

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50
euro



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

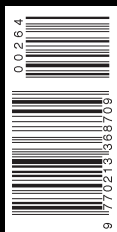
2010eko maiatz
264

Elkarrizketa:
Pedro Miguel Etxenike

Zamalekuak
kresalak jandako ondarea

Pubertaroko erlojua
aurreratuta?

ZERK EGITEN GAITU PERTSONA?



Gure helburua **INGURUMENA** zaintzea da



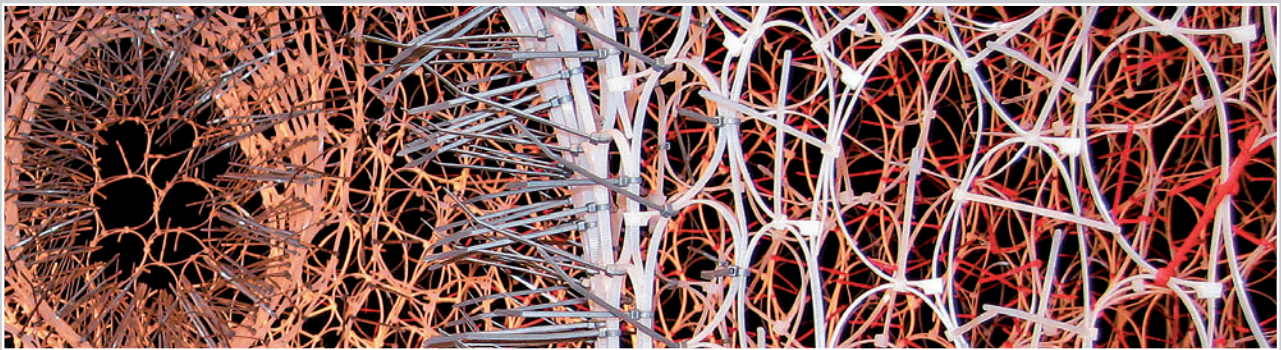
Bizkaiko Foru Aldundia
Diputación Foral de Bizkaia

BIZKAIA
BIZIA
LLENA
DEVIDA

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

“*I*deia onek berezko bizia dute” 21



“*A*urrekoak zer pentsatzen zuen intuitu zuenean sortu omen zen gizakia” 42

“*A*ldarrikatzen du oraindik ez garela gizaki” 48

“*E*dozeinek eduki ditzake bere datu genetikoak” 52

“*B*ihotza lanean ikusi zuen, eta odolaren bideari jarraitu zion” 57

“*N*eure heriotza ikusi dut!” 59

Gizatasunaz

Nor naiz? Nor gara? Zerk egiten gaitu pertsona? Galderaren formak bere horretan iraun du gizaki baten buruan sortu zenez geroztik, pertsona-multzo batek elkarri lehenengoz galdegin zionetik. Zenbaki honetarako prestatu dugun artikulu-sortaren sarreran esaten dugu: “*Homo sapiens*. Gizakia, pertsona. Bere buruari zerk egiten duen berezi galdetzen dion animalia bakarra”. Ezin dugu ziurtasunez baieztatu gure arbasorik zaharrenek ere jakin nahi zutela hori, baina milaka urtetan lagun izan dugu geure izaerari buruz jakiteko mina. Eta milaka urte horietan, garaian garaiko jakintzak, ezjakintasunak eta mitologiak moldatu dituzte erantzunak.

Arima, kontzientzia, barne-nia, adimena, hizkuntza, kultura, jainkoa... jarri ditugu gizatasunaren, giza izaeraren muinean; eta jartzen ditugu oraindik ere. Beste izaki guztietatik aparte gehienetan, gainerako bizidun guztien artean azkenaldian. Izan ere, galderaren formak bere horretan iraun duela esan dugu hasieran; baina, esanahia, aldiz, asko aldatu da. Gizakiaren apartekotasunaren azalpenak, frogak, oinarriak bilatu izan ditugu maiz “Zerk egiten gaitu pertsona?” galderaren erantzunetan, jainkotiarrek ez baginen, apartekoak izan behar genuelako sikiera.

Jakintza mitologiari gailendu zaion heinean, berriz, natura, bizia, unibertsoa, garuna eta genoma ezagutu ahala, bereizgarri bilakatu dira berezitasunak: arruntak asko, bakanak zenbait, geurea bakarrik den baten bat (beharbada). Asko —ia denak— ez ditugu sakon ezagutzen, baina, gaurgero, zalantzarik gabe dakigu gure izaera naturak emana dela, eta hautespen naturalaren ondorio direla jainkoa, kultura, hizkuntza, adimena, barne-nia, kontzientzia eta arima, eskuetako bost hatzak edo gibela bezala.

Hain zuzen ere, zientzia izan da —gizakion bereizgarri horietako bat— nor eta zer garen erakusten ari zaigun diziplina, eta, horixe da bidea. Jesús Mosterin filosofoaren hitzak hartuta, hura garatzetik etorriko da aseko gaituen azalpena, garunaren eta geneen funtzionamendua ulertzen dugunean. Milaka urteren ondoren, pertsona zerk egiten gaituen jakiteko tenorean gaude, azkenean.



Eider Carton Virto

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia*
aldizkariaren
zuzendaria

20

Pedro Miguel Etxenike

2000ko apirilaren 27an inauguratu zuten Donostia International Physics Center zentroa, DIPC. Dagoeneko, hamar urte egin ditu, eta atzera begiratzeko aukera izan dugu Pedro Miguel Etxenike zentroaren zuzendariarekin.



33

ZERK EGITEN
GAITU PERTSONA?

Galderak ez du erantzun bakarra; zientzia-alor askotatik bilatu izan da erantzuna, eta alor horien banean aditua edo pentsalaria zein den, era guztietako erantzunak topa daitezke.

Guk ingurukoen iritzia bildu nahi izan dugu, eta, hala, genetista, hizkuntzalari, psikobiologo, filosofo eta antropologo batzuegana jo dugu, erantzun bila.

18

Interneteko bilatzaileak

etengabeko eboluzioa

Internet ezagutza-banku erraldoi horretan, bilatazailerik gabe galduta geundeko. Hasieran hitzen bilaketa hutsa egiten zuten, baina gero eta aukera gehiago ematen dituzte. Eta bilatzaile-mota berriak ere hasi dira agertzen.



24

Pubertaroko erlojua, aurreratuta?

Haurrak nerabezaroan sartzen diren adina gero eta goiztiarragoa dela esaten da askotan. Ikerketa batzuen arabera, kanpoko eragileen ondorioz nesken pubertaroa aurreratzeko joera nabari da azkenaldian.

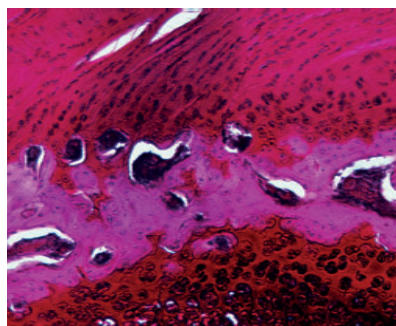
Zamalekuak

garai bateko industriaren azken katebegiak

Meatzeen eta itsasontzien arteko azken katebegiak dira zamalekuak. XIX. mendearen bukaeran sortu zituzten, garaiko industriaren beharra asetzeko, eta meatzaritzarekin batera bilakatu ziren. Gaur egun, haietako batzuen hondakinak baino ez dira gelditzen.



28



56 Esperimentu odoltsuak

William Harvey eta Ivan Pavlov zientzialariek esperimentu odoltsuak egin zituzten ikerketan. Bi adibide besterik ez dira; baina aipatutako bi kasuak funtsezko jakintza eman ziguten esperimentuak izan ziren.

aurkibidea]

4 **FLASHA**
75.000 lotura

6 **ALBISTEAK**

16 **MUNDU IKUSGARRIA**
Islandia, hotzean bero

18 **MUNDU DIGITALA**
Interneteko bilatzaileak, etengabeko eboluzioa

22 **ELKARRIZKETA**
Pedro Miguel Etxenike

24 **Pubertaroko erlojua, aurreratuta?**

28 **Zamalekuak, garai bateko industriaren azken katebegiak**

32 **ZERK EGITEN GAITU PERTSONA?**

34 *Homo sapiens*

40 **Hitzak egiten gaitu**

44 **Muinean gizartea**

47 **Filosofatzen**

ANALISIA

52 **Genoma pertsonalen balioa edo baliorik eza.** ASIER FULLAONDO.

54 **Analisi genetikoak praktika klinikoan.** PILAR NICOLÁS.

56 **GOGOETAN**
Esperimentu odoltsuak

58 **ISTORIOAK**
Röntgenen izpiak

60 **LIBURUTEGIA**
Ur-ingeniaritzako proiektu handiak

61 **UMORE GRAFIKOA**
Satorrak Ilargian

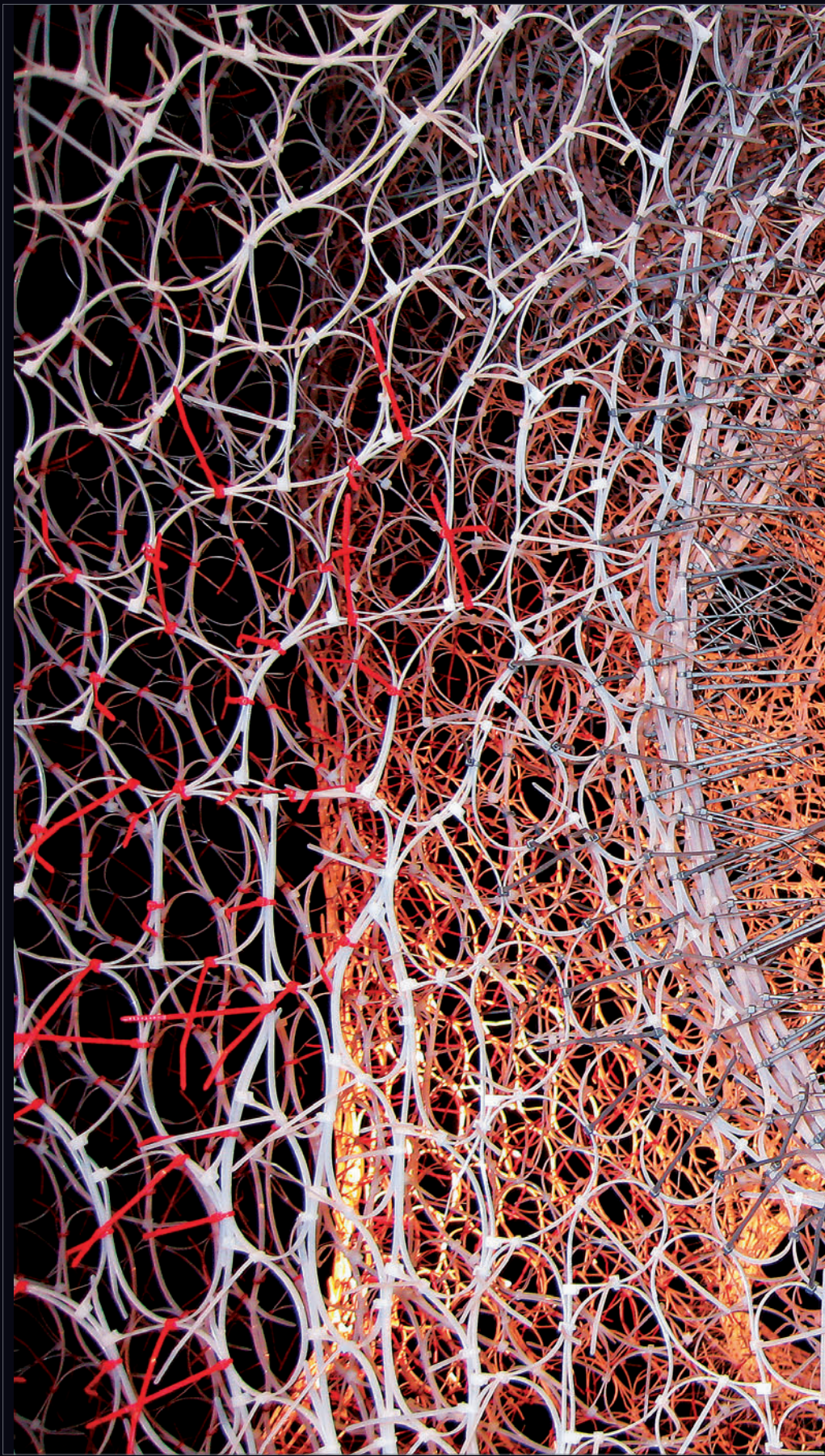
62 **ASTRONOMIA**

64 **HURRENGO ZENBAKIAN**

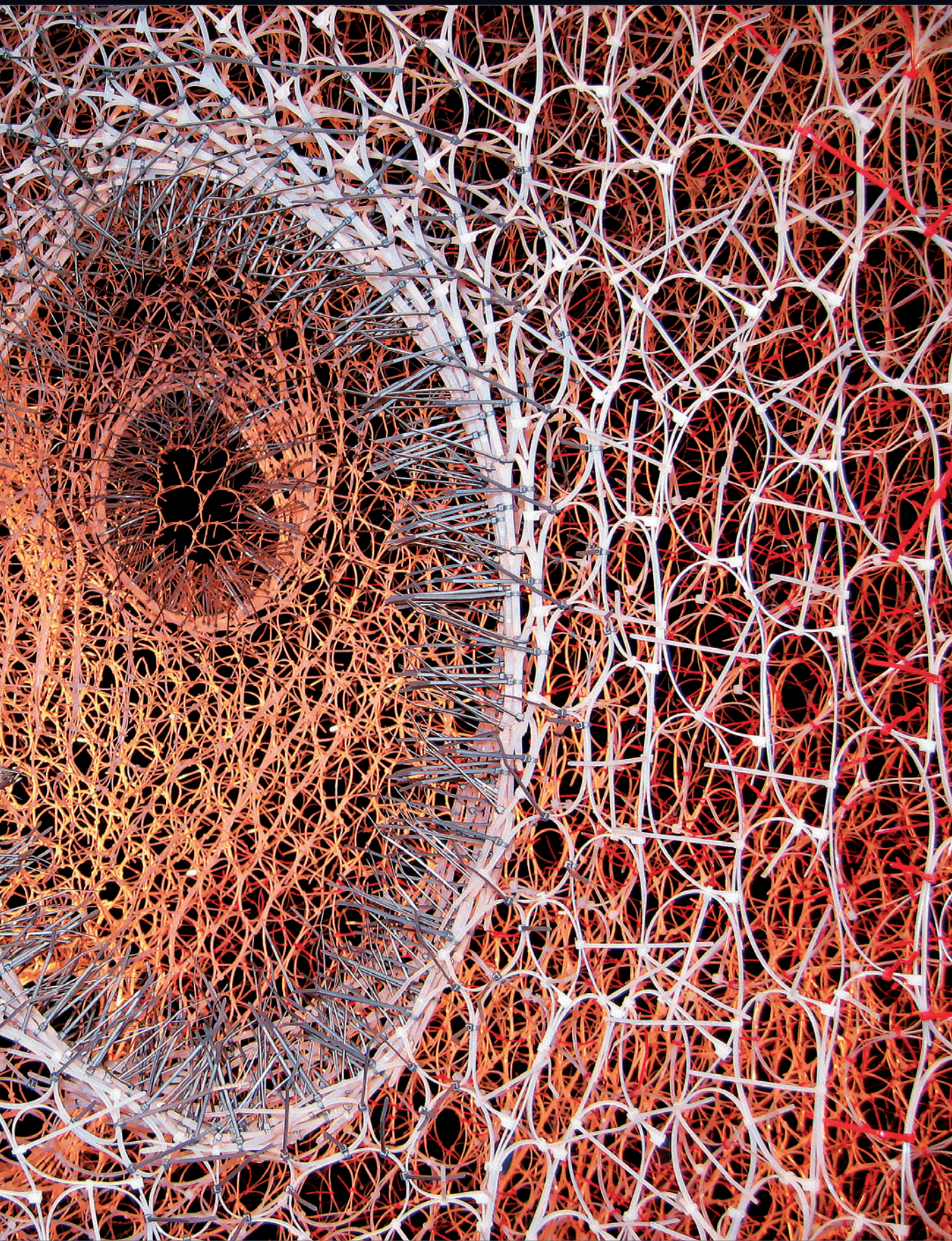
75.000 lotura

Elkarri lotutako 75.000 plastikozko brida, biriketako zelulen hazkuntza irudikatzeko. 2009 Science/NSF International Science & Engineering Visualization Challenge lehiaketako ilustrazioen ataleko lehenengo saria irabazi du, lan honekin, Pennsylvaniako Unibertsitateko Peter Lloyd Jones biologoaren eta Jenny E. Sabin arkitektoaren taldeak.

