko nahiaren artean, Nazio Batuen Erakundeak berak aitortzen duenez. ARG.: UN PHOTO/MARIE FRECHON.

Bi batera,
sarea eta papera

.info

aukera ezazu bizi euskaraz

ENEKO IMAZ

Nirea niretzat eta gurea naturarentzat?

Oihane Lakar Iraizoz
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Oso zabalduta dago lursailak egur-ekoizpenera bideratzen dituzten jabeek naturaren kontserbazioaren alde ezer gutxi egiten dutelako ideia. Izan ere, askok eta askok basogintza intentsiboa egiten dute beren lurretan, ahalik eta etekin ekonomiko handiena ateratzeko. Eta basogintza intentsiboak mesede eskasa egiten dio naturaren kontserbazioari. Ideia hori indartzen duen hamaika adibide dago, baina baita kontrakoa adierazten duenik ere.

Naturaren kontserbazioaren azken helburuak dira habitat naturalak leheneratzea eta mehatxatuta dauden espezieak berreskuratzea. Oro har, horren aldeko ekimenak ez ditugu jabe pribatuekin lotzen, erakunde publikoekin baizik. Izan ere, gure gizartean naturaren kontserbazioa naturgune babestuetan egiten da batik bat, eta naturgune babestuak kudeatzeaz administrazio publikoa arduratzen da: Parke Naturalak, Natura 2000 Sarea, babes bereziko eremuak...

Horrek, hala ere, ez du esan nahi naturaren kontserbazioaren eta jabego pribatuaren artean inongo loturarik ez dagoenik. Esate baterako, Gipuzkoako Natura 2000 Sarean dauden Garrantzi Komunitarioko Lekuen % 40 pribatuak dira.

“Naturaren eta bioaniztasunaren ikuspuntutik duen balioari begiratu behar zaio lursail jakin bat babestu beharreko naturgune izendatzeko, eta ez lursail horrek jabego publikoa ala pribatua duen”, dio Iñaki Azkaratek, Errenteriako udaleko ingurumen-teknikariak. Eta bete beharreko arauak ere berberak dira babestutako lursail bat publikoa edo pribatua izan.

Eserita, Dorotea Fernandez eta Pedro Ziga, Bertiz Jaurerriko azkeneko jabe partikularrak.
ARG.: BERTIZ JAURERRIA PARKE NATURALEKO ARGAZKI-FUNTSA. NAFARROAKO GOBERNUA.

Bertizko basoa Euskal Herrian egoera ekologiko onenean dagoen baso handienetako bat da. Izan ere, ehun urte inguru darama bere kabuz garatzen.
ARG.: ©PATXI RODRÍGUEZ.

Arauok mugatu egiten dute, batzuetan, jabeek beren lursailetan zer egin dezaketen. Eta jabeek, oro har, ez dituzte oso begi onez hartzen muga horiek, Fernando Otazuak, Gipuzkoako baso-jabeen elkarteko zuzendari teknikoak, dioenez: "Azken batean, beste egoera batean aterako luketen baino onura ekonomiko txikiagoa ateratzen dute, eta egoera horren aurrean zuhur agertzen dira". Gainera, dio, "jabeei ez zaie iruditzen beren lursail bat naturgune izendatzeak onurarik ekarriko dienik. Ez dute onura gisa ikusten turismoa handitzea, biodibertsitatea handitzea eta abar".

Administrazioak badaki hori, eta zenbaitetan diru-ordainak ematen dizkie jabeei erabilera-mugen truke. Ismael Mondragónek, Gipuzkoako Foru Aldundiko Mendi eta Habitaten Kudeaketako zerbitzuburuak, emandako informazioaren arabera, Gipuzkoan 119 espediente eraman dituzte aurrera 1987 urtetik hona laguntzak emateko. Laguntza horien bitartez 168 ha babestu dira, eta, horretarako, 540.975 euro erabili dituzte.

Jabeek pozez hartzen dituzte diru-ordainak. Otazuak adierazi bezala, "herriak erabaki badu merezi duela neurri jakin batzuk hartzea pertsona jakin baten lurretan, zuzenena da herriak nolabaiteko ordainsaria ematea jabe horri".

Administrazioak hainbat bidetatik jotzen du biodibertsitatearen aldetik interesgarri iruditzen zaizkion lursail pribatuak babestera. Ez dute beti lortzen, ordea, martxan jarritako ekimenak nahi bezala bukatzea. Azkaratek horrelako kasu baten adibidea aipatu du: Errenterian, Aiako Harriko Parke Naturaletik hurbil, interes handiko harizti txiki bat dago; hainbat ale heldu ditu. "Lursail horren jabeak Aldundiaren baimena lortu zuen hariztia botatzeko, eta horren berri izan genuenean, gure sailak, Ingurumen Sailak, esku-hartzea erabaki zuen", dio.

> *Herriak erabaki badu merezi duela neurri jakin batzuk hartzea pertsona jakin baten lurretan, zuzenena da herriak nolabaiteko ordainsaria ematea jabe horri.*

Jabearekin elkartu ziren, eta aztertu zuten Udalak lursaila erostea. Ingurumen Sailak egindako proposamena, ordea, ez zen aurrera atera Udalean, eta ez zuten erosi. "Une honetan, ez dakigu zer gertatuko den harizti horrekin. Izan ere, Aldundiaren baimena izan arren, oraindik ez dute bota", adierazi du Azkaratek.

KONTSERBAZIOA, IZEN-ABIZENEKIN

Orain, oso normaltzat jotzen dugu Administrazioak izatea naturaren kontserbazioaren ardura. Historikoki, ordea, nahiko gauza berria da.

Historikoki jabego pribatuak lagundu du batez ere natura kontserbatzen. Gaur egun oso kontserbazio-egoera onean dauden hainbat naturgune aurretik izandako kontzientzia ekologiko handiko jabeei zor diete beren egoera.

Bertiz Jaurerria da horren adibide bat. Hain zuzen, Euskal Herrian egoera ekologiko onenean dagoen baso handienetako bat da: bi mila hektareako baso heldu bat dago, eta oso ekosistema aberatsa garatu da haren itzalean.

Egoera horren erantzule nagusia Bertizek izan zuen azkeneko jabe partikularra da, Pedro Ziga jauna. 1898an erosi zuten Pedro Zigak eta haren emazteak, Dorotea Fernandezek, Bertiz Jaurerria. Bikoteak eman zion jaurerriari gaur egun duen itxura, eta ez zuten nahi hildakoan itxura hori alda zedin. Horretarako, testamentuan idatzita utzi zuten Nafarroako Aldundiari utziko ziotela, eta haren esku geldituko zela, betiere baldintza hau betetzen bazuen: ezingo zituen jaurerriaren ezaugarriak aldatu.

Baldintza horren pean pasatu zen, bada, 1949. urtean Nafarroako Aldundiaren eskuetara. 1984. urtean Parke Natural izendatu zuten, Euskal Herriko lehenengoa, eta, harrezkero, kudeaketa-planen bidez zehazten dute zer ekintza egin bertan, zer neurri hartu eta zer ildori jarraitu, Bertizko basoak ez dezan galdu duen balioa.

PRIBATUA PUBLIKOAREN OSAGARRI

Berez, babestutako naturgune guztiek behar dute kudeaketa-plan bat. "Hainbatetan, baina, ekintza horiek ez dituzte asetzen naturgune jakin batek dituen behar guztiak", adierazi du Azkaratek. Eta, batzuetan, behar horiek eskatzen dute eremu pribatuetan aparteko ekintzak egitea.

Urdaibai Fundazioak Amunategi errekan lehenetatutako lursail bat. Ezkerreko argazkia 2006koa da, Urdaibai Fundazioak hartu zuen garaikoa. Eukaliptadi bat zen, eta itxura hori zuen. Eskuinean, lursail bera da 2008an, lehenetatze-lanak egin eta bi urtera. ARG.: URDAIBAI FUNDAZIOA.

Iñaki Azkarate, Errenteriako Udaleko ingurumen-teknikaria. ARG.: OIHANE LAKAR.

Maider Olondo, Urdaibai Fundazioko kidea. ARG.: URDAIBAI FUNDAZIOA.

Horixe gertatzen da, esate baterako, Urdaibai Biosferaren Erreserban, eta, zehazki, Amunategi errekan. Amunategi erreka bisoi europarraren bizileku da, han dago baso-igel iberiarraren populazio handiena, baita babestu beharreko hainbat landare ere, eta abar. Urdaibain dagoen heinean, Eusko Jaurlaritzako Ingurumen, Lurralde Plangintza, Nekazaritza eta Arrantza Sailari dagokio Amunategi kudeatzea.

Urdaibaiko kudeaketa-planean ikus daiteke Amunategi kontserbatzeko lehentasunen artean dagoela. Hala ere, Urdaibai Fundazioak dioen bezala, "ez dago inolako ekintza-planik aurreikusita erreka horren egoera ekologikoa hobetzeko".

Urdaibai Fundazioa irabazi-asmorik gabeko erakunde pribatu bat da, helburu gisa naturaren kontserbazioan eta kudeaketan laguntzea duena. Amunategi errekan bertako landaredia lehenetatu nahi dute.

2004an ekin zioten lanari. Oraindik orain, Amunategi errekaren bazterreko gune askotan landaredia kontserbazio-egoera larrian dago; pinudiak eta eukaliptadiak jaun eta jabe dira berez haltzadi-lizardiak egon beharko luketen lekuetan.

Lehenetatu nahi dituzten lursail askok, ordea, jabe pribatua dute, eta ezin dira nolanahi sartu lur horietan. Lanerako erabilitako tresna lurraldearen zaintza deritzon ekimena da: irabazi-asmorik gabeko erakunde pribaturen batek naturaren, kulturaren edo paisaiaren kontserbazioaren aldeko kudeaketa egiten du beste norbaiten lurretan. Horretarako, noski, hitzarmenen bat lotzen dute lursailen jabeekin. Dagoeneko 100 bat hektareatan egiten ari da lan Urdaibai Fundazioa kudeaketa-sistema horren bitartez Hego Euskal Herri osoan.

"Amunategin, zehazki, 17 lursail ditugu dagoeneko gure ardurapean. Horretarako, zazpi jaberekin egin behar izan dugu tratua" dio Urdaibai Fundazioko Maider Olondok. Denera, 20 hektareatik gora lur, eta, gutxi gorabehera, errekaren 750 metro lineal. Amunategiren arroak, ordea, 300 hektareako azalera du.

Lursailak leheneratzea ez da lan makala, zuhaitzak kendu, lurzorua tratatu eta landare berriak landatu behar baitira. Eta, lanaz gainera, "izugarrizko dirutza" behar izaten dutela dio Olondok. Fundazioko bazkideek dirua jartzen dute, baina hori ez da, inondik ere, nahikoa. Hainbat iturritatik jaso dituzte orain arte diru-laguntzak: erakunde publikoetatik (Eusko Jaurlaritzatik eta Busturiako udaletik), beste fundazio batzuetatik (Natura eta Biodiversidad fundazioetatik), Urdaibai biosfera-erreserbaren patronatutik eta enpresa pribatu batetik (Torraspapel).