Datu-multzo handiak irudikatzeko modu berriak bilatu nahi ditu Jonesen eta Sabinen taldeak, eta horren adibidea da 3,5 m altu den eskultura hau. Kasu honetan, abiapuntua ordenagailu bidez egindako simulazio bat izan zen, biriketako zelulek proteinazko matrize batean haztean eragiten dituzten indarren kalkulu bat. Eta simulazio hori eredu hartuta lotu zituzten plastikozko bridak. Hala, simulazioaren datuak pantaila batean ikusi baino zerbait gehiago egiteko aukera ematen du lan honek; datu horien guztien artean ibil daiteke behatzailea, eta eskuekin uki ditzake.



PETER LLOYD JONES, ANDREW LUCIA, ANNETTE FIERRO, AND JENNY E. SABIN, UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA'S SABIN + JONES LAB STUDIO



John T. Tate, 2010eko Abel saria

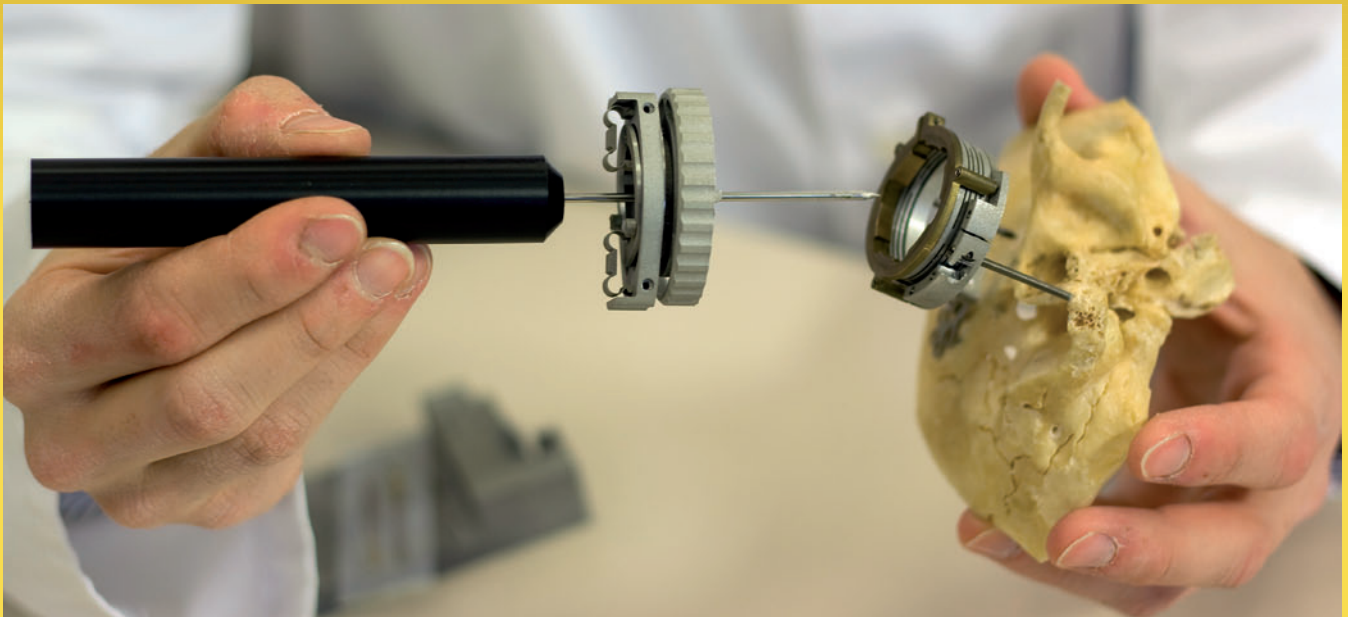
Norvegiako Zientzien Akademiak eman dio 2010eko Abel saria John T. Tate estatubatuarrari, “zenbakien teoriaren esparruan haren lanak izan duen oihartzun handi eta iraunkorragatik”. Matematikaren esparruko sari handienetako bat da Abel saria; 6 milioi koroa norvegiarreko ordainsaria du, hau da, 730.000 euro inguru. ●

Berorik gabeko kimika

NIST institutuko fisikari batzuek erreakzio kimiko bat eragin dute 500 nanokelvineko tenperaturan, hau da, ia zero absolutuan. Esperimentu horren helburua izan da erreakzioari energia termikoaren ekarpena kentzea eta efektu kuantiko soilak ikustea. Bi rubidio-atomoz osatutako molekula bat bi potasio-atomoz osatutako beste batekin erreakzionarazi dute rubidio eta potasio bana dituzten bi molekula emateko. Baina hori fisika kuantikoaren arauak baimentzen duten kasuetan bakarrik gertatu da; KRb molekulak fermioiak direnez, sortzen direnek egoera kuantiko ezberdinetan egon behar dute. ●

CEIT-IK4k tresna bat diseinatu du entzumen-arazoak dituzten pazienteak operatzeko

Zirujauai doitasun handiagoz lan egiteko aukera ematen die garatutako tresnak



NAFARROAKO UNIBERTSITATE KLINIKA

Tresna berri bat garatu dute CEIT-IK4ko ingeniariak eta Nafarroako Unibertsitate Klinikako medikuek barne-belarria doitasun handiz operatzeko, eta ebakuntzak entzumenean eragin ditzakeen kalteak txikitzeko.

Mikromaneigailu berezi bat da, kokleako inplanteen ebakuntzetarako bereziki egokia dena. Zehazki, mikromaneigailuaren helburua da zirujauari laguntzea dimentsio txikiko eta sentikortasun handiko gorputz-ataletan, kasu honetan, barne-belarrarian. Hatz txiki bateko azazkala baino txikiagoa da barne-belarria, eta oso egitura mehea eta hauskorra da.

Mikromaneigailuak aukera ematen du horrelako ataletan ebakuntzak zehaztasunez egiteko, kalterik eragin gabe. Bi zati ditu; bietako batek euskarri-lana egiten du beste zatia errentzat, eta, horretarako, pazientearen hezur tenporalari ainguratzen zaio torloju baten bidez; beste zatiak ebakuntzarako beharrezkoak diren fresaketa-tresnak ditu lotuta. Horien bitartez, zirujauak zulo bat egiten du pazientearen hezur tenporalean, barne-belarrira iristeko. Gainera, pieza metaliko malgu bat du erdialdean, zirujauak kontrol eta doitasun handiagoz egin dezan fresaketa, eskuaren berezko bibrazioak apaltzen baititu. ●

TEKNOSKOPIOA LEHIAKETAREN HIRUGARREN ETA AZKEN FASEA MARTXAN DA

Sortu zure bloga,
eta irabazi
ordenagailu
ultraeramangarri
bat!

14-18 urteko
gazteentzako
lehiaketa

Hirugarren fasearen
epea: apirilaren 1etik
maiatzaren 31ra



<http://www.zientzia.net/teknoskopia>



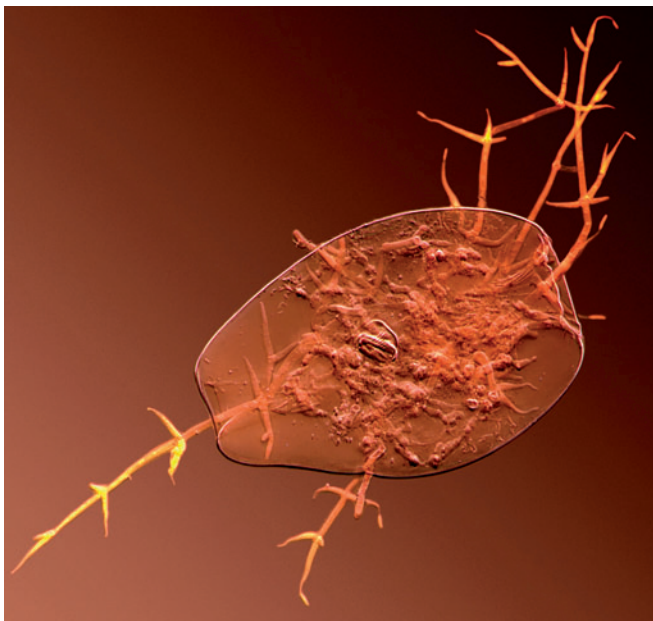
ELHUYAR
fundazioa

inno**basque**
berrikuntzaren euskal agentzia
agencia vasca de la innovación

theWeek
Astea la
Semana **9**

Lehorraldiek errotiferoei bizirik irauten lagundu diete

Onddo patogenoek baino hobeki jasaten dituzte lehorraldiak



Onddo batek infektatutako errotifero bdelloideo bat; onddoaren hifak ikus daitezke errotiferotik ateratzen. ARG.: KENT LOEFFLER, KATHIE T. HODGE ETA C.G. WILSON.

Zenbat eta denbora gehiago eman lehorraldian, orduan eta infekzio gutxiago pairatzen dituzte Bdelloidea klaseko errotiferoek, Cornell Unibertsitatean egindako ikerketa baten arabera. Haiek baino azkarrago eboluzionatzen duten patogenoen aurkako estrategia bat dela uste dute.

Izan ere, asexualki bakarrik ugaltzen den ur gezetako ornogabeak dira errotifero bdelloideoak. Ugalketa asexuala duten bizidunen eboluzioa mantsoagotzat jotzen da, ez baitute aukerarik ezaugarri genetikoak populazioan hedatzeko.

Bada, horregatik, zaurgarriagoak dira sexualki ugaltzen diren patogenoen aurrean, patogenoetan errazago hedatzen direlako errotiferoen kontrako estrategiak. Errotifero horien kasuan, zehazki, *Rotiferophthora angustispora* onddoak izugarritzko sarraskiak eragiten ditu haien populazioetan.

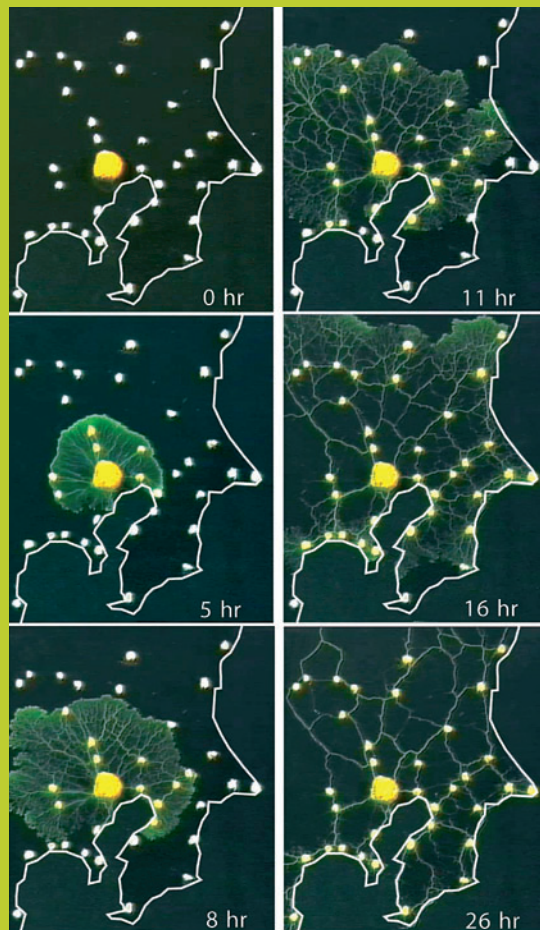
Abantaila ebolutibo horren aurrean, errotiferoek beste defentsa-mekanismo bat garatu dute: lehorraldietan onddoek baino gehiago irauten dute bizirik. Cornell Unibertsitatean egindako esperimentuetan ikusi zuten lehorraldian 14 egun edo gutxiago eman zituzten errotifero-populazioak guztiz suntsitu zituztela onddoek. 21 egun eman zituztenen artean, berriz, populazioen % 60k ez zuten infekziorik jasan, eta, hortik gora, gero eta gutxiagok. ●

Bide eraginkorrena? Lizunari galdetu

Physarum plycephalum lizunaren gogoko jakiak Japoniako mapa imitatuz kokatuta, eta lizuna bera Tokiori dagokion lekuan jarrita, Oxford Unibertsitateko ikertzaile batzuek ikusi dute Tokio eta inguruko herri eta hiri garrantzitsuenen arteko komunikazio-sarearen antzeko itxura hartzen duela lizunak, hazi ahala. Hortaz, lizunak oinarritzat hartuz trenbideak edo bestelako garraio-sareak diseinatzeko aukera egon liteke.

Physarum plycephalum lizun likatsua jateko modua da horren guztiaren azalpena. Lizuna, jatekoa topatzen duenean, adarkatu egiten da jateko partikulen gainean. Gehiago adarkatzeko garaian, aldiz, sinplifikatu egiten du sortutako sarea, eta mantenugai gehien jasotzen dituzten adarrak bakarrik uzten ditu.