Lurraldearen zaintzaren bidez, irabazi-asmorik gabeko erakunde batek kontserbazioaren aldeko ekimenak egiten ditu beste norbaiten lurretan.

JABEEKIN TRATUAN

Lana eta dirua ez da bakarrik lursailetan lan egiteko. "Lursailen jabeekin tratuak egitea oso zaila da hemen", adierazi du Olondok. Gehiengehienetan diru-tratuak egin behar izan dituzte lur-jabeekin. Zuhaitzak mozteko unean irabaziko luketen dirua eman diete jabe batzuei.

Izan dute, hala ere, diru-trukerik eskatu ez dien jaberik ere. David Elexgaray izan da horietako bat. Berak pare bat lur-zati utzi dizkio Urdaibai Fundazioari. Erabaki hori hartu zuen aurretik ezagutzen zuelako, batetik, zer garrantzitsua den Urdaibaiko bioaniztasunari eustea, eta, bestetik, zer emaitza onak eman dituen lurraldearen zaintzak askoz hedatuago dagoen herri batzuetan; hala nola Erresuma Batuan.

Dena den, jabe askok dirua tarteko sartu nahi izateak ez du Elexgaray harritzen. Haren ustez, baserriaren kultura dago jarrera horren atzean: "baserriarekin lotuta dagoen orok etekina eman behar du. Lursailetan zelaiak ez badituzte, baratzak dituzte baserritarrek, edo, bestela, zuhaitzlandaketak. Haien eskeman ez da sartzen lursailen bat uztea berezko basoa leheneratu dadin. Ez dator bat haiek ezagutzen duten tradizioarekin". Jabeek hasieran kontrako jarrera izatea normala iruditzen zaio Azkarateri, Errenteriako udaleko ingurumen-teknikariari: "Kontrako jarrera hori ez da bakarrik naturaren kontserbazioan ikusten; hainbat herritarri ez zaie ondo iruditzen tabakoaren kontrako neurriak hartzea, kaleak oinezkoentzako bihurtzea edo autoa uzteko TAOa ordaindu behar izatea". Baina guztiak "egin beharreko politika publikoak" direla uste du.

Euskal Herriko herri askok, gaur egun, ez dute diru asko lortzen baso-ustiapenetik. Hori dela eta, Iñaki Azkaratek uste du udalerri horiek naturaren kontserbazioaren aldeko ekimenetara bideratu beharko lituzketela herri-lurrak. ARG.: JOXIN.

Hala ere, sektore pribatuan jarrera-aldaketa bilatu aurretik, Azkaratek uste du lursail publikoetan badagoela zer egin: "XXI. mendean, Euskal Herriko udalerri askok ez dute ia dirurik lortzen baso- eta egur-ustiapenetatik; jarduera ekonomiko nagusiak merkataritzarekin edo industriarekin lotuta daude. Egoera horretan, ez dago inongo beharrik herri-lurretan egurra ekoizteko".

Gaur egun, oso estaldura txikia dute baso naturalek lursail publikoetan. Hala ere, lursail publikoetan gero eta bertako baso gehiago sartuko direlakoan dago Azkarate. "Gipuzkoaren % 20 publikoa da, eta egoera horretara eraman nahi dugu. Gainerako % 80arekin zer egin? Bueno, hitz egingo dugu unea iritsitakoan, baina herri-lurretan egin dezagun ganorazko kudeaketa bat: leheneratu ditzagun bioaniztasuna eta habitat naturalak (hariztiak, ameztiak, artadiak, haltzadiak, pagadiak eta abar)". ●

argia Egutegia 2010
Salgai dagoeneko

Aurrean

- Jai egunak eta egun seinalatuak
- Santuak eta euskal izendegia
- Eguzkia, ilargia eta mareak

Atzealdean

- Hausnarketa labur ospetsuak. “Pentsamendu txikiak”

Egutegia: 8 €

Egurrezko taula: 55 € + egutegia opari

Aurten mahai gaineko euskarri berria
6 €

ESKAERAK:

943 37 15 45 • denda@argia.com • www.argia.com/denda

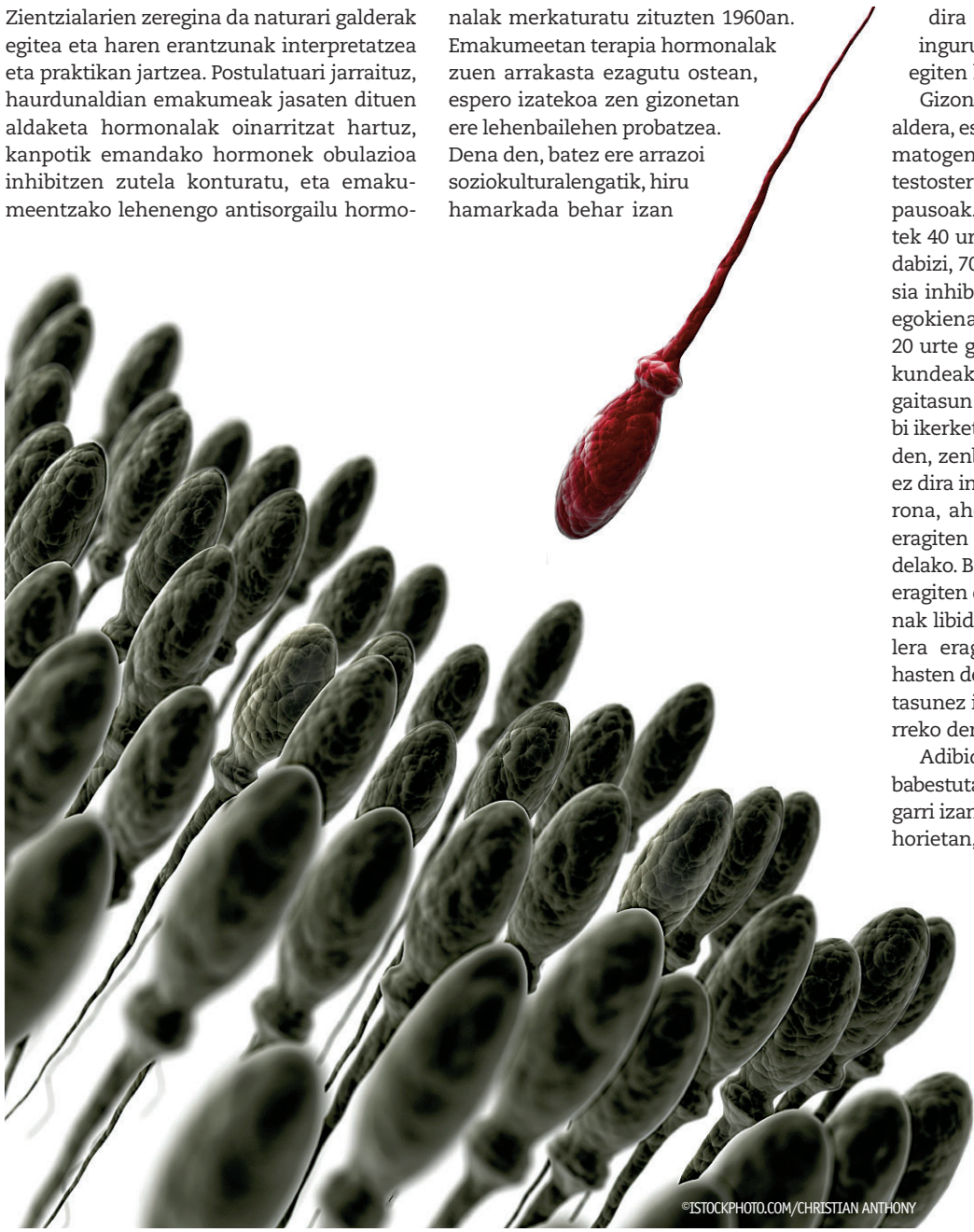
argia
www.argia.com

Gure helburua INGURUMENA zaintzea da
BFA DFB
Bizkaiko Foru Aldundia
Diputación Foral de Bizkaia
Gure helburua Bizkaiaren berezkotasuna babestea da. Horregatik, konpromisoa hartzen dugu gure naturarekin, eta, horretarako, bihar ere naturaz gozatzeko aukera emango diguten ingurumen-politikak aurrera eramaten ditugu. Konpromisoa dugu lehen sektorearen garapen iraunkorrarekin, kalitateko turismoa eta aisialdiaren kultura sustatzeko borondatearekin. Konpromisoa, Bizkaiaren etorkizunarekin.
BIZKAIA, geurea

Haurdun gelditzea gizonezkoen esku

Gorka Orive Arroyo
Jon Zarate Sesma
Farmazian doktoreak. Biofarmazia, Farmakozinetika eta Farmazia-teknologiako irakasle kolaboratzaileak.

Zientzialarien zeregina da naturari galderak egitea eta haren erantzunak interpretatzea eta praktikan jartzea. Postulatuari jarraituz, haurdunaldian emakumeak jasaten dituen aldaketa hormonalak oinarritzat hartuz, kanpotik emandako hormonek obulazioa inhibitzen zutela konturatu, eta emakumeentzako lehenengo antisorgailu hormonalak merkaturatu zituzten 1960an. Emakumeetan terapia hormonalak zuen arrakasta ezagutu ostean, espero izatekoa zen gizonetan ere lehenbailehen probatzea. Dena den, batez ere arrazoi soziokulturalengatik, hiru hamarkada behar izan dira gizonezkoentzako antisorgailuen inguruko ikerketak seriotasun handiagoz egiten hasteko.


©ISTOCKPHOTO.COM/CHRISTIAN ANTHONY

Gizonezkoentzako antisorgailuak bilatze aldera, espermatozoideen ekoizpena (espermatogenesia) murrizteko gai zela ikusirik, testosteronarekin eman zituzten lehenengo pausoak. Testosteronarekin eginiko ikerketek 40 urte inguruko bilakaera dute. Lehendabizi, 70eko hamarkadan, espermatogenesia inhibitzeko testosterona-mota eta -dosi egokienak zehazten ahalegindu ziren. 20 urte geroago, Munduko Osasunaren Erakundeak (MOE) babestuta, testosteronaren gaitasun antisorgailua neurtzeko lehenengo bi ikerketa multinazionalak egin ziren. Dena den, zenbait arrazoi direla medio, emaitzak ez dira inoiz oso onak izan. Batetik, testosterona, ahotik hartuta gibeleko degradazioa eragiten duenez, injekzio bidez eman behar delako. Bestetik, albo-ondorio garrantzitsuak eragiten dituelako; besteak beste, testosteronak libidoaren eta masa muskularraren galera eragiten ditu. Gainera, tratamendua hasten denetik espermatogenesia eraginkortasunez inhibitzera heldu arte pasatu beharreko denbora luzea da (8-10 aste).

Adibide gisa, 90eko hamarkadan MOEk babestutako ikerketak, ondorengoentzat mugarri izan zirenak, aipatu behar dira. Ikerketa horietan, guztira 670 indibiduo osasuntsuri astean behin testosterona enantatoa (TE) muskulu barnetik emanda, frogatu zen posible zela espermatogenesia mililitroko 3 milioi espermatozoidetik behera mantentzea aurkako efekturik sortu gabe. Hala ere, aurrerago aipatu bezala, astero injekzioa hartu beharrak tratamenduarekiko atxikipena murrizten zuen. Horrez gain, tratamendua ondo burutu arren, haurdunaldien kopurua esanguratsua izan zen.

Ondorioz, bertan behera geratu zen medikamentua metodo antisorgailu gisa merkaturatzeko prozesua.

Hainbeste ilusio eta diru jarritako proiektuak huts egin eta gero, ikerketek geldialdia jasan zuten. 2004an, ordea, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* aldizkari ospetsuan, Gu doktorearen ikerketa-taldeak testosterona undekanoatoa (TU) emanez Txinako 308 gizon osasuntsurekin egindako entseguaren emaitzak argitaratu ziren. Hilean behin hartu beharreko 500 miligramoko TU-injekzioek eraginkortasun-portzentaje oso altuak erakutsi zituzten. Gainera, MOEk babestutako ikerketetan ez bezala, espermatogenesia mililitroko 3 milioi espermatozoidetik behera mantendu zutenen artean ez zen haurdunaldi-kasu bat bera ere izan. Tratamenduarekiko tolerantzia ere oso ona izan zen, injekzioak berak eragindako zauriak eta arrisku txikiko zenbait aurkako eragin itzulgarri (hiperlipidemia, aknea, pisua gehitzea, hiperhemoglobinemia) alde batera utzita. Dena den, Txinan lortutako emaitza onak ez ziren kaukasiarrekin lortu; adituen arabera, asiarrak testosteronarekiko sentikorragoak direnez, dosi ezberdinak erabili beharko lirateke indibiduoaren jatorriaren arabera. Era horretan, testosteronaren gaitasun antisor-

Gizonezkoentzako tratamendu antisorgailu hormonalak

Estrategia	Forma farmazeutikoa	Emateko bidea	Posologia	Emaitza (azoospermia-portzentajea)
Androgenoen monoterapia	TE injektagarria	Muskulu barnetik	200 mg 2 astetik behin	% 60 kaukasiarretan eta % 91 asiarretan
	TU injektagarria	Muskulu barnetik	500 mg 4-8 astetik behin	% 97 (txinatarrak)
	T gordailua	Larruazalpetik	200 mg-ko gordailua, 1,3 mg egunero	-
	Larruazaleko T adabakia	Larruazalpetik	Egunero	-
	Larruazaleko T gela	Larruazalpetik	Egunero	-
	MENT gordailua	Larruazalpetik	400 µg egunero	% 64
Progestina-androgeno konbinazioak	MPA injektagarria + T gordailua	Muskulu barnetik + larruazalpetik	Hilean behin + 4-6 hilabetean behin	% 98
	ZPA konprimitua + TE injektagarria	Ahotik + muskulu barnetik	25-100 mg astero + 200 mg astero	TEaren monoterapiarekin baino azkarrago
	LNG konprimitua + TE injektagarria	Ahotik + muskulu barnetik	500 µg egunero + 100 mg astero	% 67
	LNG konprimitua + TU injektagarria	Ahotik + muskulu barnetik	250 µg egunero + 1.000 mg 6 astetik behin	% 50-57
	DSG konprimitua + T gordailua	Ahotik + larruazalpetik	150-300 µg egunero + 400 mg-ko adabakia 12 astetik behin	Portzentaje altuak
	ENG gordailua + T gordailua	Larruazalpetik + larruazalpetik	68 mg-ko 3 gordailu 12 astetik behin + 400 mg-ko gordailua 12 astetik behin	-
	NETE + TU	Muskulu barnetik + muskulu barnetik	400 mg 6 astetik behin + 1.000 mg 6 astetik behin	% 92
GnRH antagonista-androgeno konbinazioak	Nal-Glu injektagarria + TE injektagarria	Larruazalpetik + muskulu barnetik	-	-

TE: testosterona enantatoa, TU: testosterona undekanoatoa, T: testosterona, MENT: 7·-metil-19-nortestosterona, MPA: medroxiprogesterona azetatoa, ZPA: ziproterona azetatoa, LNG: lebonogestrela, DSG: desogestrela, ENG: etonogestrela, NETE: noretisterona enantatoa.

gailuan diferentzia etnikoak izan dezakeen eragina neurtzeko TUarekin zenbait ikerketa eginda, ikusi zuten azoospermia % 90etik gorakoa zela asiar boluntarioen artean, eta % 60 ingurukoa kaukasiarretan. Horrez gain, ezin dugu ahaztu TUa ez dela eraginkorra ahotik hartuta. Beraz, metodo antisorgailu unibertsalagoen bila, estrategia berriei ateak zabaldu zitzaizkien, eta, androgenoez gain, beste hormona batzuk ere probatzen hasi ziren.

Testosterona ezin da ahotik hartu, degradatu egiten baita. Injekzio bidez ematea da aukera bat; eta larruazalpeko inplanteak eta larruazalean jartzen diren txaplatak eta gelak ere erabil daitezke.
ARG.: ©ISTOCKPHOTO.COM/TRIGGERMOUSE.

TRATAMENDU HORMONAL BERRIAK

Ordura artekoa kontutan izanda, argi zegoen estrategia hormonalak beste bide batetik jo behar zuela. Esate baterako, injektatuta emateak dakartzan eragozpenak saihesteko, larruazalpean kokatutako testosterona-inplanteekin edo larruazalean jartzen diren testosterona-txaplata eta gelekin ere egin ziren saiakerak. Hala ere, androgeno bakarrean oinarritutako terapietan, dosi altuak eman behar dira, eta ohartu ziren horren ondorioz zailtasunak zituztela libidoaren eta masa muskularraren galera kontrolatzeko. Hori dela eta, hormona-konbinazioak bilatzera jo zuten.

Testosteronarekin konbinatu ahal izateko hormona hautagaien artean, progestinak eta GnRHaren antagonistak ditugu. Horiek hipofisiko FSH eta LH hormonak jariatzea eragotziz inhibitzen dute espermatogenesia. GnRHaren antagonistak potentzia handiko farmakoak dira, eta espermatogenesia progestinek baino dosi baxuagoekin inhibitzeko gai dira. Hala ere, oso garestiak dira, eta, gorputzak bizkor metabolizatzen dituenez, maiztasun handiz injektatu behar dira. Horrenbestez, ikertzaileen apustua progestinen eta testosteronaren arteko konbinazioetan oinarritu zen.

Beharbada, testosterona eta progestinen konbinazioan oinarritutako *depot* sistemak dira guztietan aukerarik onena. Turner-ek eta haren kolaboratzaileek, 2003an, 55 gizon osasuntsutan probatu zuten medroxiprogesterona azetatoaren (progestinen familiako hormonaren) eta testosteronaren *depot* sistema. Metodo horrekin, testosteronaren askapena kontrolatzen duen gordailua larruazalpean 4 edo 6 hilean behin kokatuz, ordura arte testosteronaren administrazioan izandako eragozpenak gainditu ziren. Medroxiprogesterona, aldiz, hilean behin ematen zen, injekzio bidez. Hala ere, *depot* sistemen erabateko eraginkortasuna eta segurtasuna bermatzeko, eginiko ikerketak ez dira nahikoa.

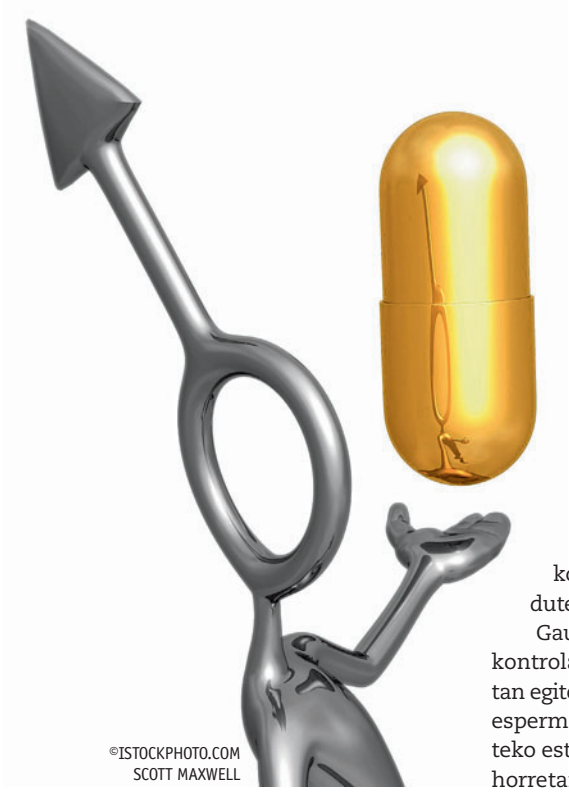
Gaur egun, testosteronarekin nahiz progestinekin konbinatzeko farmako berrien bilaketa aurrera doa. Horien artean, androgenoen hartzailearen moduladore selektiboekin (AHMS) lortu dira emaitza oparoenak. Testosterona bezala, AMHSak androgenoak dira, baina, testosteronarekin konparatuz, abantaila nagusi bat dute: selektibitatea. Hau da, testosteronak gorputzeko zelula askotan eragiten du, eta haren efektuak oso orokorrak dira; adibidez, zelula muskularren suntsipena eragin dezake. AHMSek, aldiz, androgenoen hartzailea duten zeluletan bakarrik eragiten dute, eta ez da gertatzen libidoaren eta masa muskularraren galerarik. AHMSak aktiboak dira ahotik hartuta, eta untxietan frogatu da espermatogenesia era eraginkorrean inhibitzen dutela beste farmakoen laguntzarik gabe. Hala ere, fase aurreklinikoan daude oraindik, eta ez dakigu gizakietan untxietan bezalako emaitzak lortuko diren.

1960ko hamarkadatik XXI. mendearen hasierara arteko eboluzioa aztertu ostean, adituek argi ikusi dute zaila izango dela ahotik eman daitekeen tratamendu egokia lortzea terapia hormonalarekin. Hori dela eta, 2004az geroztik, tratamendu ez-hormonalean oinarritzen diren espezifikotasun handiagoko terapiak ikertzen ari dira.

TRATAMENDU EZ-HORMONALAK

Tratamendu hormonalekin konparatuz, ez-hormonalak, espermatogenesian eragiteko gai izateaz gain, espermatozoideen funtzioa inhibitzeko gai ere badira. Tratamendu ez–hormonalean, testikuluetako edo espermatozoidearen egiturako molekula espezifiko bat helburu duten farmakoak erabiltzen dira. Ikertzaileek uste dute terapia hormonalarekin agertzen diren libidoaren eta masa muskularraren galera eragotzi ahal izango dela horrela. Hala ere, badaude zenbait oztopo farmako ez-hormonal egokia garatzeko. Besteak beste, odoletik testikuluetarako barrera zeharkatzeko gai izan behar du farmakoak.