Japoniako maparen esperimentua egin zutenean, hiri nagusiak mantenugai-iturri handiak bihurtu zituzten ikertzaileek (hiriei zegokien lekuetan arto-krispetak jarrita), eta 26 orduz behatu zuten lizunaren hazkuntza. Bada, ikusi zuten lizunak sortutako sarearen itxurak antz handia zuela Tokio inguruan eratuta dagoen trenbide-sarearekin. ●



SCIENCE/AAAS

Raul Ibáñez matematikaria, Jose Maria Savirón dibulgazio-saria

EHUko Raul Ibáñez matematikariak jasoko du Jose Maria Savirón dibulgazio-saria, matematika dibulgateko egin duen lanarengatik. Ibáñezek Divulgamat web-orria kudeatzen du (<http://www.divulgamat.net>), eta komunikabide askotan egiten ditu lankidetzak matematika dibulgateko.



Raul Ibáñez irratiari, Radio Euskadi Graffiti programan. ARG.: J. BILBAO/RADIO EUSKADI.

Ez da ohikoa dibulgazioa egitea unibertsitateko irakasleen artean. Ibáñezek bide hori hartu zuen, eta, dagoeneko, hamar urte egin ditu matematikaren dibulgazioan. “Unibertsitateek eta administrazioek zientzia-dibulgazioa garrantzitsua dela onartzea lortu dugu. Orain, gure lana aitortzeko garaia da, eta horregatik da garrantzitsua saria” dio Ibáñezek.

Hamar urte hauetako lana oihartzun handikoa izan da. “Esperientziak erakutsi dit egin dudan dibulgazioaren arrakasta gauza batean oinarrituta dagoela: publikoak baduela kultura matematikoan interesik, nahiz eta litekeena izan komunikabideek, administrazioek, fundazioek eta beste erakunde batzuek kontrakoa pentsatzea”.

Jose Maria Savirón saria zientziaren arloko Espainiako erakunde askok osatutako elkarte batek sortu zuen 2005ean, eta bosgarren edizio honetan matematikaren dibulgazioari ematea erabaki dute. ●

NORTEKO FERROKARRILLA

Elhuyar Fundazioaren eskutik
Zientzia
gertuago



Euskadi Irratian:
Astearteetan 21:00etan

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

 **eitb**
euskal irrati telebista


Zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

GIB birusaren gordelekua aurkitu dute

Hiesa duten pazienteei kontrolpean izaten dute GIB birusa, HAART izeneko terapia erasokorra erabiliz; hala ere, birusa gorputzean dago oraindik, detektatu ezin bada ere. Eta terapia-botikak hartzeari uzten diotenean, birusa berriz ere ugaltu egiten da. Horrek esan nahi du gordeleku batzuetan irauten dutela birusaren ale gutxi batzuek. Orain, Estatu Batuetako John Hopkins Unibertsitateko ikertzaile batzuek aurkitu dute hezur-muineko HPC zelulak direla gordeleku hori, odola sortzeko prozesuan parte hartzen duten zelula batzuk. ●

Dinosauroen koloreak identifikatu dituzte

Dinosauroen jatorrizko koloreak identifikatu dituzte Bristolgo Unibertsitateko ikertzaileek, fosildutako pigmentuak aztertuta.

Dinosauroen eta hegazti primitiboen fosiletan melanosomak aurkitu dituzte ikertzaileek. Melanina pigmentua duten organuluak dira melanosomak, eta larruazalean, ilean eta lumetan daude. Bi melanosoma-mota aurkitu dituzte, eumelanosomak

eta feomelanosomak, hain zuzen ere, eta kolore beltz grisaxkaren eta marroiaren erantzule direla ikusi dute, hurrenez hurren.

Melanosomarik gabeko egiturak, berriz, zuriak izango ziren, ikertzaileen ustez. ●



ZHANG et al. 2010

Zelula helduena da zebra-arrainen bihotza birsortzearen meritua

Ondoko zeluletatik bereizi, berezko forma pixka bat aldatu, eta zelula berriak ematen hasten dira zebra-arrainen bihotzeko zelula helduak, bihotzaren zati bat galtzen dutenean. Zehazki, ebakiaren ondoko zelulek betetzen dute osatze-funtzio hori.

Nature aldizkarian bi artikulu argitaratu dituzte Duke Unibertsitateko ikertzaile batzuek eta Bartzelonako Birsorkuntza Medikuntzako Zentroko eta Kaliforniako Salk Institutuko beste batzuek, zebra-arrainen bihotzen birsorkuntza-gaitasunari buruz egindako ikerketen berri emateko.

Zebra-arrainak, eta beste hainbat animalia, gai dira galdutako gorputz-atalak berriz sortzeko, eta zientzialariek jakin nahi zuten zer mekanismori jarraituta egiten zuten hori.

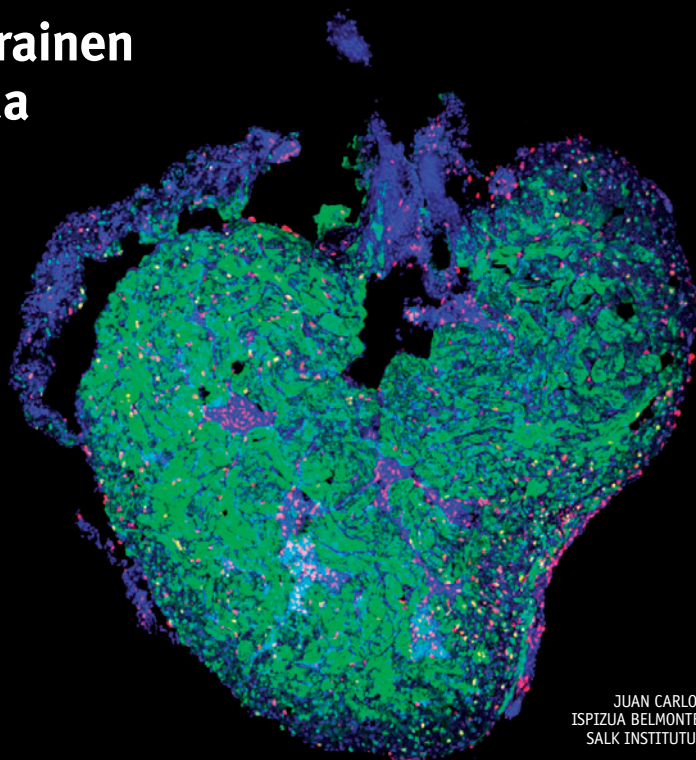
Bada, bi ikertzaile-taldeak ondorio berera iritsi dira; hau da, ikusi dute zebra-arrainen bihotzen kasuan zelula helduak direla birsorkuntzaz arduratzen direnak, eta ez zelula amak. Horretarako, bi taldeak proteina berde fluoreszenteaz baliatu ziren esperimentuak egiteko.

Talde batek proteina hori ekoizteko genea sartu zien bihotzeko zelula helduei. Bihotzaren zati bat kendutakoan, eta bere kabuz osatutakoan, ikusi zuten berriz eratutako zatian proteina fluoreszentea ekoizten zutela proteinei, eta, hortaz, bihotzeko zelula helduetatik sortu zirela.

Beste taldeak, berriz, arrainak eraldatu zituen,

eta proteina fluoreszentea gene jakin bat espresatzean bakarrik ekoiztea eragin zuen. Gene hori enbrioifasean bakarrik espresatzen da bihotzean. Bada, ikusi zuten galdutako zatia

osatzeko funtzioa hartu zuten zelula helduetan aktibatu egin zela gene hori, proteina berdea ekoizten hasi baitziren. ●



JUAN CARLOS ISPIZUA BELMONTE, SALK INSTITUTUA

Duela 120 milioi urteko Aralarreko itsas kondizioak, agerian

Behe Aptiarrean (duela 120 milioi urte) Lurrean eman ziren aldaketa geologiko handiek isla nabarmena izan zuten Aralarren (orduan itsasoan murgilduta zegoen). Hala ondorioztatu du Maria Isabel Millán geologoak, EHUn aurkeztu duen doktore-tesian. Gainera, garai hori aztertzeke ezohiko sedimentu-erregistroa aurkitu du: munduko beste toki batzuetan, Behe Aptiarra ikertzeko geruza-multzoez 20 metroko lodiera dute, eta Aralarren, berriz, 1.000 metrorainokoak topatu ditu.

Itsas hondoko oxigenoaren bat-bateko murrizketa bat gertatu zen Behe Aptiar Garaian, OAE1a izenaz ezaguna. Hori izan zen itsasoko aldaketa global nagusienetakoa. Fenomeno hura Aralarren ere gertatu zela egiaztatu du Millánek,

sedimentuen artean horren adierazle diren harriak aurkitu baititu. Horretaz gain, oraingoz Aralarren beste inon aurkitu ez duten beste antzeko oxigeno-murrizketa bat identifikatu du, OAE1a baino beranduxeagokoa.

Biokaltzifikazio-krisia da Behe Aptiarreko aldaketen beste adierazle bat, eta fenomeno horren isla ere aurkitu du Millánek Aralarren. Madotzen, Aralarreko hego-ekialdean, arrezife-plataforma bat zegoen, gaur egun Australian aurki daitekeenaren baliokidea izan zitekeena. OAE1a gertatu zen garai berean, plataformaren karbonatozko egitura bat-batean aldatu zela ikusi du tesi-egileak; biokaltzifikazio-krisiaren erakusle litzateke hori. ●



MARÍA ISABEL MILLÁN

Uni online.info

Hezkuntza Gidaliburua 2010eko informazio guztia sarean



Sexu-bereizketa ez da hormonen arabera oiloetan

Oiloetan, sexu-bereizketa ez da banako mailan egiten, zelula mailan baizik. Ondorio horretara iritsi dira Edinburgh Unibertsitateko ikertzaile batzuk, oilo/oilar berezi batzuk aztertuta; hain zuzen ere, erdia oilo eta erdia oilar diren banako batzuk aztertu dituzte.

Ugaztunetan sexu-hormonek gidatzen dute banako osoaren sexu-bereizketa, eta hormona horiek ekoizten diren arte zelulak ez dira hasten arren edo emeen ezaugarriak garatzen. Hegaztiak ere mekanismo bera zutela uste zen orain arte, baina ikerketa honek erakutsi du ezetz, hegaztietan zelula bakoitzak hasieratik dakiela, bere kromosometan oinarrituta, emea edo arra den.

Hala, aztertutako oilo berezi horietan ikusi dute ez zegoela anormaltasun kromosomikorik; hau da, emeen ezaugarriak zituzten aldean, oiloek zelula eme normalak zituztela nagusi, eta arren ezaugarriak zituzten aldean, berriz, zelula ar normalak.

Gainera, ondoren, oilo normalen enbrioak aztertu zituzten, eta hibridoetan ikusitakoa berretsi zuten. Izan ere, ikusi zuten 18 ordu besterik ez zituzten enbrioetako zelulak jadanik hasiak zirela sexuarekiko espezifikoa diren molekulak agertzen. Eta enbrioien garapenean askoz beranduago hasten dira sexu-hormonak agertzen. ●



THE ROSLIN INSTITUTE



TEKNIKER-IK4

Robotak biziak salbatzeko

Besteak beste, suteetan eta lurrikaretan larrialdi-zerbitzuetako taldeei laguntzeko gai diren zenbait robot adimendun garatu dituzte ROBAUCO proiektuan. Robot mugikor autonomo eta laguntzaileen inguruko proiektua da, eta, besteak beste, Tekniker-Ik4 eta Fatronik zentro teknologikoei parte hartzen dute proiektu horretan.

Robot horiek mugikortasun eta autonomia handia dute, eta, horrenbestez, mota horietako gertakizunetan diharduten aditu-taldeei laguntza emateko ezin hobeak dira. Izan ere, horrelakoetan oso denbora gutxi izaten da maiz larrialdi-egoera horietatik bizirik iraun dutenak salbatzeko.

Dagoeneko, bi prototipo garatu dituzte, eta zenbait larrialdi-egoeratan probatu dituzte. Hain zuzen ere, fabrika kimikoetako isuriei eta aparkalekuei suteei erantzuteko diseinatu dituzte. ●

Zabor-kontzentrazio handia Ozeano Atlantikoko uretan

Zaborra kontzentrazio handian metatzen den ingurune bat aurkitu du Ozeano Atlantikoaren iparraldean Estatu Batuetako Itsas Heziketarako Erakundeko (SEA) zientzialari-talde batek.

Karibearen eta Ipar Atlantikoaren arteko AEBko kostaldean 6.100 arraste baino gehiago egin zituzten ikertzaileek. Eta ikusi zuten hondakin ugari zegoela uraren gainazalean; plastiko-zati txikiak, batez ere. Baina iparraldeko eremu batek piztu zuen bereziki ikertzaileen arreta, hondakinen kontzentrazio handiagatik. Izan ere, eremu horretan 200.000 hondakin-pieza daude kilometro karratuko. Ikertzaileen esanean, gune hori konparagarria da Ozeano Pazifikokoan lehenagotik ezagutzen den zabor-orban handiarekin. ●

Hominidoen fosil berriak topatu, eta eztabaida piztu

Aurkitzaileek *Australopithecus* espezie berri bat dela aldarrikatu dute

Ia bi milioi urte dituzten bi hominidoen fosilak aurkitu dituzte Hego Afrikako Witwatersrand Unibertsitateko ikertzaile batzuek. Fosilak mutil gazte batenak eta emakume heldu batenak dira. Johannesburgetik gertu dagoen Malapa izeneko kobazulo-sisteman topatu dituzte; ikertzaileen ustez, litekeena da ur bila zihoazela zulora erori eta orduan hil izana. 1,95-1,78 milioi urte dituztela kalkulatu dute, eta adin horretako fosiletan galduta izaten diren zati batzuk osorik dituzte hauek; esaterako, eskuak eta oinak.

Fosilaren ezaugarriak aztertuta, orain arte ezagutzen ez zuten espezie batekoak direlondorioztatu dute ikertzaileek. *Australopithecus sediba* deitu diote, eta, haien esanean, *Australopithecus africanus* espeziearen eta lehenengo

*Homo*en tarteko espeziea izan daiteke.

Ikerketa *Science* aldizkarian argitaratu da, eta eztabaida piztu du adituen artean.

Izan ere, hainbatek zalantzan jartzen dituzte artikulua egileek ateratako ondorioak; hain zuzen, fosilak *A. africanus*

espeziekoak direla uste dute. Hala ere, aurkikuntza oso baliagarritzat jotzen dute *Homo* leinuaren eboluzioaren puzzlea osatzen joateko. ●



Hego Afrikan, Johannesburgetik gertu aurkitutako hominidoen fosiletako baten garezurra.
ARG.: BRETT ELOFF/LEE BERGER ETA WITWATERSRAD UNIBERTSITATEA.



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.



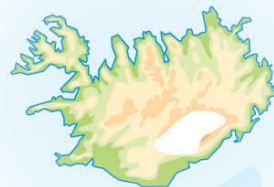


AZKEN HILABETEAN NONAHI IKUSI AHAL
IZAN DIRA UHARTE HONETAKO IRUDIAK.
Aire-zirkulazioan eragin duen
kaosagatik, famatu bihurtu da
Eyjafjallajökull sumendiak jaurtitako
errauts-lainoa. Ez da aitzakia txarra
uharte hartara begira jartzeko; izan ere,
errauts-lainorik ez dagoenean ere,
nahikoa ikusgarria bada Islandia.

Barrutik bero eta kanpotik hotz.
Ozeano Atlantikoaren iparraldean,
zirkulu polar artetik oso gertu dago
Islandia. Glaziarrak, izotza eta elurra
ohiko elementuak dira han. Eta elurrak
urtzean, erreka eta ibai ugari sortzen
dira. Islandian nonahi daude erreka, ibai,
putzu, aintzira eta ur-jauzi
ikusgarriak.

Putzu horietako asko ur berokoak dira.
Izan ere, barrua irakiten dauka
Islandiak. Uharte osoan ur beroko
600 iturburu baino gehiago daude;
batzuk 150 gradutik gorako urekin.
Islandiako etxeen % 89 lurpeko ur
beroarekin berotzen dira.

Barruko bero horren adierazle garbia da
Eyjafjallajökull sumendia ere. Islandiako
35 sumendi aktiboetako bat da.
Martxoan hasi zen laba isurtzen, eta,
geldialdi baten ondoren, apirilaren 14an
berriaz piztu zen sumendia, errauts-laino
famatua jaurtitzen hasteko. ●



ISLANDIA

hotzean bero





OIHANA CARTON



OIHANA CARTON



Txomin Orbañanos oriotarra eta
Javi Fernandez de Betoño
gasteiztarra Islandian ziren
sumendia errautsa jaurtitzen hasi
zenean. Haiek bidali digute argazki
hau. ARG.: TXOMIN ORBAÑANOS.



OIHANA CARTON



OIHANA CARTON



EIDER CARTON



EIDER CARTON



Bi batera,
sarea eta papera



.info

aukera ezazu bizi euskaraz

INTERNETEKO

etengabeko eboluzioa



IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

Internet da gizadiak inoiz eskura izan duen ezagutza-bankurik handiena. Nahi dugun informazioa han aurkitzeko, beharrezkoak ditugu bilatzaileak, hala nola Google, Yahoo edo Bing. Hasieran hitzen bilaketa hutsa egiten zuten, baina gero eta aukera gehiago dituzte. Eta bilatzaile-mota berriak ere hasi dira agertzen.

Web sortu zenean bilatzaileak oso sinpleak ziren. Emandako hitza edo hitzak zituzten dokumentuak bilatzen zituzten; gero irizpide orokor batzuen arabera ordenatu, eta kito. Baina arazo ugari zituzten: adibidez, askotan, emaitzak ez zeuden guk nahi genuen hizkuntzan; edo bilatutako hitzaren eratorriak ez zituzten bilatzen; ezta bilagaiaren sinonimoak ere; eta abar. Denborarekin, arazo horiei konponbidea eman diete bilatzaileek. Aukera batzuk zuzenean integratu dituzte bilaketetan, eta beste batzuk aukera aurreratuetan eskaintzen dituzte. Horrez gain, bilatzaile espezializatuak sortu dira, arazo horietako batzuen konponbidea ematen dutenak.

HIZKUNTZAREN ARABERAKO HOBEKUNTZAK

Lehen hobekuntzetako bat hizkuntzaren detekzioa izan zen. Hizkuntza-teknologiak erabiliz, webeko orri bat zer hizkuntzatan dagoen detektatzeko gai dira bilatzaileak, eta, horrela, hizkuntza jakin bateko orriak soilik eskaintzen dituzte. Gainera, orrien hizkuntza ezaguna dutenean, hizkuntza horren arabera tratamendu berezia eskaintzen diote orriari. Adibidez, *stemming* edo sasi-lematizazioa aplikatzen diete hitz guztiei, eta horrela bilaketa hitzaren lehen arabera izatea lortzen dute, aipatutako eratorrien arazoa gaingituz.

Hala ere, bilatzaile nagusiek hizkuntza garrantzitsuenekin edo sarean presentzia handiena dutenekin soilik egiten dute hori; eta hori ez da euskararen kasua. Euskarazko emaitzak soilik eta lema bidezkoak nahi ditugunean, Elebila bilatzailea erabil dezakegu (<http://www.elebila.eu>),

Elhuyar Fundazioko I+G taldearen teknologian oinarrituta Eleka enpresak komertzializatutako bilatzailea.

ELEANIZTASUNA

Beste kasu batzuetan kontrakoa interesatuko zaigu, hau da, gauza jakin bati buruz dauden web-orriak interesgarrienak lortzea, zernahi hizkuntzatan daudela. Hau ahalbidetzea helburu duen ikerketa-lerroari hizkuntzarteko informazio-bilaketa deritzo. Bilatu nahi den hitza edo hitzak beste hizkuntzetara itzultzen dira, bai eta horietan bilaketa egin ere; ondoren, hizkuntza bakoitzeko emaitzarik esanguratsuenak bueltatzen dira. Zirkulua ixteko, emaitza guztiak itzulpen automatiko bidez hasierako hizkuntzara itzul daitezke.

Horrelakoen adibide esperimental batzuk <http://terpconnect.umd.edu/~dlrg/clir/systems.html> helbidean aurki daitezke. Bilatzaile komertzialetan Google da horrelako zerbait egiten duen bakarra, Google Translated Search zerbitzuaren bidez (http://translate.google.com/translate_s). Hala, esaterako, “bars in Moscow” (“tabernak Moskun”) bilatzeko eska diezaiokegu errusieraz dauden orrietan. Hark galdera errusierara itzuli, bilaketa egin, eta ondoren ingelesera itzuliko ditu emaitzak.

Euskarari dagokionean, Elhuyar Fundazioaren I+G taldeak laster kaleratu behar du Zientzian hizkuntzarteko zientzia-bilatzailea. Bilatu nahi duguna euskaraz emanik, euskarazko, gaztelaniazko eta ingelesezko zientzia-webgune esanguratsuenetan bilatuko du eskatutakoa.

ESANAHIA OINARRI

Gerta daiteke guk bilatu nahi dugun kontzeptua adierazteko hainbat hitz egotea. Baina bilatzaileak hitz zehatz hori duten orriak soilik bueltatuko dizkigu. Emaitzak hobetzeko, galderaren hedapena deritzon teknika erabil daiteke, hitzaren sinonimoak edo aldaerak ere bilatzean

BILATZAI LEAK

datzana. Googlek, adibidez, sinonimoak ere bilatzen ditu hitzaren aurretik ~ ikurra jarritz gero. Elebila euskarazko bilatzaileak automatikoki bilatu ez, baina aukeran emango dizkizu hitzaren aldaera edo sinonimoak.

Bestalde, bilatu nahi dugun hitzak esanahi bat baino gehiago baditu, guri horietako batekin lotutako emaitzak soilik interesatuko zaizkigu normalean. Horiek bakarrik itzultzea oso lagungarria da, edo gutxienez emaitzak esanahi ezberdinen arabera taldekatuta agertzea. Horrelako zerbait egiten saiatzen dira Microsoft-en Bing Reference bilatzailea (<http://www.bing.com/reference>) —Wikipedia-ko artikuluen gainean soilik, hala ere— edo Hakia bilatzailea (<http://www.hakia.com>).

Edonola ere, aukera hauek inplementatzeko, bilatzaileak asmatu beharra du hitzaren esanahietako zein interesatzen zaion erabiltzaileari. Hori egiteko hainbat modu daude. Bat da erabiltzaileari zuzenean galdetzea zein den interesatzen zaion esanahia edo hitza ongi itzuli den. Beste bat da hizkuntza-teknologiaren bidez esanahia asmatzen saiatzea beste hitzek ematen duten testuingurua baliatuz, baina horretarako hitz bat baino gehiagoz osatua egon behar da bilaketa. Eta beste bat da erabiltzailearen bilaketa-historialaz edo kokapen geografikoaz baliatuz esanahia asmatzen saiatzea. Azken hau egiten du Googlek, berariaz horretarako baime-na ematen badiogu.

GALDERAK ERANTZUNEZ

Hainbat kasutan, galdera baten erantzun zehatzaren bila jotzen dugu Internetera. Bilatzaile arrunt bati galdera eginez gero, galderako hitzak dituzten dokumentuen zerrenda itzuliko digu; baina badaude galderei erantzuteko gai diren sistemak ere. Batzuek testuak eta informazio-bilaketako eta hizkuntza-teknologietako

teknikak darabiltzate, hala nola MIT-eko START sistemak (<http://start.csail.mit.edu/>) edo IXA Taldeak garatutako Ihardetsi, euskarazko galderari erantzuten diena. Beste batzuek ezagutza egituratua eta arrazonamendu automatikoa erabiltzen dute, adibidez Wolfram Alpha (<http://www.wolframalpha.com>) edo TrueKnowledge (<http://www.trueknowledge.com>). Eta web semantikoa erabiltzen dutenak ere ari dira garatzen, DBPedia (<http://dbpedia.org>) kasu.

Zalantzarik ez dago bilatzaileek asko eboluzionatu dutela euren sorreratik, eta gaur egun ere hobetzen jarraitzen dutela. Horiei esker, eta oraindik nahiko egoera esperimentalean dauden



© LEO BLANCHETTE/123RF



PEDRO MIGUEL ETXENIKE:

DIPC zentroaren presidentea

ARGAZKIAK: GARI GARAIALDE/ARGAZKI PRESS

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

“DIPCk Donostiari
zientziaren mapan agerrarazten
lagundu dio”

2000ko apirilaren 27an, Heinrich Rohrer
fisikako Nobel saridunak Donostia
International Physics Center zentroa, DIPC,
inauguratu zuen. Beraz, hamar urte egin ditu,
dagoeneko, eta atzera begiratzeko garai ona da.
Eta zein hobe gogoeta hori egiteko eta DIPCri
buruz hitz egiteko Pedro Miguel Etxenike
baino, zentroaren sortzaileetako bat eta neurri
batean horren *alma matera* baita.

Zertarako jaio zen DIPC?

Hasierako helburua zen unibertsitate barruko puntako taldeei, materialen fisikakoei batez ere, nazioartera zabaltzeko aukera ematea, baina funtzionarioen sistemak jartzen dituen traba burokratikoak izan gabe. Gero, proiektuaren dinamikak eta jende gaztearen kalitateak haratago eraman du; nik ez nuen espero hainbesteko arrakasta izatea. Eta nire lankideek baino itxaropen handiagoak nituen!

Zurekin batera Juan Colmenero EHUko fisikariak sortu zuen zentroa.

Nirekin batera Colmenerok, alde batetik, eta Alberto López Basagunenek, bestetik. Alberto zuzenbide konstituzionaleko katedraduna da.

Nola gertatu zen?

Idea onek berezko bizitza dute. DIPCekin hasi ginen; gero, Fellows Gipuzkoa ideia sortu zen, kanpoan dauden hemengo ikertzaileek hona bueltatzeko plataforma bat. Azken batean, zientzia nazioartera zabaltzeko nahi genuen, mekanismo berri bat erabilita, munduko talde onenekin lehiatzeko aukera emango ziguna. Eta, nazioartera zabaltzeaz gain, helburua gizarteari transmitzea zen; horri garrantzi handia eman genion.

Zein da mekanismo berri hori?

Ikerketa-talde handi guztiek ez dute egitura bera izaten, baina gauza komun batzuk izaten dituzte. Malgutasun instituzionala izaten dute; alegia, autonomia izaten dute erabakietan. Unibertsitateko taldeek ez dute autonomia hori, erregulazio-sistema eta funtzionarioen sistemarengatik.

Sektore publikoaren eta pribatuaren arteko hitzarmen estrategikoa izateko sortu zen DIPC. Hori garran-

tzitsua da. Berezko eredu bat da. Ez du lanpostu finkorik. Lanpostu finkoak DIPCren inguruko zentroetan daude. Komunitate bat sortu da DIPCren inguruan; eta komunitate horren parte bat barrukoa da, EHUko Materialen Fisikako Saileko ikertzaileak eta unibertsitatearen barruko beste talde batzuk. Haiek anfitrionak dira DIPCren kanpo-komunitatekoentzat, hau da, etortzen diren nazioarteko ikertzaileentzat.

Ba al dago antzeko antolamendua duen zentrorik Europan?

Europan gutxi, Triesteko zentroak du antzeko antolamendua; hala ere, haiek bertako ikertzaile asko dituzte eta guk ez. Estatu Batuetan, UC Santa Barbara Physics edo Aspen Center for Physics zentroak izan daitezke. Gurea oso ideia txikia eta merkea da, DIPCren barne-komunitatea EHU bertan dagoelako. Ezaugarri hori funtsezkoa izan da DIPCren arrakastan. EHU DIPCren parte da, baina DIPC ez da unibertsitatearen institutu bat.

Bestalde, patronatua goi-mailakoa da; ez da norbaiten azpian dagoen jendea, eta horrek azkartasuna dakar erabakiak hartzeko garaian. Eta, gainera, DIPCren barne-komunitatearen kalitatea oso ona da. Eta barne-kalitate horrek erakartzen du kanpo-komunitatea: mila ikertzaile baino gehiago egon dira lanean hilabete baino gehiagoko egonaldietan azken hamar urteetan. Oso komunitate sendoa da, eta horrek esan nahi du edozein proiektu antolatzen dugula ere oso babestuta gaudela.

Horrek asko zabaltzen du ikerketa-eremua?

Bai. Guk lau ikerketa-lerro nagusi ditugu: elkarrekintza elektronikoak, materia biguna, fotonika eta gainazalen fisika. Egia esan, ikerketaren aldetik, DIPC oso erakunde sinplea da; oinarritzko ikerketa egitea du helburu; hori bai, goi-mailan. Nanogune, adibidez, konplikatuagoa da; haiek ideiak produktu bihurtu behar dituzte, baina guk ez.

Hala ere, munduko erakunderik handienek ezaugarri berezi bat dute, DIPCK falta duena: independentzia ekonomikoa. DIPCren *endowment*a edo zuzkidura, hau da, finantzatzeko adinako interesak ematen dituen kapitala, oso txikia da.