Aurreklinikoki emaitza oso interesgarriak erakutsi arren oztopoak direla medio aurrera egin ez duten farmako ez-hormonal ugari ezagutzen dira. Esate baterako, tximinoetan, 7 egunean ahotik emandako



©ISTOCKPHOTO.COM
SCOTT MAXWELL

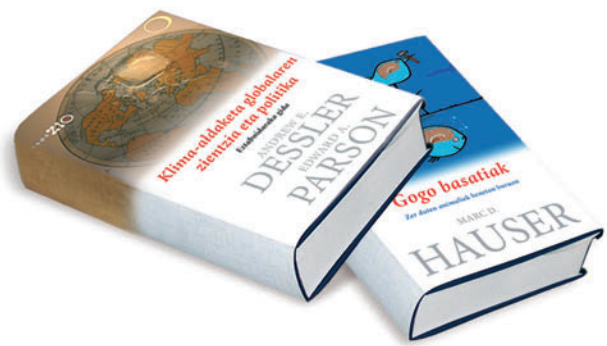
indenopiridinak 2. asterako eteten du espermatozoideen ekoizpena odoleko testosterona-kontzentrazioan eragin gabe. Gainera, espermatogenesiaren inhibizioa 6 aste mantentzeko gai da, eta 16. asterako erabat berreskuratzen da espermatogenesia. Frogatuta dago lonidaminak (farmako kimioterapikoak), lonidaminaren analogoa den adjudinak eta gamendazolak, indenopiridinak bezala, espermatogenesia inhibitzen dutela testikuluko sertoli zelula germinalen funtzioa oztopatuz. Dena den, hiru farmako horiek, indenopiridinak baino toxikotasun askoz handiagoa dutenez, ez dute aurrera egin.

Gaur egun, espermatozoideen funtzioa kontrolatzen duten molekula espezifikoetan egiten ari dira ikerketa gehien. Batez ere, espermatozoideen mugikortasuna murrizteko estrategia berriak bilatzen ari dira, eta, horretarako, espematozoidearen zenbait ataletako proteinak ikertzen ari dira. Esate baterako, frogatu dute mugikortasuna murrizten dela saguen espermatozoideen isatseko CatSpers katioi-kanaletan eraginez. Era berean, mintz zelularreko zenbait proteina aztertzen ari dira; horien artean ikertuenak adenilil ziklasa entzima eta Na^+/K^+ ordezkatzailea dira. Hala ere, animalietan egindako entseguen emaitzak bakarrik ditugu oraindik, eta urte batzuk beharko dira proteina horiek gizakien espermatozoideetan duten rol zehatza neurtu eta farmako berri horien eraginkortasuna eta toxikotasuna ezagutzeko.

Laburbilduz, estrategia ez-hormonalen ikerketak askoz atzeratuago egon arren, azpimarratu beharra dago oso kontuan hartu behar direla tratamendu hormonalek dituzten eragozpenak saihesteko. Dena den, nahia errealitate bihur dadin, enpresa farmazeutikoen interesa ezinbestekoa izango da.●

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

ZIO
ZIENTZIA
IRAKURLE
ORORENTZAT



Euskal Herriko Unibertsitateko Euskara Zerbitzuak 2003an abiarazitako ekimena da ZIO (Zientzia Irakurle Ororentzat). Bizkaiko Foru Aldundiaren laguntzari esker urterik urte osatuz doa ZIO bilduma.
Zientziara hurbiltzeko liburu erakargarri eta erabilgarriak eskainiz, euskara eta jakintza uztarturik jartzen dira edonoren esku.

gure artean! euskaraz

Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

BFA DFB
Bizkaiko Foru Aldundia
Diputación Foral de Bizkaia

Herri Irratia

ASKEA
PLURALA
ELEBIDUNA

Herri Irratia Donostia	1224 am/94.8 fm
Herri Irratia Loiola	99.8 fm
Herri Irratia Eibar	90.7 fm
Herri Irratia Tolosa	87.9 fm
Herri Irratia Txingudi	99.9 fm
Herri Irratia Goierri	105.4 fm
Radio Álava	98.0 fm
Loyola Media Bilbao	93.5 fm
Loyola Media Durango	98.0 fm

Loyola Media

Loyola Media .com

www.loyolamedia.com

mag
loyola media web magazine

Doako Harpidetza Web Orrian

Ibon Galarraga
Basque Centre for Climate Change zentroko ikertzailea

Anil Markandya
Basque Centre for Climate Change zentroko zuzendari zientifikoa

KOPENHAGE

Guztiok gaude Kopenhageko COP 15i begira, klima-aldaketaren aurka borrokatzeko asmo handiko konpromiso bat erdietsiko den itxaropenarekin. Asmo handiko helburua da; izan ere, batez besteko tenperatura-igoera 2 ºC inguruan (1,5-4,5 ºC tartean) mantendu nahi bada, isurketen kontzentrazioak 550 ppm inguruan egonkortu beharko dira 2100erako, zientzialariek diotenez. Horrek esan nahi du isurketek 2020an jo behar dutela goia beranduenez. Eta 2050erako % 80 gutxitu beharko lirateke isurketak, 1990eko mailekin alderatuta. Bitartean, herrialdeek prest egon behar dute gaur egungo ondorioetara eta etorkizunean izan daitezkeenetara egokitzeko.

2007an egin zen COP 13an Bali Ekintza Plana delakoa prestatu bazen ere Kopenhage 2009rako (COP 15erako) ibilbide-orri gisa eta Kyoto ondoko erregimena onartzeari begira, benetan ez zen ezer garrantzitsurik gertatu Poznanen (COP 14) 2008an. Bali Ekintza Planak gai garrantzitsu asko jarri zituen mahai gainean; esate baterako, zer motatako adostasuna behar zen Kyoto ondoko erregimenerako, nola gaindi zitezkeen emisioak nabarmen murrizteko oztopoak, edo nola konpon zitezkeen egokitze-arazoak eraginkortasunez. Galdera horiek erantzuteke daude oraindik, ordea.

Azken urteotan gertatutakoaren argigarri izan daitezke Bushen agintaldiko AEBren konpromisorik eza, Europako Batasunaren posizio ez horren indartsua, eta garatze-bidean dauden herrialde handien interes eskasa —hala nola Txina, India eta Brasil—. Etorkizuna iristeke dago oraindik.

COP 14tik, negoziazio-saio asko izan dira klima-aldaketari nazioarteko erantzuna, asmo handikoa eta eraginkorra emateko, eta hori Kopenhagen hitzartzeko xedearekin. Bilerak martxoan, ekainean eta abuztuan egin dira Bonnen, irailean eta urrian Bangkoken, eta azaroan Bartzelonan.

Kopenhageko negoziaketetarako oinarria jarrita dago jada. AEBko presidente berriak, Obamak, adierazi du prest dagoela akordio batera iristeko, eta Wen Jiabao lehen ministro txinatarrak ere konpromiso garrantzitsu bat agindu du. Europak konpromisoa hartu du berotegi-efektuko gas-isurketak % 20 gutxitzeko 2020rako, 1990ekoekin alderatuta, eta ez du baztertu % 30eraino gutxitzeko aukera, klima-aldaketaren inguruan nazioarteko akordio orokorra lortzen bada. Energiari eta klimari buruzko EBren hitzarmenaren zati garrantzitsua da hori, 20-20-20 delakoarena. Klimari buruzko politikan berriro lidergoa hartzeko prest dago EB, urte gutxi batzuetan lidergo ez oso argia izan ondoren; anbizio handiko helburu horiek ausardiaren seinale dirudite.

Garatze-bidean dauden herrien aldetik, zapuztuta geratu dira Bangkoken irailean eta urrian izandako azken negoziaketak; izan ere, herri horien iritziz, herrialde aberatsak ez dira ahalegintzen isurketak nabarmen gutxitzeko konpromisoak hartzen. Klima-gaietarako mandatari txinatarrak, Yu Qintag-ek, duela gutxi leporatu die herrialde garatuei "Munduko mandatariak Kopenhagen bildu baino aste batzuk lehenago joko-arauak aldatzen saiatzea [...]".

Klima-gaietarako Suediako negoziatzaile nagusiak berak ere (zeinak EBko txandakako lehendakaritza baitu) onartu du elkarrizketak motel doazela.

Bartzelonan azaroan egin zen bilerak Kopenhagen konpromiso handiagoa lortzeko bidea egiten lagundu du, gutxienez ez baitira oztopo berriak agertu. Hortaz, badago itxaropenerako tarte txiki bat. Nolanahi ere, argi dago herrialde aberatsek pauso bat aurrera eman behar dutela, eta zerbait serioa eta sinesgarria agindu. Batez ere, premiazkoa da AEBk murrizketa-helburu zehatzak eta argiak kaleratzea, nahiz eta estatubatuarrek atzeratu egin nahi duten hori, lege berri bat izan arte. Hain zuzen ere, hori da legeak babestutako akordio bat lortzeko oztopo handiena, eta oraingoan ezinezkoa izango dela argi

Ikusteko dago akordio garrantzitsu bat lortuko den COP 15erako BIDEA

gelditu zen estatuburuek azaroaren 14-15ean egindako bileran. Dena dela, akordio politiko garrantzitsua lor daiteke oraindik. Hori proposatu du Danimarkako lehen ministro Lars Lokke Rasmussen jaunak, eta baieztatu egin du AEBko lehendakari Barack Obamak. Edonola ere, kontuan izan behar da normala izaten dela bileren aurretik ikuspegi ezkorra sumatzea, lortzen den edozein emaitza ontzat eman ahal izateko gero.

LORTU BEHAR DENA

Yvo de Boer Klima Aldaketaren aurkako Nazio Batuen Esparru Hitzarmeneko idazkari exekutiboaren arabera, hauek dira COP 15en jorratuko diren lau gai nagusiak, laburbilduta:

1. Berotegi-gasen isurketak zenbat murrizteko prest daude herrialde industrializatuak?
2. Beren isurketen hazkundea mugatzeko zer egiteko prest daude garatze-bidean dauden herrialde handiak?
3. Nola finantzatuko da isurketak gutxitzeko eta klima-aldaketaren eraginetara egokitzeko garatze-bidean dauden herrialdeek behar duten laguntza?
4. Nola kudeatuko dira finantza-baliabideak?

Kopenhageko bilerak arrakasta izan dezan, ezinbestekoa da lau galdera horiei erantzutea, eta klima-aldaketaren eraginaren zama zuzentasunez banatuko dela bermatzea.

Beharrezkoa da herrialde garatuek lidergoa hartzea, eta isurketak IPCCren gomendioen arabera gutxitzeko konpromisoa hartzea. Baina, horretaz gain, sostengu finantzario eta teknologikoa bermatu behar da garatze-bidean dauden herrialdeentzako. Kyoto ondoko jardunbidearen zati izan behar lukete honako hauek: teknologia-transferentziari jartzen zaizkion merkataritza-trabak eta oztopo teknologikoak ezabatzea; lankidetza, berrikuntza eta ikerkuntza sustatzea; eta Egokitze Funtsa zein haren kudeaketa definitzea. Gai garrantzitsuak dira garatze-bidean dauden herrialdeen oihan-soiltzea eta degradazioa saihesteko jardunbidea argitzea, eta isuri ez den CO_2-a zenbatestea ere. Era berean, klima-aldaketaren aurkako jardunbide berriari sostengua emango dion egitura instituzionala diseinatu behar da.

Abenduaren 17an jakingo dugu Kopenhageko bilera arrakastatsua izan den, eta konpromiso horiek lortu diren. ●

Alvaro Moreno
Logika eta Zientziaren Filosofia Saila. Biologiako Filosofia Taldea, IAS Research. EHU.

BIZI ARTIFIZIALA
eta haren ondorioak

Aspaldiko ideia da bizia artifizialki sortzea (Golem, Frankenstein...), baina lehen saio zientifikoak joan den mendekoak baino ez dira; Ledouxen eta Herreraren lan aitzindariak, hain zuzen. Bigarren Mundu Gerraren ondoren, bide berriak ireki zituzten zibernetikak eta ordenagailuen garapenak, eta horietatik sortu zen, 80ko hamarkadan, C. Langtonek bizi artifiziala deitu zion lan-arloa. Bizidunen propietateak zituzten sistemak sortzea zen bizi artifiziala, horretarako oinarrizko beste material batzuk erabilita: eboluzionatzeko, erreproduzitzeko eta abarrerako gai ziren ordenagailu-programak, eta baita robot autonomo eta ebolutiboak ere. Emaitza interesgarriak lortuagatik, beste bide batzuetatik jo dute, berriki, bizia fabrikatzeko ahaleginek biologian; eta diziplina berri bat ere sortu da, biologia sintetikoa esaten zaiona. Ikerketa-eremu berri bat da, eta horrek ere sistema biologikoak diseinatu eta eraikitzea du helburu; baina 80ko hamarkadako bizi artifizialak ez bezala, oinarri kimikoetatik abiatuta sortu nahi du bizia.

Biologia sintetikoak bi ikerketa-lerro ditu. Batek, izaki bizidun naturaletatik abiatuta, haiek guztiz birdiseinatzea bilatzen du, izaki erabat desberdinak sortzeraino. Besteak, berriz, osagai eta sistema kimiko hutsetatik abiatuta, sistema integratu konplexuak garatu nahi ditu, ezaugarri biologikoak izango dituztenak (metabolismoa, ugalketa, eboluzioa...), oso oinarrizkoak badira ere. Edonola ere, bizidun naturalen antolamendua eraldatzea baino gehiago bizi-forma erabat berriak sortzea da biologia sintetikoaren benetako helburua, kasu batean, zein bestean.

Horrek esan nahi du makina bat osagai giltzatu behar direla modu egoki eta zehatzean, baina ez soilik hori; sistema horrek irauteko gai izan behar du, baita kondizio aldakorretan ere. Esan nahi du, beraz, ez bakarrik antolatutako forma bat sortzea, baizik eta lortu behar dela, behin asmatuta, forma horrek bere burua antolatzea, irautea, eta eboluzionatzea; horiek baitira, azken batean, materia biziaren propietateak. Bestela esanda, berezko autonomia edukitzea da kreazio artifizial honen berezitasuna (eta paradoxa): asmatutako sistema hori bizidun bat dela onartzeko, bere kabuz eta beretzat egin behar ditu gauzak. Sortuko diren sistemak gure obra izango dira, bai; baina, aldi berean, haien burua ere sortuko dute, eta, nolabait, ihes egingo dute gure eskuetatik.

ABANTAILAK ETA ARRISKUAK

Sistema bizidun artifizialak sortzearen abantailak sekulakoak izan daitezke, batik bat osasunaren eta ekologiaren arloan. Behar bezala diseinatuz gero, oinarrizko mekanismoak zehaztasun handiz eta funtzionalki aldatuz lan egin ahalko lukete sistema horiek. Zehaztasun lokal handiarekin esku hartzeko modua izango genuke, eta, aldi berean, eskala handian eragin; erreproduzitzeko gai izanik, populazio handiak sor ditzakete epe laburrean sistema horiek. Aplikazio-eremu zabala izan dezakete, era berean, eta eragin ekonomiko handia, gainera, birdiseinatutako mekanismo biologikoak ustiatuko dituzten teknologien arloan. Adibidez, konputazio-forma berriak sortzeko.

Ezin da ahaztu, azkenik, antolamendu biologikoaren forma berriek —eboluzioak, gure planetan behintzat, inoiz sortu ez dituenak— izan dezaketen interes teorikoa: biologiak Darwinez gero izan duen iraultza handiena litzateke haiek aurkitu eta ulertzea, zalantzarik gabe.

Alabaina, txanponaren alde bakarra osatzen dute aukera itxaropentsu horiek. Txanponaren beste aldea, berriz, biziaren antolamendu naturalean halako eskuhartze sakona egiteak ekar ditzakeen arrisku handiak dira. Gaur egun badakigu

zein estu erlazionatuta dauden elkarren artean izaki bizidun guztiak, eta zein konplexuak diren haien arteko erlazioak. Egia da xehetasunez aztertzen ditugunean mekanismo konplikatuen forma hartzen dutela sistema bizidunek, zeinetan zati bakoitzak ondo mugatutako funtzio bat betetzen baitu; hortaz, espezifikoki eta lokalki eragiteko modukoak lirateke. Baina ikuspegia aldatu eta organismoari globalago begiratzen diogunean, zati horiek guztiak integratuta agertzen zaizkigu, unitate organiko bakar bat osatzen dute, eta ezinezkoa da unitate bakar horretan aldaketak lokalizatzea. Eta organismo mailako prozesuak nola artikulatzen diren kontrolatzea lortuko bagenu ere, ez genituzke organismoak osotasunean ulertuko harik eta organismoek osatzen dituzten sare ekologiko erraldoien dinamika konplexuez jabetu arte. Oso sistema konplexuekin ari gara lanean, eta hori da arriskua, ez baitakigu ongi zein diren gure ekintzen zehar-ondorioak.

Sortuko diren sistemak gure obra izango dira, bai; baina, aldi berean, haien burua ere sortuko dute, eta, nolabait, ihes egingo dute gure eskuetatik.

Horrek guztiak bultzatu behar gaitu bizidunengan artifizialki eragindako aldaketei buruz arretaz gogoeta egitera. Izan ere, eragiteko zenbat eta ahalmen handiagoa izan, orduan eta sakonagoak, iraunkorragoak eta konplexuagoak (eta, ondorioz, aurreikusten zailagoak) izango dira gure ekintzaren ondorioak. Gogoeta, gainera, ez da ondorioen analisiarena soilik; gogoeta bera nola antolatu ere hausnartu behar da: nork hartu behar du parte gogoetan? Nork hartu behar ditu erabakiak? Adituek, gizartearen ordezkariek, bioteknologia-enpresek, GKE-ek, bioetika-batzordeek...? Eta zein da horietako bakoitzaren rola?

©PAULA COBLEIGH/123RF

Halako gai konplexuek nekez izango dute konponbide erraza. Alabaina, muinean, arazoa ez da berria. Giza zibilizazioa bezain zaharra da, izan ere, arazoaren sustraia. Azken batean, animalia eta landare askoren eboluzio genetikoa manipulatzea izan da gure zibilizazioa eraikitzeko baliatu dugun elementuetako bat, abeltzaintza eta nekazaritza haiek artifizialki hautatuta sortu ditugunez gero. Antzinatik eraldatu ditugu sistema naturalak, basoak soilduz, milaka espezie suntsituz eta, funtsean, ingurua gure nahierara moldatuz. Esku-hartzearen intentsitatea da berritasuna; gure ingurune biologikoaren dinamika hainbeste asaldatu dugu, ezen ageriko bihurtzen ari baitira asalduraren eragile den zibilizazioa bera mehatxatzen duten ustekabeko ondorioak, hain dira neurrigabeak eta kontrolaezinak.

Sua lapurtzeagatik zigortutako Prometeoren pare, zibilizazioa eta teknologia mugarik gabe garatzea ondorio ikaragarriak ari da eragiten. Baina iragan erdi-basatira itzuli nahi ez dugunez, eta seguru aski ezin dugunez, konponbide bakarra da ikerketa zientifikoa berriz pentsatu, eta ez hari uko egitea. Zein zentzutan, ordea? Antolamendu biologikoa zertan datzan sakonago ulertuz, eta biosferako zati batzuetan eragiteak dakartzan epe luzeko ondorioez jabetuz —bai espazioan eta bai denboran—. Hori egiteko, ezinbestekoa da diziplina-arteko ikuspegi globalarekin jokatzea, giza bizimoduaren oinarrizko alderdi askori eragiten baitio aldaketak.

Uste dut ikuspegi horretatik begiratuta bizi artifiziala ez genukeela ikusiko balizko arrisku gisa soilik, baizik eta etorkizun hobeago bat planifikatzeko oinarrizko erreminta gisa.●

ZENBATERAINOKO ARRAKASTA IZAN DUEN GIZAKION ESKUAK BIOLOGIAREN HISTORIAN

Eboluzioak bostekoa eman zigun

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Ez dago museo batera joan beharrik eboluzioaren lorpen liluragarri bat topatzeko. Edozein bizidun aztertu besterik ez dago eboluzioan arrakasta izan duten diseinuak ikusteko. Giza gorputzak, adibidez, asko ditu. Deigarrienetako bat eskua da, bost hatzetan bukatzen den besoaren muturra.

Bost hatz dira, objektuei heltzeko gaitasunarekin, eta bostak mugitzen dituzten muskuluak besaurrean daude. Horrela, eskuak berak ez du bolumen handirik, eta, hala ere, hatzek indar handia egiteko ahalmena dute. Eskuaren diseinuak tresnak egiteko gaitasuna eman digu, komunikatzen lagundu digu, eta, ezaugarri bat nabarmentzearren, gehien erabiltzen dugun zenbaki-sistemaren oinarria sortzeko balio izan digu: sistema hamartarra. Burmuinarekin bakarrik gizakiak ez lituzke egingo egiten dituen gauza guztiak; eskuak ere beharrezkoak izan ditu.

Baina gizakiaren eskuen diseinua ez da eskuetan eta gizakietan bakarrik agertzen. Gizakien oinek ere badute bost hatzen diseinua, aldaera txiki batzuekin. Zutik ibiltzen garenez, nahitaez, eskuek eta oinek itxura ezberdina izan behar dute, baina eskema berean oinarrituta daude.

Eta, beste aldaera batzuk direla medio, beste bizidun askotan ere agertzen da diseinu hori. Izan ere, lehorrean ibiltzen diren lau hankako animalia guztietan agertzen da, edo, behintzat, eboluzioan noizbait agertu izan da. Hain zuzen ere, bost hatzen eskema duela 380 milioi urte sortu zen gutxi gorabehera; garai hartan, sarkopteridio klaseko arrain batzuk uretatik irten, eta lehorreratzen hasi ziren. Arrain haietatik anfibioak sortu ziren.