Harvardeko unibertsitateak 4.000 ikasle baino gutxiago ditu, eta 38.000 milioi dolarreko zuzkidura zuen 2007ko krisialdia baino lehen. Diru horri % 5eko interesak ateratze hutsarekin, ia 2.000 milioi dolar lortzen

ditu urtero ohiko aurrekonturako. Guk hemen lau zentro ditugu, eta uste dugu mundua irentsiko dugula. Baina gure aurrekontuekin ezin dugu Harvardekin lehiatu. Ideia bat izateko, EHUn aurrekontua 500 milioi dolarrekoa da, gutxi gorabehera. Dena den, egiten dugun horretan Harvard bezalakoak izan behar dugu. Ez dago bigarren mailako zientziarik; ez digute onartuko zientzia kaskarragoa gure aurrekontua txikiagoa delako. DIPCren aurrekontua ere oso txikia da; nahiko nuke 30 edo 50 milioi euroko zuzkidura izatera iristea. Ea euskaldun aberatsen batek bere dirua uzten digun; guk ederki erabiliko dugu (barreak).

Gizarte-ereduak ere eragin handia izango du...

Gizarte honetan ezinezkoa da; baina joera aldatzen joan daiteke. Estatu Batuetan ezberdina da. Han dirudunek ez diete diru guztia seme-alabei uzten. Bill Gates da adibidea; fundazio bat sortu du bere fortunaren ehuneko handi batekin. Gordon Moore, Intel-en sortzaileak, bere diruaren heren bat utzi zion Caltech-i. Seguru asko, hemen ez dago kondizio kultural egokirik hori gertatzeko, ezta kondizio fiskalik eta sozialik ere. Eta independentzia ekonomikorik gabe, garaian garaiko administrazioaren mendekotasun handia dugu. Baina ona da aurrekontuaren zati bat, behintzat, zuzkiduraren interesetatik etortzea.

Zer ekarpen egin dio DIPCk Donostiari?

Donostiari zientziaren mapan agerrarazten lagundu dio. Eta Donostia Ciudad de Cultura proiektuaren helburua sortzen lagundu du: Donostia zientziaren hiria egiteaz gain, hirian egindako zientzia egitea. Euskararen arloan, gainera, Elhuyar Fundazioarekin batera hainbat gauza egingo ditugu.

2000. urtean Donostiako urrezko domina eman zidaten. Eta nire hitzaldian esan nuen gustatuko litzaidakeela denon artean oinarri onak jartzea etorkizun ez

oso urrun batean, Donostia zientziaren eta teknologiaren hiri moduan ezaguna izan dadin eta nazioarteko errekonozimendua izan dezan.

DIPCk aberastasuna ere ekarri dio hiriari. 1.228 ikertzaile etorri zaizkigu; horrek aberastasun handia ekarri du hotelentzat, esate baterako. Ikertzaile haietako askori guk ordaindu diegu, baina beste askok bere diruaz ordaindu dute egonaldia. Bisita horien kopurua handitzen ari gara. DIPCren kongresuetan 5.083 partaide izan ditugu, eta, horietatik, 3.500 inguru Donostiatik kanpoak dira.

“Guk hemen lau zentro ditugu, eta uste dugu mundua irentsiko dugula. Baina gure aurrekontuekin ezin dugu Harvardekin lehiatu”.

Kanpora joan izan diren hemengo ikertzaileak berrekartzeko ahalegina ere egin duzue.

Horretarako jarri genuen martxan Fellow Gipuzkoa programa. Ikertzaileak berreskuratzeko plataformak dira; itzultzen direnei aukera ematen die, askatasun osoz, curriculum pertsonalak garatzeko. Programa horretan parte hartu duten guztiek lortu dituzte gerora lanpostuak. Adibidez, Ricardo Díez Muiño CSICeko zuzendariordea lehen “fellow Gipuzkoa” izan zen. Programa hori EHUKo katalizatzailea da (zentro mistoaren elikagune bat), eta Eusko Jaurlaritzaren nazioarteko politikentzat laguntza bat izan da. Beraz, talentua erakarri duen zentroa da DIPC. Nanogune zentroa ere DIPCren ekarkin intelektuala da.



Zer adierazle erabiltzen dituzue arrakasta neurtzeko?

Hasteko, publikazioen kopurua; 2009koak 2000 urtekoak halako hiru dira. Guztira, hamar urte hauetan 1.192 artikulua argitaratu ditugu, eta gure artikuluen zita-kopurua 17.500 baino handiagoa izan da. Batez beste, 15 zita lortu ditugu artikuluko, eta hori fisikan oso zaila da. Gainera, 432 seminario eta 51 kongresu antolatu ditugu. Orain, DIPCren telebista martxan jartzen ari gara. Gure hitzaldiak ikusteko aukera dago han. Oraindik oso estatikoa da, baina garrantzi handia eman nahi diogu proiektu horri.

Dibulgazioari ere garrantzia eman nahi diozue.

Bai. Dagoeneko, lau ekintza handi egin ditugu dibulgazioan: “Zientziaren Mugak” izeneko mintegia (bigarren hezkuntzako irakasleekin batera), Einsteinen urtea, ATOM BY ATOM kongresua eta orain datorrena. “Passion for Knowledge” izena du, eta kongresu oso handia izango da. Ni neu izango naiz kongresuburu, eta nirekin batera Juan Colmenero eta Alberto López Basaguren izango dira. Oso programa zientifiko zabala izango du, hemengo zientzialarien hitzaldiekin, Nobel saridunek ere bai, eta, horrez gain, beste arlotako jendea ere izango da. Adibidez, Jakiundeko kideak diren intelektual batzuk ere izango dira, Luis de Pablo musikaria eta Bernardo Atxaga idazlea adibidez. Kongresu horren helburua jendea erakartzea da.

Nola ikusten duzu zientziaren bokazio-faltaren arazoa?

Oso-oso arriskutsua, gaurko gizartea oso oinarrituta baitago zientzian eta teknologian. Harrigarria da horrelako gizarte batean jende gutxi egin nahi izatea zientzia eta teknologia. Hori aldatu egin behar dugu; bestela, akabo urrezko arrautzen oiloa. Mendebaldeko gizartearen arazo bat da. Asiak ez du arazo hori; guk bai, eta hori konpondu beharrean gaude.

Fisikarako denbora geratzen al zaizu?

Bai, bai. Eta dibulgazioa kontuan hartzen badugu, esango nuke gutxienez nire denboraren % 60 fisikarako izaten dela. Nire denboraren % 20 dibulgazioan ematen dut. Orain Jakiunderen sorreran ari naiz buru belarri, eta, hala ere, fisikarako denbora geratzen zait. Hori da kolaboratzaile asko ditudalako eta oso onak direlako. Askok dira. Beharrezkoa da; oro har, lan asko egiten dugu beste batzuekin lankidetzan eta sarean. Gainera, oso garrantzitsua da pertsonak zaintzea; jende askok esaten du, baina gutxi egiten dute benetan. Baina nik uste dut lankidetzan gakoa pertsonak zaintzea dela. Ni aditua naiz lankidetzetan, jende askorekin egin baitut lan. Lankidetzan batean, bost egun pasatuta norbaitek ideia baten jabetza aldarrikatzen badu, pertsona hori ez dago lankidetzan aritzeko prest. Lankidetzan on batean ideiak denonak dira. ●



Pubertaroko erlojua



© ISTOCKPHOTO.COM/101 DALMATIANS

AURRERATUTA?

MANEX URRUZOLA ARRATE
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Haurrak nerabezaroan sartzen diren adina gero eta goiztiarragoa dela esaten da askotan. Ikerketa batzuen arabera, kanpoko eragileen ondorioz nesken pubertaroa aurreratzeko joera nabari da azkenaldian, nahiz eta horren inguruko emaitza argirik ez dagoen. Izan ere, aurreratze horretan eragin dezaketen faktore ugariak asko zailtzen dute behin betiko datu erabakigarriak eskuratzea.

Europako emakumeetan lehen hilekoa batez beste hamabi urte eta erdirekin izaten da gutxi gorabehera. Baina, noski, kasu batetik bestera alde handiak izaten dira. Adituen ustez, asko dira pubertaroa lehenago edo beranduago

izatea eragiten duten arrazoiak. Faktore genetikoak, adibidez, oso garrantzitsuak dira, pubertaroko erlojua martxan noiz jarriko den zehazten duten geneak baitaude. Mutilek, adibidez, aitaren antzera izaten dute pubertaroko aldaketan hasiera. Neskak, berriz, amaren oso antzekoak izan daitezke hilekoaren hasierari dagokionez, eta azken hilekoa ere antzeko datan izan dezakete.

Baina, genetikaz gain, badirudi badirela faktore gehiago pubertaroa lehenago edo beranduago martxan jartzea eragiten dutenak. Adibidez, klima beroagoa eta argitsuagoa duten herrialdeetan

pubertaroa lehenago hasten da beste herrialde batzuetan baino. Ekuatorearen inguruko herrialdeak dira kasurik nabarmenenak, bertan baitituzte eguzki-ordu gehien eta tenperatura-rik beroenak.

Amaia Vela Gurutzetako Ospitaleko haur-endokrinologoaren ustez, kanpoko eragileen ondorioz pubertaroa aurreratzeko joera nabari da azkenaldian, eta bi faktore aipatzen ditu joera horren erantzule gisa.

➔ *Hainbat konposatu kimikok organismoen hazkuntzan, portaeran, ugalketan eta immunitate-funtzioan eragiten dute, sistema endokrinoarekin interferitzen dutelako.*

Lehenengo arrazoia ingurumeneko poluzio kimikoa izan liteke. Izan ere, ikerketa batzuen arabera, hainbat konposatu kimikok organismoen hazkuntzan, portaeran, ugalketan eta immunitate-funtzioan eragiten dute, sistema endokrinoarekin interferitzen dutelako. Disruptore endokrino deitu zaie konposatu horiei: besteak beste, alkilfenolak (etxeetako garbigarri eta kosmetikoetatik eratorriak), pestizidak, plastifikatzaileak, petrolioaren eratorriak edo hormona sintetikoak. Nesken pubertaroaren hasiera poliki-poliki aurreratuz joatearen erantzuleak izan daitezke horietako batzuk. Dena dela, zaila da behin betiko emaitza argiak lortzea, tartean eragiten duten substantzia kimikoak oso ugariak baitira eta gazteek jasaten duten eragin kimikoa etengabe aldatzen baita.

Bigarren faktorea elikadura izan liteke, eta, zehatzago esanda, gizentasuna. Izatez, badirudi pisua irabazteak erlojua abian jarri eta aldaketa fisikoak eragiten dituen hormona-mekanismoa martxan jartzen duela.

Arrazoi horregatik, gehiegizko pisuak nesken hilekoa modu nabarmenean aurreratu dezake. “Neska loditxoek —batez ere 45 kilora oso azkar iristen badira— bederatzi urte betetzerako ere izan dezakete lehen hilekoa; alegia, pisu normala duten neskekin alderatuta, hiru urte lehenago edo arinago ere irits dakieke helduta-

sun fisiologikoa”, dio Basilio Moreno Estebanek, Madrilgo Gregorio Marañon Ospitaleko endokrinologia klinikoko buruak. Izan ere, “lehen uste zen gantza erreserba hutsa zela, baina orain ikusten da zenbait hormona sortzen dituen organo endokrinoa dela”, argitu du Amaia Velak.

Horregatik beragatik gerta daiteke haurdunaldian normala baino pisu gutxiago lortzen duten haurrek pubertaroa lehenago hastea. “Haur horiek pisua azkar irabaz dezakete hasieran; alegia, pisu-hartzea azkarregia izan dezakete, eta badirudi horrek eragina duela pubertaroaren hasiera goiztiarrarekin”, dio Elizabeth Blardunik, Zumarragako Ospitaleko haur-endokrinologoak.

Antzeko efektua gertatzen da garapen-bidean dauden herrialdeetan adoptatutako haurrekin: jatorrizko bizi-kalitatea eta ingurune egoera ona ez denean, edo aurretiko desnutrizio bat dagoenean, eta hobera aldatzean, pisua irabazteak pubertaro goiztiarrak pizten ditu.

Baina kontrakoa ere gerta daiteke: nutrizio eskas batek atzerapena ekar dezake pubertaroan. Anorexian, esaterako, elikadura-arazoak dituzten neskek hilekoa izateari utz diezaioke, pisurik irabazten ez badute. Pubertaroa martxan jartzeko erlojuak pisu jakin bat behar du, eta baliteke neska horiek ez iristea pisu horretara. Eliteko kirolariekin gertatzen dena antzeko efektua da: oso pisu baxua izateko exijentziaren ondorioz, urteetan hilekorik gabe egon daitezke neska horiek. Badira adibide ezagunak gimnasia erritmikoan, esaterako.

PUBERTARO GOIZTIARRAK

Eragileak edozein direla ere, pubertaro goiztiartzat hartzen da nesketan 8 urte baino lehenago hasten den pubertaroa, eta mutiletan 9 urte baino lehenago hasten dena. Haur-endokrinologoaren ustez, kasu horiek kontsultan aztertu behar dira, pertsona horien pubertaroa azkartu duen mekanismoa identifikatzeko. Izan ere, aurrez aipatu diren kanpoko arrazoez gain, arrazoi fisiko nahiz hormo-

Pubertaroa aurreratzeko joeraren erantzuleetako bat elikadura izan liteke, eta, zehatzago esanda, gizentasuna. Alta, nutrizio eskas batek atzerapena ekar dezake pubertaroan.

ARG.: © ISTOCKPHOTO.COM/KUZNETSOV DMITRY





Kopenhageko azterketa

Europako nesken pubertaroa aurreratzen ari da, Kopenhageko Rigshospitalet-en egindako azterketa baten emaitzen arabera. Izan ere, ospitale horretako ikertzaileek 5 eta 20 urte bitarteko mila neska inguru aztertu zituzten 1991-1993 urteetan, alde batetik, eta 2006-2008 urteetan bestetik. 90. hamarkadaren hasierako azterketaren arabera titien hazkuntzaren batezbesteko adina 10,88 urtekoa zen; 2006-2008 aldian, berriz, 9,86 urtekoa zen. Urtebeteko aldea ageri zen, beraz, bi azterketen artean.

Ikerketak agerian utzi du azken 15 urteotan lehenengo hilekoaren batezbesteko adina hiru hilabete inguru aurreratu dela: lehenengo multzoaren hilekoa 13,42 urterekin izan zen batez beste, eta 13,13 urterekin bigarren multzoarena.

Baina, arrazoiei dagokienez, asko dago ikertzeko oraindik. “Momentu honetan ez dakigu zer gertatzen den, eta horrek ere arduratzen gaitu”, adierazi du azterketa zuzendu duen Lise Aksglaede doktoreak. Izan ere, aditu gehienek pubertaroa aurreratzea eta gizentasun-kasuen ugaritzea erlazionatzen dituzten arren, Aksglaede-ren taldeak ez du inongo desberdintasunik nabaritu 1991ko eta 2006ko taldeen gizentasunaren artean. “Ingurumeneko faktoreen bat izango da joera horren erantzulea”, dio Aksglaede-k, “estrogenoaren antzeko efektuak dituzten substantzia kimikoak, adibidez. Baina oso zaila da hori aztertzea”.



TINE BORRING

nalek edo gaixotasun-arrazoiek eragotz dezakete pertsona hori behar bezala haztea eta dago-kion altuera lortzea.

Beste kasu aipagarri bat pubertaroa 8 eta 9 urte artean hasten duten nesken multzoarena da. Neska hauetan goiz samar abiatzen da pubertaroa, baina, gainera, pubertaro horren garapena ere azkarra izan daiteke. “Azeleraturik joaten direnean, neska horiek oraindik psikologikoki oso umeak direla harrapatzen ditu pubertaroak, eta ez daude aldaketa horretarako prestatuta”, dio Blardunik. Kasu horietan, medikazioa erabiltzen da garapena gerarazteko, baina haztea gerarazi gabe. Alegia, berdin hazten dira eta, bitartean, “neskek heldutasun psikologikoa lortzen dute aldaketari aurre egiteko”, Blarduniren iritziz.

Hiru hilabeteen behin injekzioak ematean datza tratamendua, estrogenoak sortzen dituzten hormonon ekoizpena geldiarazteko, eta pubertaro-aurreko hormona-mailara itzultzeko. Horrela geldiarazten da pubertaroaren garapena. Baina tratamenduarena ez da oraingo kontua: duela 30 urte baino lehenagotik aplikatzen da, eta, egindako azterketen arabera, ez dirudi pazienteetan epe luze-ko ondorio negatiborik agertzen duenik. Izan ere, tratamendua bukatu eta zenbait urtetara —18-22 urterekin— neskak aztertu izan dira funtzio hormonal egokia ote zuten ikusteko. Hezurren dentsitometriak ere egin izan zaizkie, hezurretako kaltzio-kopurua neurtzeko. “Emaitzak guztiz normalak izan dira. Alegia, haien ugaltze-funtzioa eta funtzio biologiko guztia ongi zegoen”, dio Blardunik.

Kasuak kasu, haurrek nabaritzen dituzten aldaketen aurrean gurasoek konfiantzaz eta naturaltasunez erantzutea garrantzitsua dela uste du Elizabeth Blardunik. “Edozein aldaketa fisikoren aurrean, gurasoek joera dute pentsatzeko hilekoa bertan dela, baina ez da horrela. 8 urterekin has daitezke lehen aldaketak nesketan, baina hortik hilekoa izaterako bi urte edo sei urte pasa daitezke. Alegia, oso tarte zabala dago”. Prozesu horretan, gainera, askotan gurasoak baino gehiago, umeak izaten omen dira beren aldaketak normaltasunik handienaz eta modurik naturalean onartzen dituztenak. ●

 **Garapena**
gerarazteko, baina
haztea gerarazi
gabe, injekzioak
ematean datza
tratamendua;
estrogenoak
sortzen dituzten
hormonen
ekoizpena
geldiarazten da
horrela.

© ISTOCKPHOTO.COM/
BOJAN PAVLUKOVIC

udaberri
honetan ere,
kultura loratzuz



Nabarrak zure fideltasuna saritu nahi du. Horregatik, harpidedun eginez gero, urtean 36 euro besterik ez duzu ordainduko (6 euroko deskontua) eta aldizkaria etxean bertan jasoko duzu inolako arazorik gabe. Modu horretan, Nabarraren proiektua lagunduko duzu euskarazko kultur eta gizarte hilabetekaririk osoena irakurtzen duzun bitartean, eta hori guztia, poltsikoari kalterik egin gabe!

Meatzeen eta mea-harriak garraiatzen zituzten itsasontzien arteko azken katebegiak dira zamalekuak. XIX. mendearen bukaeran sortu zituzten, garaiko industriaren beharra asetzeko, eta meatzaritzarekin batera bilakatu ziren. Gaur egun, haietako batzuen hondakinak baino ez dira gelditzen, nahiz eta bakar batzuk zaharberritu ere egin dituzten. Izan ere, historiaren zati baten lekuko dira.

ZAMALEKUAK

garai bateko industriaren azken katebegiak

ANA GALARRAGA AÍESTARAN
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

“Malla-Arrikoa gaizki atera zen esperimentu bat izan zen”. Esaldi horrekin laburbiltzen du Zarauzko Arte eta Historia Museoaren zuzendari Juanjo Aranburuk Malla-Arriko zamalekuaren historia. Bere horretan hartuta, esaldiak gogorregia dirudi agian; baina datuei begiratzuz gero agerian geratzen da Malla-Arriko zamalekuak ez zuela beste batzuek adinako garrantzirik izan. Hala ere, bazituen berezitasunak, eta, horregatik, zaharberritzen ari dira orain.

Zaharberritze-lanek herriarren oroimena piztu dute. Haien lekukotza biltzeko ekitaldi bat antolatu zuen Zarauzko Arte eta Historia Museoak, eta testigantza interesgarriak jaso zituzten. Adibidez, honako hau esan zuen batek: “Aitari entzundakoa eta hala entenditu

nulako noski, bestela baldin bazan eh, etzula funtzionatu [zamalekuak] batez ere hor kargatzia asko kostatzen zalako. Haiziak eta itsasuak eta etzuela lagatzen”.

Kokalekua zaila izatea, ordea, ez zen Malla-Arriren garapen-ezaren arrazoi bakarra izan. Hala, batzuek go-goan dute meategiaren eta industriaren bilakaerak ere eragin zutela Malla-Arriren jarduera eskasean, hurrengo testigantzak erakusten duen bezala (jatorrian, gaztelaniaz): “Lehen zeuden konbertsoreekin altzairua egiteko, originalek fosfato gabekoak behar zuten izan, landu ahal izateko, eta hauek fosfato-maila onekoak ziren. Geroago beste labe-mota batzuk asmatu ziren, eta, gainera, beste leku batzuetakoa merkeagoa omen zen. Horrek eragina izan omen zuen ustiategiaren itxieran”.





Zarauzko Malla-Arriko zamalekuaren arrastoak bakarrak dira Gipuzkoan. ARG.: ZARAUZKO ARTE ETA HISTORIA MUSEOA.

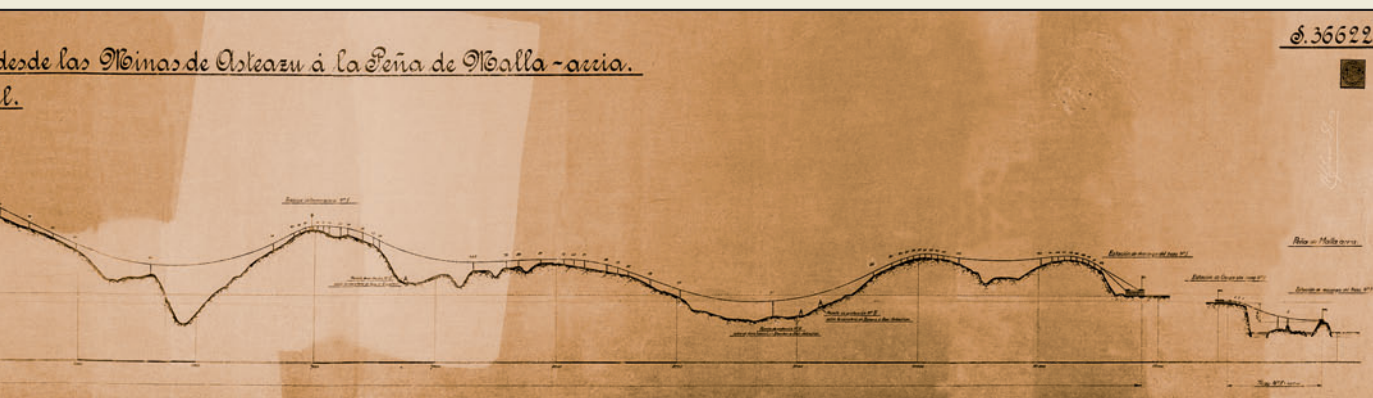
MEATZEETATIK ITSASERTZERA

Zamalekua Bilboko elkarte bat (Mariano Corral e Hijos) hasi zen eraikitzen, 1907an, Araba eta Gipuzkoako Meatzaritza Konpainiarentzat, hura baitzen Ernio mendiko magalean (Asteasun) dagoen meatze-barrutiaren jabea. Meatzearen eta zamalekuaren artean 11 km-ko tartea zegoen, eta bi puntuak lotzeko aireko tranbia bat erabili zuten.

Tranbia hura egiteko, hiru kabledun Bleichert-Otto sistema erabili zuten. Bi azpiatal zituen. Lehengoak 10,7 km-ko luzera zuen, hiru geltoki zituen tartean, eta orduko 20 tona garraiatzeko gaitasuna zuen. Bigarren azpiatalak malda handiko 300 m-ko ibilbidea zuen, eta

orduko 150 tona garraia zitzakeen. Zamalekuaren biltegitik itsasontzietako sotoetara, berriz, zinta baten bidez garraiatzen zen mea.

Sistema 1908tik 1925era arte egon zen martxan, eta, bitarte horretan, urte batzuetan ez zuen jarduera handirik izan. Azkenean, bertan behera utzi zuten. Hala ere, Malla-Arriren eta Asteasuko meategiaren azterketa historikoa egin duten Beatriz Herreras eta Josune Zaldúa ikertzaileen esanean, “jarduera hark utzitako ondareak balio handia du. Izatez, zamalekuaren arrastoak bakarrak dira Gipuzkoan, eta Bizkaian dauden antzeko beste batzuen mailan daude”.



Hain zuzen, Bizkaian askoz ere garrantzi handiagoa izan zuten zamalekuek, han baitzeuden meatze garrantzitsuenak. Bizkaiko Meatzaritza Museoko Haizea Uribelarreak azaltzen duenez, Bizkaian betidanik egon da meatzaritza-jarduera, baina II. karlistadaren amaieran (1876), foruak galtzean, hartu zuen indarra. Izan ere, ordura arte bizkaitarrek bakarrik ateratzen zuten minerala meatzeetatik, foruen arabera; ordutik aurrera, ordea, kanpoko kapitala sartu zen, batez ere britainiarra, eta britainiarren eta bizkaitarren arteko meatzaritza-elkarteak sortu ziren.

BIZKAIKO ABERATSAK...

Ingalaterran, burdina altzairu bihurtzeko Bessemer labea asmatu zuten 1856an. Labe hori gainerako guztiak baino askoz ere eraginkorragoa zen; beste bihurtgailuek zortzi orduan egiten zutena hark hogeitun minutuan egiten zuen. Horrek sekulako iraultza ekarri zuen siderurgian, beste inork baino altzairu gehiago eta merkeago ekoizteko aukera ematen baitzuen. Horretarako, baina, meak ez zuten fosforik izan behar, eta, hain juxtu, baldintza hori betetzen du Bizkaiko mineralak. Gainera, meatzeak kostatik eta ibaietatik hurbil daude, eta horrek garraioa errazten du.

Uribelarrearen esanean, “horrek guztiak sustatu zuen meatzaritza garatzea, eta, horrekin batera, sekulako aldatetak gertatu ziren gizartean eta politikan. Hasteko, azpiegiturak eta garraiobideak egin ziren; ordukoa da hemendik, Trapagarandik, igarotzen den tren. Gizartearen ikuspuntutik, etorkin pila bat etorri ziren lanera; hiriak sortu ziren, eta gizarte-maila berri bat sortu zen, burgesia”.

Bilboko itsasadarren eraldaketa ere garai haren adierazlea da. Meatzeetatik ateratako minerala itsasontzietan sartzeko, Kadaguaren bokalaren eta Sestaon zegoen hondartzaren artean zamaleku ugari eraiki zituzten, eta, haietarako garraioa errazteko, 1880 eta 1903 urteen artean itsasadarra dragatu eta ibilbidea aldatu zuten.

Zamalekuak egin aurretik, mea-harriak 40-50 kiloko otarretan garraiatzen zituzten itsasertzeraino. Normalean, emakumezkoek egiten zuten lan hori, eta 12 orduan 200 tona inguru kargatzen zituzten, gutxi gora-behera.

Industriak indarra hartu zuenean, sistema hobetu behar izan zuten, prozesua eraginkorragoa eta merkeagoa izan zedin. Hasierako zamalekuak egur kreosotatuzko oholak ziren, aldapan eta bi norabidetan jarriak: batetik mineralaz kargatutako bagonetak iristen ziren, eta, eskuz irauli ondoren, bestetik itzultzen ziren, hutsik. Minerala, berriz, tobera batetik kanal batera erortzen zen, eta haren bidez irristatzen zen itsasontziaren sotoraino. Bilboko itsasadarreko zamaleku bakoitzean 1.600 tona karga zezaketen egun batean.

Itsasontzien neurria handitu ahala, hobekuntzak egin behar izan zituzten sisteman, itsasontziak ezin baitziren kostara hurbildu, sakonera ez zelako nahikoa. Hala, *cantilever* zubiak eraiki zituzten. Zubi haiek metalzko egitura batzuk ziren, bi euskarriekin: bata erdian, zutabe baten gainean, eta bestea ainguralekuan. Beste ertza 25-35 metro ateratzen zen itsas gainera, eta handik sartzen zen mea-harria itsasontzian. Mea-harria hasieran bagonetetan eramaten bazuten ere, gero zinta garraiatzaileak erabili zituzten.