Hortaz, anfibioen ondorengo guztiek, hau da, tetrapodo guztiek heredatu dute bost hatzen diseinua. Argi dago gizakion eskua baino ondare zabalago bat utzi zigutela anfibioek.

Are ondare zabalagoa da beste ezaugarri bat kontuan hartzen badugu. Bost hatzen ereduaz haratago aztertuta, aspaldian aurkitu zuten heredatutako diseinua gorputzadar osoen hezurdura dela; gizakiak sorbaldatik eskuraino duen egitura osoa azaltzen da animalia tetrapodoetan.

BAT, BI, ASKO ETA BOST

Gizakion besoak hezur bakarra du goialdean, humeroa; bi hezur ditu ukondoaren eta eskumuturraren artean, kubitua eta erradioa; hezur txikien multzo bat du eskumuturrean, karpoak eta metakarpoak; eta, azkenik, eskuak hezur-ilara bana du hatz bakoitzean, falangeak. Gizakion hankek ere egitura bera dute: femurra, tibia eta peronea, tartsoak eta metatartsoak, eta, azkenik, bost behatzetako falangeak.

Egitura horrek kiridio izena du, eta tetrapodo guztietan azaltzen da. Anfibioetatik hasita, gainera; espezie bat besteekiko oso ezberdina izan arren, gaur egungo anfibio guzti-guztiek dituzte kiridio egiturako hankak.

Kiridioak arrakasta handia izan zuen lehorrean mugitzeko; izan ere, gorputzadarraren bigarren zatian bi hezur izateak biratzeko askatasun handia ematen dio hurrengo artikulazioari. Gure besoetako besaurrean, adibidez, kubitua eta erradioa daude, eta, bi hezur izanik, erraztasun handia du eskumuturrak biratzeko. Lau hankan ibiltzean, biratzeko ahalmenari esker, eskuaren jarrera egokitu dakioke zapaltzen ari den eremuari, eta egonkortasun handia ematen du horrek.

Diseinu aparta da gorputz-adar baten hezurdurarentzat. Eta, hain zuzen ere, arrakasta handia izan du ia 400 milioi urtean. Hala ere, eboluzioa ez da gelditzen. Diseinu arrakastatsuak aldatu edo egokitu egiten dira denborarekin. Kiridioari ere horixe gertatu zaio. Adibide asko dago.

Zaldietan behatz bakarrak irauten du hasierako egituratik, behietan eta gameluetan bi hatzek, eta txerrietan lauk. Beste ugaztun askok ere moldatu dituzte gorputz-adarrak. Itsasokoek adibide polita osatzen dute: baleetan eta izurdeetan beso txikiak azaltzen dira, baina atzekoak erabat desagertu dira.

Narrastietan ere, anfibioen ondorengo zuzenetan, aldaketak ikusten dira. Begibistakoa da batzuek ez dutela kiridio egiturarik gorputz-adarretan, gorputz-adarrik ez dutelako: Kretazeoan, suge guztiek eta hainbat muskerrek hankak galdu zituzten, eta, haiekin, hanketako hezurdura osoa. Beste narrasti batzuek ez zituzten galdu hankak, baina hezurdura eraldatuta dute; dortokek, adibidez, hatzetako hainbat hezurrek bat eginda galdu zuten kiridio egitura.

Hatzen ereduaz haratago aztertuta, aspaldian aurkitu zuten heredatutako diseinua gorputz-adar osoen hezurdura dela.

Hegaztiek ere aldaketak jasan dituzte. Alde batetik, hegoak sortu zirenean hainbat hatz galdu zituzten, eta, bestetik, hanketako behatz-kopurua ere murriztu dute. Horretaz gain, erradioaren tamaina asko txikitu zaie, kubituarekin alderatuta. Oilasko-izterra jatean azaltzen da, adibidez: hezur lodi bat du, eta, horrekin batera, oso hezur fin bat.

Adibide askoz gehiago daude; eboluzioa ez da geratzen. Baina kiridioa desagertu egin da kasu askotan; beraz, zenbaterainoko arrakasta izan du eboluzioan? Bada, arrakasta handia, gerora sortu diren diseinu asko ez liratekeelako posible izango aurretik kiridio egitura sortu izan ez balitz. Alde horretatik, lasai: ez dago eragozpenik gure eskuaren egitura eboluzioaren lorpenen museo batean egoteko. ●

GUILLERMO ROA

LIZUNEN MIRARIA

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

IRUDIA: MANU ORTEGA

"Miraria dirudi!" esan zuen Florey doktoreak lau saguak hil zirela jakin zuenean. Chain, berriz, ia dantzan hasi omen zen, eta gainerako taldekide guztiak ere aztoratuta zeuden.

Aurreko egunean, 1940ko maiatzaren 25ean, Howard Floreyren taldeak esperimentu bat jarri zuen martxan. Larunbat hartako goizeko hamaiketan zortzi saguri *Streptococcus* bakterioen dosi bat sartu zieten; eta erdiei penizilina ere bai. 16 ordu eta erdiren buruan, penizilinarik jaso ez zuten laurak hilda zeuden; beste laurek, bizirik jarraitu zuten.

Howard Florey australiarrak, zapatari ingeles baten semeak, 15 bat urte zeramatzan aitaren jaioterrian. Australian medikuntza ikasita iritsi zen, eta, ikertzaile eta irakasle gisa aritu ondoren, 1935ean Oxfordeko Sir William Dunn School of Patology-ko zuzendaritza hartu zuen. Berehala ekin zion zientzialari-talde bikain bat osatzeari. Garai haietan batere ohikoa ez bazen ere, Floreyk argi zuen diziplina anitzeko ikertzaile-talde bat nahi zuela.

Taldeko lehen partaideen artean zeuden bere emaztea, Ethel Florey —hura ere Australian medikuntza ikasitakoa—, eta Ernst Boris Chain biokimikari judutarra, naziengandik ihesi joana.

Florey eta Chain jenio biziko gizonak ziren, zorrotzak, amore ematen ez dakiten horietakoak. Hala, askotan egiten zuten talka; baina, ezin esan gaizki moldatu zirenik. 1938ko udako gauetan, lanetik etxerako bidean, gai bera zerabilten behin eta berriz: bakterioen kontrako substantzia naturalak.

Substantzia horien ikerketa sistematiko bat egiteko asmoz bibliografia zientifikoa errepasatzean hainbat adibide aurkitu zituzten. Eta haien artean zegoen hamar urte lehenago Alexander Fleming ikertzaile eskoziarrak zortea lagun aurkitutako penizilina.

Flemingen lana irakurtzen ari zela, Chaini neska baten irudia etorri zitzaion, batbatean. Dunn School-eko langileetako bat gogoratu zuen, korridorean zehar erretilu batekin; eta, erretiluan, lizunak. Neska harekin hitz egitera joan zen Chain: "Inoiz ikusi dizudan lizun hori... zer da?". Eta neskak "*Penicillium notatum*" ahoskatu orduko Chainek, "Hori da Flemingek 1928an aurkitu zuena". "Bai, hark eman zigun lagin bat, eta geroztik bizirik mantendu dugu".

Taldea buru-belarri hasi zen lizun harekin lanean. Norman Heatley biokimikariak gogotsu ekin zion lizunak erein eta hazteari. Eta, buruhauste handien ondoren, Chainek eta Edward Penley Abraham-ek penizilina erauztea lortu zuten. Azkenean hantxe zeukaten hauts marroi hura. Oso gutxi zen, baina Florey eta Margaret Jennings gaztea has zitezkeen bizidunetan probak egiten.

Zortzi saguekin egindako esperimentuak argi utzi zuen hauts hark infekzio hilgarriak senda zitzakeela. Eta hori ia miraria zen garai hartan. Berehala eskala handiagoan probak egin behar zituztela esan zuen Floreyk. "Kontuan izan —esan zuen— gizakira iritsi behar dugula. Hori lortu arte, hau guztia laborategiko bitxikeria bat besterik ez da izango; Flemingen onddoa zen bezala. Eta gizakia sagua baino 300 aldiz handiagoa da".

Gerra-garaia zen, ez zen erraza behar ziren baliabideak lortzea, eta inguruan aurkitutako mota guztietako ontziak erabili zituzten lizuna hazteko: botila, erretilu, gaileta-kaxa, plater... Eta konturatu ziren lizuna hazteko ontzirik onenak ospitaleetako pixontziak zirela.

1940ko ekainaren bukaeran hasi ziren sagu gehiagorekin probak egiten. Floreyk eta James Kent-ek saguei begira pasatzen zuten eguna, eta ordu batzuk baino ez zuten lo egiten, laborategian bertan. Substantzia haren boterea baieztatzen ari zen.

Bitartean, bonbaketari alemaniarrak Ingalaterrako zeruetan zebiltzan. Inbasioa guztien buruetan zegoen. Eta taldeko zientzialariek erabaki bat hartu zuten: okerrena gertatzen bazen, buruan eramango zituzten erauzketaren sekretuak,

eta arropetan lizunaren esporak. Floreyk berokiaren forruan igurtzi zituen esporak; Heatleyek trajearen poltsikoan.

1941eko urtarrilean, Ethelek ospitaleko gaixo baten berri eman zion senarrari: Albert Alexander, hilzorian zegoen. Arrosa baten arantzarekin zauritu ondoren, estafilokokoek eta estreptokokoek gorputza inbaditu zioten. Floreyk bere laborategietako penizilina guztia jarri zuen gizon hura sendatzeko. Eta gizonak hobera egin zuen, nabarmen. Baina ez zuten nahikoa penizilina, eta gizonaren gernutik berreskuratzeko ahaleginak ere ez ziren nahikoa izan.

Penizilina askoz eskala handiagoan ekoiztea lortu behar zuten. Baina bonbardaketek hondatutako Ingalaterran ez zuen horretarako baliabiderik aurkitu Floreyren taldeak.

Okerrena gertatzen bazen, buruan eramango zituzten erauzketaren sekretuak, eta arropetan lizunaren esporak. Floreyk berokiaren forruan igurtzi zituen esporak.

Ekainaren 26an, Oxfordetik atera ziren Florey eta Heatley. Lehenengoaren maletan, lizunaren esporak eta penizilina-anpoilak zeuden. Estatu Batuetara zihoazen, penizilina ekoizteko laguntza eske.

Estatubatuarrek penizilina gehiago ekoiztiko zuten eta tanga handietan ongi haziko ziren onddo berriak bilatzeari ekin zioten. Munduan zehar sakabanatuta zeuden armadako pilotuei agindu zieten haien baseak zeuden lekuetako lizunak ekartzeko. Ehunka onddo berri lortu zituzten, baina ez zuten Flemingenaren errendimendua hobetzen.

Inguruko bizilagunei ere eskatu zieten zapata hezeetan, fruitu usteletan, gaztan, ogian eta abarretan aurkitzen zituzten lizunak eramateko. Mary Hunt-ek inork baino serioago hartu zuen lan hura, eta Marilizun ezizena ere jarri zioten. 1943ko udan, fruta-denda baten atzeko meloi ustel batean lizun berri bat topatu zuen Marilizunek. Lizun hark Flemingenarenak baino askoz errendimendu handiagoa zuen. Eta ekoizpena izugarri handitu zen.

Penizilinaren erabilera zabaltzen ari zen. Floreyk eta emazteak penizilinarekin sendatutako gaixoen zerrenda luzea zuten, eta soldadu aliatuentzat ere arma garrantzitsu bihurtzen ari zen. Lehen heriotza eragiten zuten zauri asko sendatu egiten ziren orain.

Penizilinak bizitza asko salbatu ditu geroztik. Eta horrek kezka ere sortu zion Floreyri, azkenerako. 1967an, hil aurreko urtean, esan zuen: “Esan daiteke neurri batean populazio-eztandaren erruduna naizela... hori da mende honetan munduak izango duen arazorik suntsitzaileenetako bat”.●

Kepa Altonagak gomendatuta

EBOLUZIOA IRAKURGAI

Guillermo Roa Zubia
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

IKER AZURMENDI

The Song of the Dodo
David Quammen
Scribner
234 x 155 mm
ISBN: 0-684-82712-3

El cuento del antepasado
Richard Dawkins
Antoni Bosch
230 x 150 mm
ISBN: 978-84-95348-28-9
Jatorrizko izenburua:
The tale of the ancestor

Un Dinosaurio en un Pajar
Stephen Jay Gould
Crítica
226 x 152 mm
ISBN: 978-84-74238-10-5
Jatorrizko izenburua:
Dinosaur in Haystack

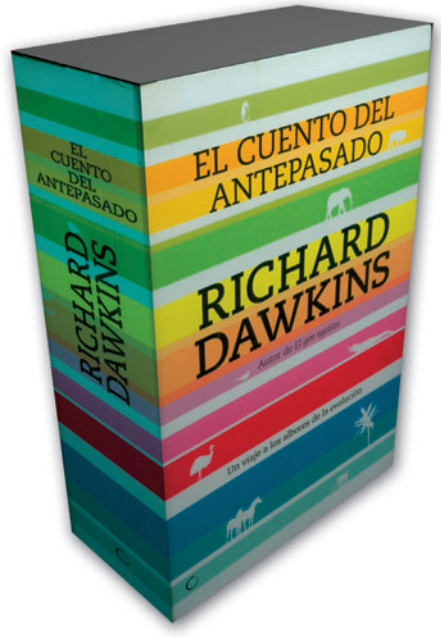
Kepa Altonagak zoologia irakasten du Euskal Herriko Unibertsitatean. Hari eskatu diogu zientzia-liburuen gomendio bat egiteko. Alde batetik, hiru dibulgazio-liburu gomendatu dizkigu, eta, bestetik, fikziozko bi. Aipatzekoa da gomendioen artean Richard Dawkins-en liburu bat dagoela, Stephen Jay Gould-en liburu batekin batera; eboluzioaren bi ikuspegi ezberdin dira, askotan kontrajarriak, baina biak oso interesgarriak.

Lehen liburua David Quammen estatubatuarraren *The Song of the Dodo* da. "Zoragarria da" esaten du Altonagak. Eboluzioan interesa duen edozeinentzat da interesgarria liburua. Datu deigarri batetik abiatzen da: uharteetan askoz espezie gehiago desagertzen da beste tokietan baino. Quammenek hainbat uharte eta artxipelagoren kasuak aztertzen ditu, eta saiatzen da lurraldearen azaleraren eta espezie-kopuruaren arteko erlazio bat bilatzen. Analisian, gizakiaren eskuak ere garrantzi handia du.

The tale of the ancestor da bigarren liburua (*El cuento del antepasado* gaztelaniazko argitalpenean). Eboluzioan atzeranzko bidaia bat da, gizakietatik abiatuta. Idazleak, Richard Dawkins ingelesak, formatu hori eman dio liburuari, kontrako bideari jarraituz gero oso ikuspuntu antropozentrikoa lortzen baita; gizakietara bideratzen duen eboluzioaren ikuspuntua saihestu nahi izan du modu horretan. Haren ustez, bidaia atzerantz eginda, aldiz, eboluzioaren edozein adarretik abiatuta ere, helmuga lehen biziduna da, beste bizidun guztion arbasoa (*ancestor*). Gizakietatik abiatuta, berrogei bidegurutze daude eboluzioaren bidean lehen arbaso hartaraino; Dawkinsek bidegurutze horiek guztiak hartzen ditu liburuaren haritzat.

Hirugarren liburua Stephen Jay Gould estatubatuarraren *Dinosaur in Haystack* da (*Un Dinosaurio en un Pajar*). Goulden hogeita hamalau saiakeraren bilduma bat da; haietako batek ematen dio izenburua liburu osoari. Saiakera horietan eboluzioari berari buruzko gogoeta apartak daude; eta gai horretatik abiatuta beste esparru askotara eramaten gaitu Gouldek, literaturara adibidez. Aipatzekoa da Frankensteini eta Mary Shelley idazleari buruzko saiakera bat.

Eboluzioari buruz irakurtzeko beste aukera bat da fikziozko liburuen bitartez egitea. Altonagak John Darnton idazlearen *Darwin Conspirancy* (*El secreto de Darwin*) eta Harry Thompsonen *To The Edge of the World* (*Hacia Los confines del mundo*) gomendatzen dizkigu. ●



SATORRAK ILARGIAN

dani fano

Ilargiaren efemerideak

1 14:27an, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin 0,0°-ra.

2 07:31n, Ilbetea. Urteko altuena da.

4 14:20an, perigeotik pasatuko da (Lurrarekiko distantziarik txikiena).

5 03:19an, beheranzko nodotik pasatuko da.

6 23:51n, konjuntzio geozentrikoan Marterekin 5,1°-ra.

9 00:14an, Ilbehera.

12 Gehieneko librazioa latitudean (l = –5,96°) eta longitudean (b = 6,73°).

16 12:03an, Ilberria.

18 07:52an, konjuntzio geozentrikoan Merkuriorekin, 1,4°-ra.

16:43an, goranzko nodotik pasatuko da.

20 14:46an, apogeotik pasatuko da (Lurrarekiko distantziarik handiena).

21 12:09an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin 3,8°-ra.

24 17:37an, Ilgora.

26 Gutxieneko librazioa latitudean (b = –6,80°) eta longitudean (l = –7,25°).

29 01:17an, hil honetan bigarrenez, konjuntzio geometrikoa Pleiadeekin, 0.0°-ra.

31 17:15ean, Ilargiaren eklipse partziala; haren diametroaren % 8 baino ez da izango.

19:14an, Ilbetea. (Urtarrilaren 1ean, 12:29an, Beheranzko Nodotik igaroko da. Bi gertakari horien hurbiltasunak eragingo du eklipse partziala).

abendua 2009

A	A	A	O	O	L	I
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Zerua

2009ko abenduaren 15eko egunsentikoa

Ekialdea

Beste efemeride batzuk

1 Asteartea. Eguerdian, 2.455.167. egun juliotarra hasiko da.

Abenduaren 1etik 14ra izango dira urteko ilunabarrik goiztiarrenak.

9 Monozerotida izeneko izar iheskorren maximoa; azaroaren 27tik abenduaren 17ra egongo dira aktibo. C/1917 FI Mellish kometarekin lotuta daude.

14 Geminida izeneko izar iheskorren maximoa; abenduaren 7tik 17ra egongo dira aktibo. Geminidak 3200 Phaeton asteroidearekin lotuta daude.

18 Hejiraren 1431. urtearen hasiera egutegi musulmanean.

Eguzkia, itxuraz, Saggitarius konstelazioan sartuko da (266,47°).

21 Astrologiaren arabera, Eguzkia Capricornusen sartuko da (270°).

17:46an, abenduko solstizioa. Ipar hemisferioan negua hasiko da. Urte-garai honetan du Eguzkiak deklinaziorik handiena Ekliptikatik hegoaldera, eta eguerdiko zeruan gutxien igotzen den garaia da.

22 Ursida izeneko izar iheskorren maximoa; abenduaren 17tik 26ra egongo dira aktibo. 8P Tuttle kometarekin lotuta daude.

25 12:00etan, denboraren ekuazioa zero izango da.

Planetak

Ikusgaiak

Goizez: Artizarra (hilaren 15a baino lehen), Marte eta Saturno.
Arratsaldez: Merkurio (hilaren 25a baino lehen) eta Jupiter.
Gauez: Marte eta Saturno.

Merkurio

Hilaren 14a eta 26a bitartean, Eguzkia baino ordu eta erdi geroago sartuko da. Hilaren 18an elongazio maximoan egongo da, Eguzkitik 20°-ra, eta magnitude negatiboa izango du. 17 h eta 19 h bitarteko igoera zuzena. -25° eta -21° bitarteko deklinazioa. Ophiuchusetik Sagittariusera igaroko da. -0,5tik 1,6ra jaitsiko zaio magnitudea hilabetean zehar.

Hilaren 18an, Ilgoraren ondoan ikusi ahal izango da.

Artizarra

Eguzkia baino ordubete lehenago agertuko da hilaren 1ean, eta minutu batzuk lehenago bakarrik hilaren 31n. Hortaz, hilaren 15az gero ezingo da ikusi. Otsailaren hasieran ikusiko da berriro, arratsaldeko zeruan. 16 h eta 18 h bitarteko igoera zuzena. -19°-tik -23°-ra bitarteko deklinazioa. Libran hasiko du hila, eta Scorpiusera, Ophiuchusera eta Saggitariusera igaroko da gero. –3,9ko magnitudea izango du.

Marte

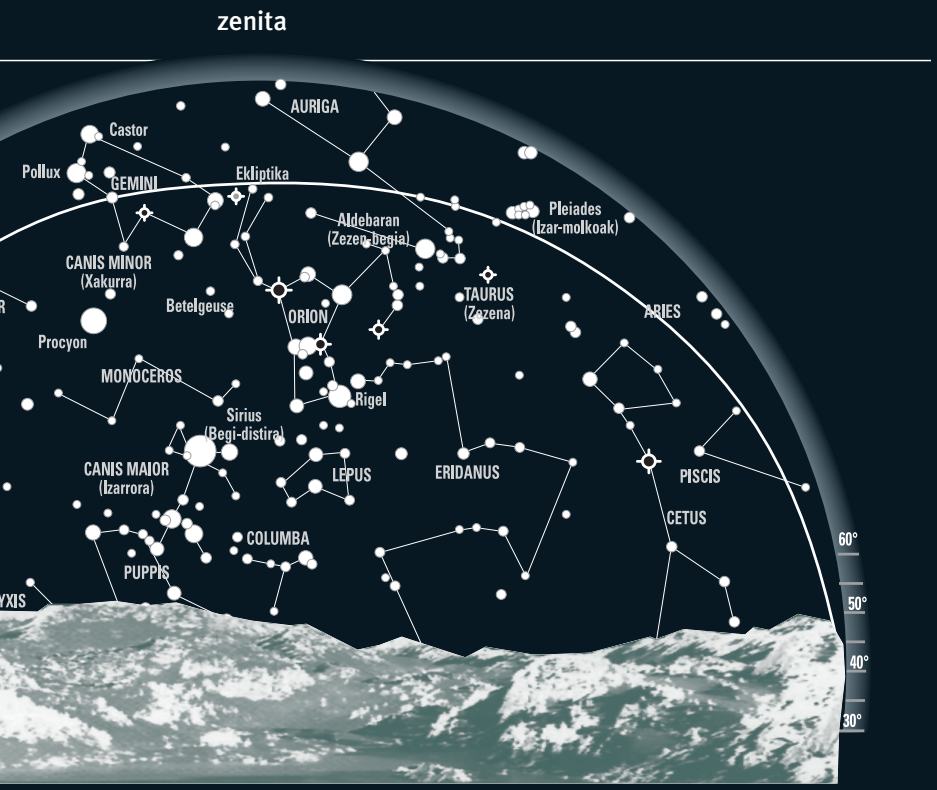
Gero eta goizago irtengo da, Eguzkia sartu eta ordu batzuk geroago, eta Leoren konstelazioan zehar mugituko da. Hilaren 15ean, 21:30ak aldera ikusiko da ekialde ipar-ekialdeko horizontearen inguruan. Hilaren 31n, gauerdian, hegoaldeko horizontetik 60°-ra egongo da. Hilaren 20an egonkor aurkituko da, mendebalderanzko erretrogradazio-begizta hasteko. 9 h-ko igoera zuzena. +18°-ko deklinazioa. Hil osoan Leon izango da. Magnitudea 0,2tik 0,7ra aldatuko zaio.