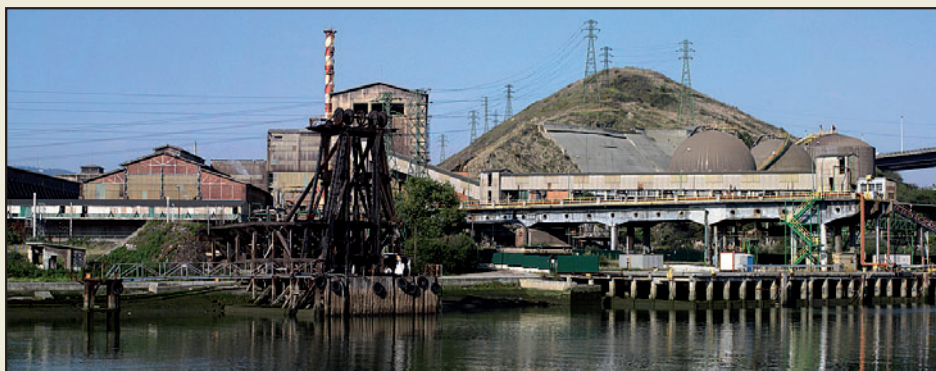
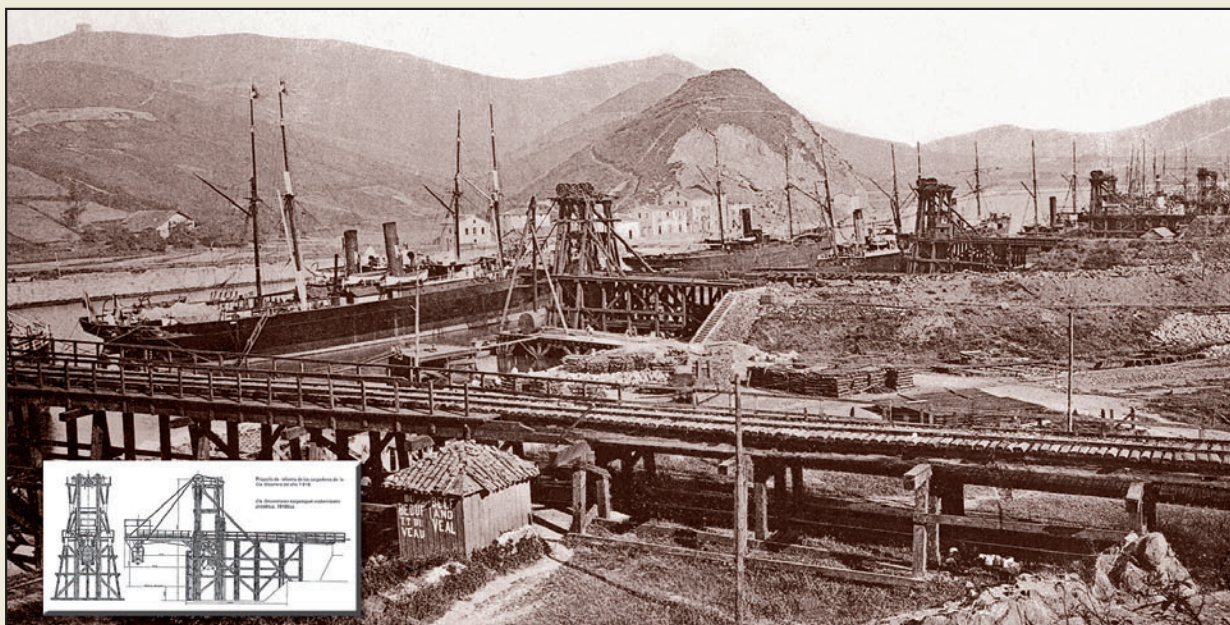
ITSASERTZEAN BEZALA, ITSASADARREAN

Bilakaera horren adibideetako bat Pobeñakoa da. Han eraiki zuten itsas aldera hegala zuen lehenengo zamalekuetako bat, El Castillo, 1907an. Horren aurretik, 1882an egindako beste bat zegoen, oinarrizkoagoa, biltegietatik itsasontziaren sotoraino mea bagonetetan eramaten zuena. Zehazki, Kobaroneko eta Karraskaleko meategietako meak zamatzuten ziren han; meategi horiek kostatik 3 kilometrora daude, eta handik zamalekura trenaz garraiatzen zuten minerala.

Jarduera handitu zenean, egitura berria eraikitzea erabaki zuten. Biltegiko ahoekin lotuta, bi dorretan bermatuta, aldi berean erabiltzen ziren bi zama-maila

Pobeñako “El Castillo”
zamalekua itsas aldera hegala
zuen lehenengotakoa zen.
2008an, ekaitz batek
zamalekuaren hondakinak
deuseztu zituen, eta gaur egun
ez da haren arrastorik geratzen.
ARG.: BIZKAIKO MEATZARITZA MUSEOA.





Bilboko itsasadarrean, gaur egun zamaleku gutxiren arrastoak geratzen dira. Horietako bat da Orkonera (Ingelesena zubia). ARG.: BIZKAIKO MEATZARITZA MUSEOA.

jarri zituzten, 57 metro luze zirenak. Zuzenean isurtzen zen mea itsasontzian, zinta garraiatzaileen bidez. Bien artean, orduko 1.700 tona mea zama zezaketen. Hala, lau orduan zamatzen zuten 4.000 tonako itsasontzi bat.

Antzeko bilakaera izan zuten Bizkaiko gainerako zamalekuek. Dena den, denak ez zeuden kostan; itsasadarrean ere zamaleku asko zeuden. Izan ere, leku ezin egokiagoa zen zama-lanetarako, dena bertan baitzegoen: meatzeak, industria eta garraiobideak, hau da, trena eta ura. Gaur egun geratzen direnetatik, Orkonera nabarmentzen du Bizkaiko Meatzaritza Museoko Uribelarreak: “Ingelesena zubia ere deitzen zioten, eta 1986ra arte egon zen martxan”.

Orain bakarraren arrastoak geratzen badira ere, bost eraiki zituzten, 1877an. Somorrostrotrik trenetarako zetozen mea zamatzen zen haietan. Zurezko egitura sendoa zuten, eta bi maila, itsasaldietara egokitzeko. Denborarekin berritzen eta hobetzen joan ziren; adibidez, 1920ko hamarkadaren bukaeran metalezko egitura eraiki zuten. Ingelesena zubian oraindik ikus daitezke egitura hori eta beste hainbat elementu, poleak, esaterako. Aldiz, desagertuta dago zama-lanak bukatutakoan itsa-

sontziaren maniobra errazteko kentzen zuten plataforma mugikorra.

AZKEN LEKUKOA

Gaur egun egitura osoari eusten dion zamaleku bakarra dago, eta ez dago Bizkaian, Kantabrian baizik. Dícidoko zamalekua da, eta kultura-ondasun izendapena du. Besteak bezala, denborarekin eraldatzen eta berritzen joan zen. Iron Ore konpainiarena zen zamaleku hori, eta Dícidoko meategiko minerala zamatzeko egin zuten. Hasierakoa, oinarritzakoa, 1882an eraiki zuten, eta 1896an *cantilever* zubi batekin ordezkatu zuten.

Gerra Zibilera arte funtzionatu zuen. 1937ko abuztuan suntsitu egin zuten errepublikarrek dinamitaz, baina 1938ko ekainean berriro martxan jartzea lortu zuten. Bizkaiko Labe Garaiak eta Baskonia konpainiak arduratu ziren berreraikitzeaz, meatzearen bazkide baitziren, eta, neurri batean aurrekoaren egiturari eutsi zioten arren, berrikuntza batzuk egin zituzten. Dena den, pixkanaka jarduera gutxitzen joan zen, eta 1970eko hamarkadan bertan behera geratu zen. Garai baten amaiera 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
m.tapia@elhuyar.com





Zerk egiten gaitu pertsona?

Bere buruari zerk egiten duen berezi galdetzen dion animalia bakarra omen da pertsona.

Eta bilaketa horretan dabil, bere tresnekin, garunarekin, adimenarekin. Zientziaren alor askotatik bilatzen du. Eta erantzun asko aurkitu ditu, eta galdera berriak ere sortu zaizkio.

Genetika

34

Hizkuntza

39

Etologia

42

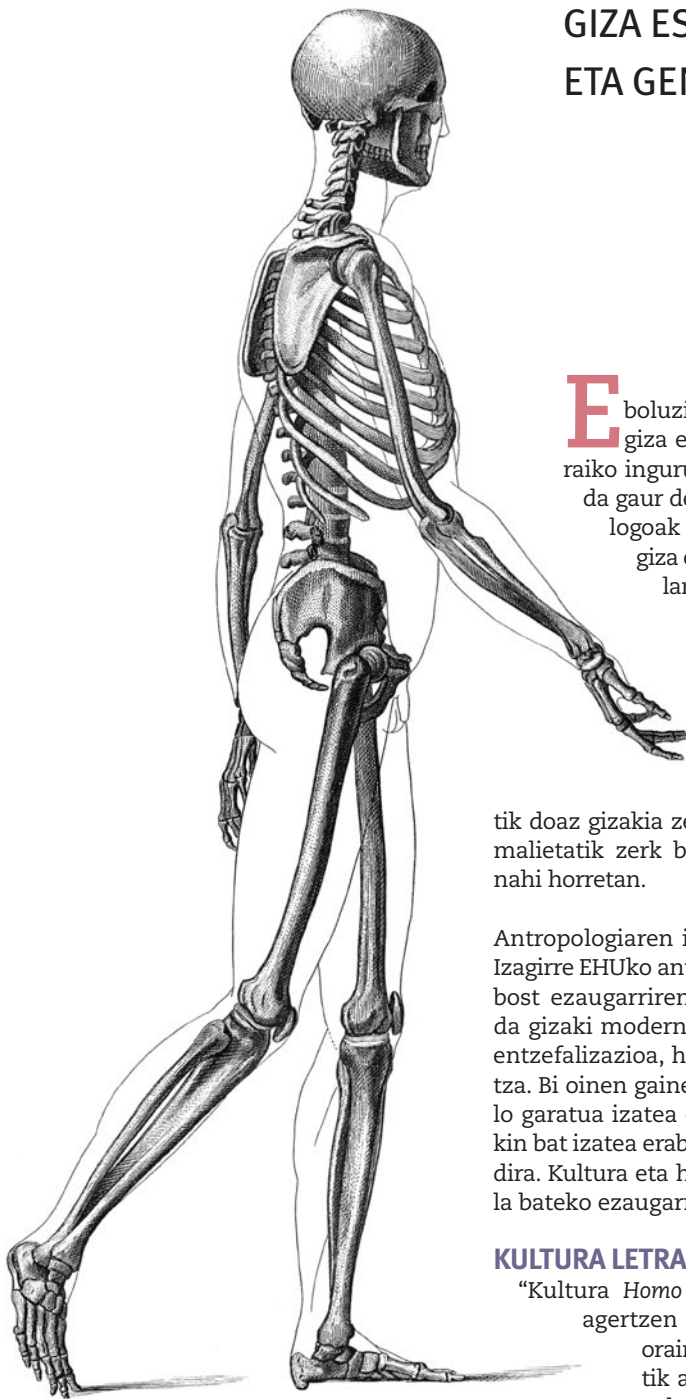
Filosofia

45

NAGORE REMENTERIA ARGOTE
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Homo sapiens

GIZA ESPEZIEAREN GAKOAK ANTROPOLOGIAREN ETA GENETIKAREN IKUSPUNTUTIK



© ISTOCKPHOTO.COM/GRAFISSIMO

Eboluzioaren ondorioa da giza espeziea. Garaian garaiko inguruneari egokituz iritsi da gaur dena izatera. Antropologoak aspaldi hasi ziren giza eboluzioa ezagutzeko lanetan, fosilak erabiliz.

Eta, azken urteetan, teknika genetikoe-kin asko aurreratu dute. Horrenbestez, antropologia eta genetika eskutik doaz gizakia zer den eta beste animalietatik zerk bereizten duen jakin nahi horretan.

Antropologiaren ikuspegitik, Neskuts Izagirre EHUko antropologoaren iritziz, bost ezaugarriren arabera sailkatzen da gizaki modernoa: kultura, bipedia, entzefalizazioa, hortzeria eta hizkuntza. Bi oinen gainean ibiltzea, entzefalo garatua izatea eta hortz-egitura jakin bat izatea erabat ezaugarri fisikoak dira. Kultura eta hizkuntza beste maila bateko ezaugarriak dira.

KULTURA LETRA LARRIZ

“Kultura *Homo habilis*-etik aurrera agertzen da —dio Izagirrek— orain dela 2,6 milioi urte-
tik aurrera, tresna landu zaharrenak ordukoak

direlako. Horrek ez du esan nahi aurrekoek beste tresna motaren bat ez zutenik”.

Definizioz, *Homo* generoko guztiak dira gizakiak. Gaur egun, genero horretako espezie bakarra *Homo sapiens* da, baina giza leinua aspaldi sortu zen, eta bidean genero horretako hainbat espezie izan dira. Hortaz, gizakia noiz sortu zen jakin nahi izatera, *Homo* zaharrena nor ote zen jakin beharko da. Eta hori, gaur egungo filogeniaren arabera, *Homo habilis* da.

Homo habilis-etik *H. sapiens*-erako bidea, eboluzioa, aurkitutako fosilekin eraiki dute antropologoek. “Antropologia ikasi nuenean, 80ko hamarkadaren bukaeran —gogoratzen du Izagirrek— filogeniak oso argi zeuden, zuhaitzak sinpleagoak ziren”. Fosilak aurkituz joan diren heinean, espezie berriak kokatu behar izan dituzte giza leinuaren filogenian, eta horrek giza leinuaren filogenia adarkatuagoa eta konplexuagoa egin du.

Neanderthala, adibidez, *Homo sapiens* espeziean sailkatzen dute hainbat antropologok, Izagirrek berak ere bai. “Guk nahiago dugu neanderthala eta gizaki modernoa espezie berean sailkatzea, eta azpiespezieak bereiztea, hau da, *Homo sapiens neanderthalensis* eta *Homo sapiens sapiens*”. Horrexegatik, hain zuzen, erabiltzen dute gizaki moderno terminoa, soilik gizaki erabili orde-
z.

AFRIKAN JAIO ETA BIZI

Eta gizaki modernoa nondik dator, orduan? Bi teoria dira nagusi, bata, multirregional deiturikoa,



© ISTOCKPHOTO.COM/SCIBAK

Neskuts Izagirre

Neskuts Izagirre EHuko Zientzia eta Teknologia Fakultateko antropologoa da. Antropologia fisikoa eta genetika uztartzen ditu, eta zenbait lan argitaratu izan ditu antzinako DNAREN eta historiaurreko aztarnen analisi genetikoaren gainean.

ARG.: MONIKA DEL VALLE/ARGAZKI PRESS.



gizaki modernoak leku desberdinetan aldi berean eboluzionatu zuela defendatzen duena, eta, bestea, *Out of Africa*, edo Afrikatik kanpora deiturikoa. Azkena agertu diren fosilak bat datoz azken horrekin, gutxi gorabehera badarik ere; eta datu genetikoek ere bigarren horren alde egiten dute.

“Datu genetikoek erakutsi dute gizaki modernoak Afrikan sortu zela duela 200.000 urte, eta handik kolonizatu zuela Europa osoa. Hori gertatu zen duela 50.000 urte gutxi gorabehera” dio Izagirrek. Antropologoek hainbat hipotesi dituzte eskuartean; izan ere, giza leinuko espezieen joan-etorriari jarraitzeko arrasto fosilak baino ez dituzte, ez dira asko, eta horiekin ateratzen dituzte ondorioak.