Hilaren 6an, 23:51n, Ilbeheraren ondoan ikusi ahal izango da.

Jupiter

Gure meridianoaren gainean egongo da ia, Eguzkia sartzen denean. Horren sateliteen ezkutatzeetako bat ikusi ahal izango da

J. Minguez
Aranzadi Zientzi Elkartea



oraindik. 21 h eta 22 h bitarteko igoera zuzena. –15° eta –13° bitarteko deklinazioa. Capricornusen. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat, -2,2etik –2,1era.

Hilaren 20an, 20:05ean hasita, Iok Europa eklipsatuko du 4,0 minutuz.

Hilaren 21ean, Ilgoraren ondoan ikusi ahal izango da.

Saturno

Gure meridianoaren gainean egongo da Eguzkia irteten den orduan; hortaz, gauaren bigarren erdialdean ikusi ahal izango da. Eraztunen inklinazioa +4,3°-tik +4,9°-ra aldatuko da hilabetea igaro ahala. 12 h-ko igoera zuzena. +0°-ko deklinazioa. Hil osoan Virgon izango da. 1,2tik 1,1era aldatuko zaio magnitudea.

Hilaren 10ean, egunsentia baino lehentxeago, hego-ekialdeko horizontean ikusi ahal izango da, Ilbeheraren ondoan.

Hilaren 5ean, 06:03an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 13an, 02:34an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 21ean, 05:35ean, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 29an, 01:54an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Urano

Zerua erabat ilun egonez gero, begi hutsez ere ikusi ahal izango da. 23 h-ko igoera zuzena. –03°-ko deklinazioa. Piscis eta Aquariusen arteko mugan izango da, 5,8 eta 5,9 arteko magnitudearekin.

Neptuno

Aurreko hilean bezala, teleskopioarekin lokaliza daiteke, Jupiterretik are hurbilago, eta harekin konjuntzioan egongo da hilaren 20an. 21 h-ko igoera zuzena. –14°-ko deklinazioa. Capricornusen izango da, eta 7,9 eta 8,0 bitarteko magnitudea izango du.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 1ean, Perseuseko Algol izar aldakorraren distira minimoa; 3,3ra iritsiko da haren magnitudea. Hileko gainerako minimoak 4an, 6an, 9an, 12an, 15ean, 18an, 21ean, 24an, 27an eta 29an izango dira. Izar aldakor gisa identifikatutako lehen izarretako bat izan zen Algol. Maximoan, 2,1eko distira du; beraz, erraz ikusten da begi hutsez hirietako erdipurdiko zeruetan ere. Horrela, errazagoa da haren jarraipena egitea. Haren distira-aldaketa egiaztatzeko, hurbileko Almach (Gamma Andromeda) izarrarekin erka daiteke; 2,1eko magnitudearekin, egonkorra da Almach.

Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorraren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,18 egunean behin. Hilaren 9an, 16an, 23an eta 30ean izango dira beste maximoak.

Hilaren 3an, Delta Cephei izar aldakorraren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 8an, 14an, 19an, 24an eta 30ean izango dira beste maximoak.

Europan, Lurraren orientazioa egokia izango da Ilargirik gabeko arratsaldeetan argi zodiakala ikusteko. Argi ahuleko kono bat da, eguzki-argia planeten inguruan orbitatzen duten partikula mikroskopikoen gainean islatzen denean sortua. Horizontearen 10-20° hartzen ditu, eta 40-60° ere igotzen da ekliptikatik. Behatzeko, jakina, ezinbestekoa da zeruan argi-poluziorik ez izatea.

Hilaren 29an, Ilargiak Pleiadeen kumulu irekiko izarrak ezkutatuko ditu bata bestearen ondoren.

Hilaren 31n, urte-amaieran, Ilargi-eklipse partziala izango da. Lurraren itzalak partzialki ilunduko du gure satelitearen hegoaldea (% 8 bakarrik). Ilunantza 17:15ean agertuko da. Eta itzala 18:52an. Eklipsearen punturik gorena 19:22an izango da. Itzalaren bigarren agerpena 19:54an izango da, eta ilunantzaren azken agerpena 21:30ean.

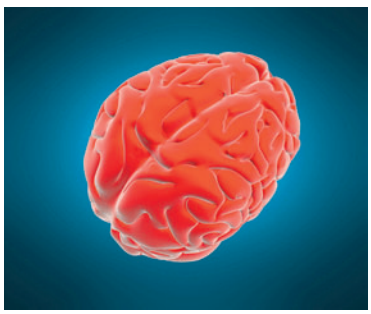
Teleskopioarekin:

Hilaren 20an, 20:05ean hasita, Iok Europa eklipsatuko du 4,0 minutuz.

* Gehitu ordubete denbora ofiziala kalkulatzeko.

Uhin elektromagnetikoak eta osasuna

Telefono mugikorrek, telekomunikazio-antenek eta egunero erabiltzen ditugun beste hainbat aplikaziok uhin elektromagnetikoak igortzen dituzte. Hala, artifizialki sortutako eremu elektromagnetikoak Lurrak berez duenari gehitzen zaizkio, eta badira osasunerako kaltegarriak izan daitezkeela susmatzen duten pertsonak. Badago kezkatzeko arrazoirik? Zer ondorio atera dira egindako ikerketetan, eta zer diote adituek?
ARG.: DANEL SOLABARRIETA.



Garun asimetrikoaren onurak eta kalteak

Animalia handi guztien garunak bi hemisferiotan banatuta daude. Aspalditik jakina da hori. Baina, azken hamarkadetan, adituek aurkitu dute animalia askotan funtzio ezberdinak dituztela hemisferio horiek. Gizakiak bezala, garun asimetrikoa dute ornodun guztiek eta ornogabe batzuek. Abantailak ditu egitura horrek, baina, orain, adituak ohartu dira desabantailak ere izan ditzakeela. ARG.: ©SEBASTIAN KAULITZKI/123RF.

Elkarrizketa Kate Millarri

Animaliekin egiten diren ikerketak, zelula amekin egiten direnak, azterketa genetikoak eta haien aplikazioak nekazaritzan, abeltzaintzan edo giza osasunean... Halako gaien alderdi etikoek eztabaida bizia eragin dute azken urteotan. Kate Millar kezka horiei erantzuten saiatzen da; hain zuzen, Nottingham Unibertsitateko Bioetika Aplikatuko Zentroaren zuzendaria eta elkartearen zuzendaritza-taldeko kide da bera. ARG.: LUIS JAUREGIALTZO/ARGAZKI PRESS.

Argitaratzailea:

Elhuyar Fundazioa
Zelai Haundi, 3.
Osinalde industrialdea
20.170 USURBIL (Gipuzkoa)
tel. 943 36 30 40;
Faxa: 943 36 31 44
www.zientzia.net/elhuyar

zientziaren ELHUYAR komunikazioa

Zuzendaria: Eider Carton, eider@elhuyar.com

Erredakzio-burua: Egoitz Etxebeste, egoitz@elhuyar.com

Zientzia-arduraduna: Guillermo Roa, willy@elhuyar.com

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

Hizkuntza-arduradunak: Eider Arrizabalaga, Sagrario Barandiaran, Saroi Jauregi eta Alfontso Mujika.

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga, Nerea Korta, Irati Kortabitarte, Oihane Lakar, Nagore Rementeria, Guillermo Roa.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Dani Fano, Ibon Galarraga, Igor Leturia, Anil Markandya, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzi Elkartea), Alvaro Moreno, Gorka Orive, Jon Zarate.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: ©Gorgev/123RF

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

Banaketa: Guinea-Simo (Bilbo); Elkar (Donostia); Badiolan Difusion S.L. (Irun); Distribuidora Gorbea (Gasteiz).

Harpidetzak: Izaskun Etxebeste, izaskun@elhuyar.com
Euskal Herria eta Espainia: 49,50 €*. Beste Herriak: 74 €*.
+ Ordenagailu eramangarrirako motxila opari.
Ale atzeratuak: 2,85 €.

* Oparia baino nahiago baduzu, % 15eko deskontua egingo dizugu harpidetza-sarian.

© Elhuyar Fundazioa
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 213-3687
Elhuyar Fundazioak aldizkarian adierazitako esanen eta iritzien erantzukizunik ez du derrigor bere gain hartzen.

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
KULTURA SAILA

Gipuzkoako Foru Aldundia

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
INGURUMEN, LURRALDE PLANGINTZA, NEKAZARITZA ETA ARRANTZA SAILA

Gipuzkoako Foru Aldundia
Landa Ingurunearen Garapeneko Departamentua

BFA DFB Bizkaiko Foru Aldundia Diputación Foral de Bizkaia

kutxa

IKERLAN Koop. Elk.; LAGUN ARO Koop. Elk.; ORONA Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.; ALECOP Koop. Elk.; EKIN Koop. Elk.

ELHUYAR
FUNDAZIOAREN
ESKUTIK:

TEKNOPOLIS

ZIENTZIA
ETA TEKNIKAREN
DIBULGAZIO-MAGAZINA

astero-astero
etbn

ASTEAZKENETAN
etb 3 21:30ean

IGANDEETAN
etb 1 20:00etan
etb 2 11:30etan

ELHUYAR fundazioa

ZIENTZIA NEURRI - NEURRIRA

CAF ELHUYAR sariak 09

KATEGORIAK:

- Dibulgazio-artikulu originalak
- Gazteei zuzendutako zientzia-narrazioak
- Zientzia-kazetaritzaren arloko lanak

Informazio gehiago eta oinarriak:
http://www.elhuyar.org/zientziaren-komunikazioa

CAF

ELHUYAR fundazioa