Teoria multirregionalistari erreferentzia eginez, “*Homo erectus*-etik aurrera, duela 2 milioi urte, denak izango lirateke *Homo sapiens*, teoria hori onartzeko” aipatzen du Izagirrek. Genetikaren ekarpena berebizikoa izan da kontu horretan, Ana Zubiaga EHuko genetistak azaltzen duenaren arabera: “badira gutxienez hamar pertsona sekuentziatu direnak, hainbat talde etnikotakoak; eta zuzena eredu multirregionalista balitz, taldeen artean desberdintasun handiagoa ikusi beharko litzateke ikusten duguna baino”.

Taldeen edo gizabanakoen arteko desberdintasun genetikoari aldakortasun deritzo. Eta Zubiaga

dioenez, “edozein markatzailerekin ikusten da Afrikako populazioetan dagoela aldakortasun gehien, Europakoetan eta Asiakoetan gutxiago, eta, gainera, azken horiek Afrikakoen laginketa bat dira. Horrek normalean espeziea non sortu zen erakusten du; esan nahi du espeziea han egon zela denbora gehien, eta, beraz, aldakortasun genetiko handiena han izaten da”.

Definizioz, Homo generoko guztiak dira gizakiak. Gaur egun, genero horretako espezie bakarra Homo sapiens da, baina bidean genero horretako hainbat espezie izan dira.

ESPEZIE BERRIA

Genoma nuklearraren sekuentziazioak erakutsi duenez, “aldakortasun oso gutxiko espeziea gara, nahiko espezie aspergarria —dio Zubiagak— horrek adierazten duena da oraintsu sortutako espezia izango garela, eta, segurutik, botila-sama batetik gutxienez pasatutakoak garela, hau da, oso indibiduo gutxitatik sortutakoak”.

Talde etnikoei dagokienez, nahiko antzekoak omen dira aldakortasunari dagokionez. Eta “aldakortasun handiagoa dago talde etnikoaren barruko indibiduen artean talde etnikoen artean baino” azaltzen du Zubiagak. “*Human Genetics* aldizkariaren edizio digitalean Jaume Bertranpetit-ek argitaratutako ikerketak ere horren alde egiten du”, gogora ekartzen du. Besteak beste, euskaldunak inguruko beste herri batzuetakoekin konparatu zituen DNA mikrotxipak erabiliz. “Eta genetikoki alde handirik ez zegoela ondorioztatu zuen. Horrek ez du esan nahi Rh-a eta lehen aipatzen ziren beste ezauzgarriak egia ez direnik; bi talde etniko konparatzen badituzu, ikusiko duzu bai gene jakin batzuk bai eskualde jakin batzuk desberdinak direla, baina oro har hartzen badituzu horrelako hainbat eta hainbat sekuentzia, ez dira nahikoa bi taldeak bereizteko” argitzen du Zubiagak.

EBOLUZIOAREN GURPILEAN

Espezie berria eta aldakortasun gutxikoa *Homo sapiens* hau. Baina gainerako espezieek bezala eboluzionatzen jarraitzen du. Noski, ehunka mila urtean ezin da gertatu aldaketa handirik.

Ana Zubiaga

Ana Zubiaga EHuko genetika-irakasle titularra da Zientzia eta Teknologia Fakultatean, eta Genomika zerbitzuaren zientzia-aholkularia, besteak beste.

ARG.: MONIKA DEL VALLE/ARGAZKI PRESS.



Eboluzioari buruz pentsatzen dugunean denok uste dugu gure ezaugarri morfologikoak aldatuko direla. Baina hori ikusteko, milioika urte pasatu behar dira.

Izagirreren iritziz, “gertatzen dena da eboluzioari buruz pentsatzen dugunean denok uste dugula gure ezaugarri morfologikoak aldatuko direla. Baina hori ikusteko, milioika urte pasatu behar dira; eboluzioak jarraitzen du, martxan dago orain ere, baina gertatzen diren aldaketak ez dira fisikoki ikusten”.

Zubiaga bat dator Izagirrerekin, “gertatzen dena da gizakiak kultura daukala. Hautespen naturalak guztiongan dauka eragina, baina ez da hain nabarmena gizakietan, gure kultura dela eta”. Azken finean, garunaren garapenak ingurunera moldatzeko trebetasuna ekarri zuen, eta horrek hautespen naturalaren eragina txikitzen du. Hala ere, geneen mailan ikusten da hautespenak badaukala eragina, Zubiagak adibide klasiko bat aipatzen du: laktosaren tolerantzia.

Animalietan, oro har, kumeek bakarrik dute esnearen laktosa metabolizatzeko gaitasuna. Berdin gertatzen da gizakietan, laktosarekiko tolerantzia izan ezean. Gakoa laktasa genean dago. Gene horren mutazio batek ekarri zuen helduek ere laktosa metabolizatzen duen entzimaren jarduerari eustea. Mutazioa artzain-herrietan gertatu zenean, abantaila nabarmena eman zien elikaduran esnea sartzeak, eta mutazio hori ondorengo belaunaldietara pasatu zen. Horrenbestez, “gi-

zaki guztiak izan beharrean mota batekoak, badauzkagu intoleranteak diren gizaki batzuk, eta toleranteak diren beste batzuk, baita heldutan ere” azaltzen du Zubiagak.



Gizakia beste animalietatik zerk bereizten duen jakiteko, ez da nahikoa nukleotidoz nukleotido zer alde dagoen jakitea; horregatik, diferentzia horiek zertan eragiten duten ikertzen dihardute adituek. ARG.: GENOME MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM, OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY.

GENOMA INTERPRETATZEN

Adituek espero zuten genomaren sekuentziazioak pertsonak buruan dauzkan zenbait galderari erantzungo ziela, hala nola eboluzioaren gakoak edo beste animalietatik bereizten dituen ezaugarriak. Egon hor egongo dira erantzunak, baina lanak ematen dituzte interpretatzen. Zubiagak gogoan du zer ikusmin piztu zuten lehenengo sekuentziazioek. “*Drosophila* euliak 13.000 gene inguru zituela atera zenean, guk askoz gehiago izatea espero genuen, gutxienez 100.000 edo. Baina ikusi zen 25.000ra ere ez garela iristen. Gu umilago egiteko irakasgaia”.

“Eta gero, txinpantzearen genoma sekuentziatu zenean, guztiz sekuentziatua ez dagoen arren, ikusi zen % 1 baino ez zela desberdina; 15 milioi base-pareren aldea baino ez dagoela”. Horrek, noski, galdera batzuk ekarri zituen, hala nola zer adierazten duten base-pare horiek, eta non dauden. Eta bilaketa horretan, geneak ikertzeari ekin zioten, baina, Izagirrek gogorarazten duenez, “geneetan oso desberdintasun txikia dago”.

Hori ikusita, proteinak kodetzen ez dituen genomaren zatia ikertzeari ere ekin zioten. Izan ere, genomaren % 1 baino ez dira geneak, eta gainerako % 99ak ere izan dezake galderei erantzuteko gakoren bat, hasieran zabor gisa etiketatuta zen arren.

Dena dela, ikerketak aurrera egin ahala, ikusi zuten txinpantzeen eta gizakiaren geneen arteko desberdintasunak txikiak izanagatik esan-

Ez dago arrazarik

Zientziaren eta Teknologiaren hiztegiak definizio hau ematen du arrazari buruz: “espezie bateko azpitalde taxonomikoa, ezaugarri hereditario berak dituzten indibiduoek osatua; azpitalde horretako indibiduoek geografia-, fisiologia- edo kromosoma-ezaugarriek bereizten dituzte espezieko beste kideetatik”. Hau da, genetikoki ere bereizgarriak dira arrazak. Gizakiaren kasuan, arrazen bereizketa ezaugarri morfologikoen arabera egin izan da: azalaren kolorea, begiak, garaiera eta abar. Baina genetikak frogatu du, berez, talde etnikoen artean ez dagoela alde nabarmenik. Noski, ingurune bati egokitutakoan jasotako ezaugarrien arabera bereiz daitezke; baina genoma oro har hartzen bada konparaketarako, ikusten da ez dagoela halako alderik.

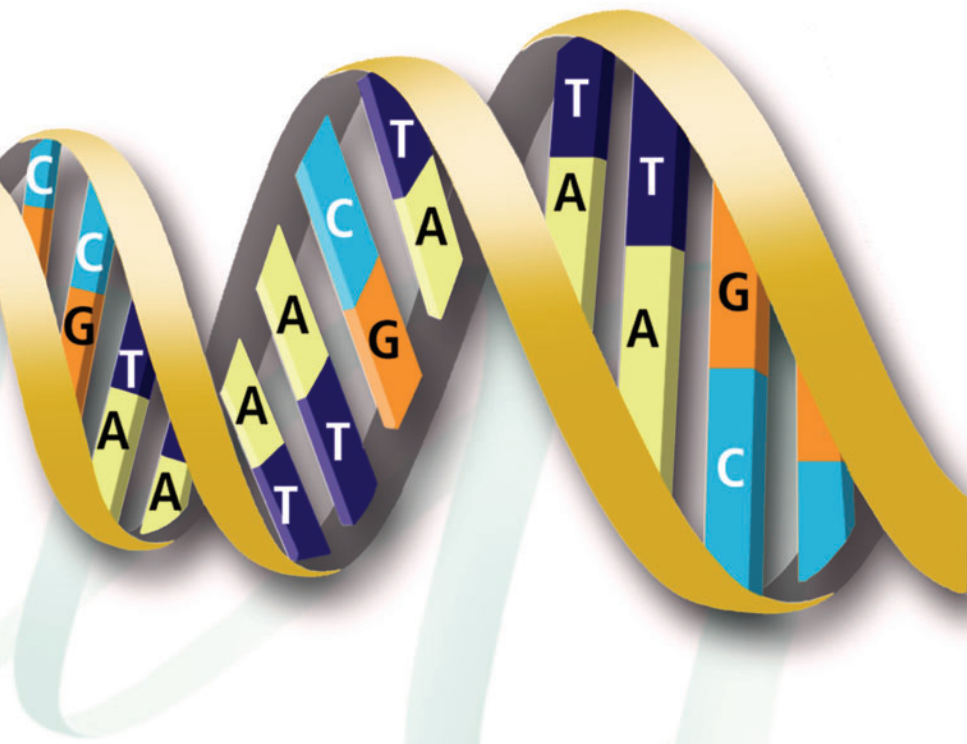
guratsuak ere badirela. Esate baterako, hizkuntzarekin lotutako FOXP2 genea. Izagirrek azaltzen duenez, “hizkuntza ezaugarri konplexu bat da, eta egongo dira milaka gene eragiten diotenak”, eta horietako bat da FOXP2. “Jakin nahi genuen ea gizakietan badagoen mutazio bereziren bat gene horretan; eta mutazio bat aurkitu zuten, aminoazido bakar baten aldaketa eragiten duena”.

• Ikerketak aurrera egin ahala, ikusi zuten txinpantzeen eta gizakiaren geneen arteko desberdintasunak txikiak izanagatik esanguratsuak ere badirela. Esate baterako, hizkuntzarekin lotutako FOXP2 genea.

Familia ingeles batekin egindako ikerketa batean aurkitu zuen FOXP2 genea Oxford unibertsitateko genetikari-talde batek. Familia horretan, kide batzuk hizketarako zailtasunak zituzten, eta baita beste batek esandakoa ulertzeko ere. Eta aurkitu zuten arazoa gene bakar batean zegoela, 7. kromosomako FOXP2 genean, hain zuzen ere.

Gene bakar baten mutazioak halako eragina du orduan? Bai, transkripzio-faktorea bada. “Geneetan ere hierarkia bat dago —esplikatzeko du Zubiagak— transkripzio-faktoreak gainean egoiteak esan nahi du gene bakar baten aldaketak gero aldaketa pleiotropiko handia ekar dezakeela”, hau da, zenbait ezaugarri fenotipikotan eragiten duela, morfologian, garapenean, jokatubidean...

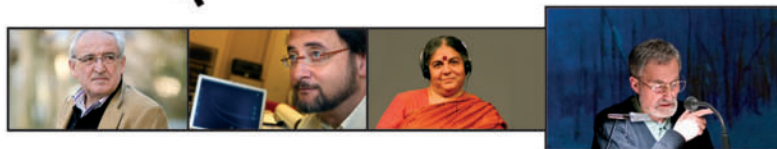
Horregatik guztiagatik, txinpantzearen eta gizakiaren konparaketa gogora ekarri, Izagirrek hau nabarmentzen du: “gure genomak berdinak direla esatea ia % 99an sinplista da. Gaur egun, badakigu ezin dugula bi genomaren arteko konparazioa oinarritu soilik nukleotido berak izatean edo ez izatean”. Aurretik lan handia dute egiteko Zubiagaren iritziz, “astiro-astiro, zooma sartu ahala, ari gara ikusten gauza txikiak, baina bere txikitasunean eragin handia izan dezaketena”.





argia
argia.com/multimedia

Bertsio digitaletik haratago Argi berri bat sarean



BIDEOAK:

Elkarrizketak, erreportajeak eta albisteak formatu arin eta azkarrean astero.

DIAPORAMAK:

Soinu naturalez, azalpenez ala musikaz girotutako argazki muntaia berritzaileak.

EKITALDIAK:

Euskal Herriko txoko ezberdinetan emandako hitzaldi eta ekitaldi interesgarriak klik batean euskaraz.

ARGAZKI-GALERIAK:

Kanpoko zein bertako argazki bilduma ikusgarriak begiaren gozamenerako.

FILM-LABURRAK:

Euskarazko film-laburren hautaketa.



KICINMEIN NCIS

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

HITZAK

egiten gaitu

Adituak bat datoz hizkuntza *Homo sapiens* espeziearen bereizgarria dela esatean. Oraindik argi-ilunak badauden arren, hizkuntzalariek gero eta hobeto ezagutzen dituzte hizkuntzaren gakoak. Eta haiek ezagutu ahala, hobeto ezagutzen dugu geure burua, geure izatea.

1950-1960ko hamarkadetara arte, zabaldua zegoen giza garunaren neurriaren ondorioa zela hizkuntzaren konplexutasuna. Hala, animalien komunikazio-sistemen eta hizkuntzaren artean zegoen aldea “makinen boterean” oinarritzen zen, ez beste ezertan.

Ordutik egin dituzten ikerketek, ordea, erakutsi dute hizkuntza ez dela animalien komunikazio-sistemen bertsio sofistikatu bat, eta garunaren neurria, bere horretan, ez dela nahikoa hizkuntzaren berezitasunak azaltzeko. Itziar Laka

EHUko hizkuntzalariaren arabera, “badago beste zerbait”. Gainerako espezieen komunikazio-sistemek ez duten zerbait.

Hori azaltzeko, primateen bokalizazioak aipatzen ditu Lakak. Hain zuzen, txinpantzeek eta beste primate batzuek bokalizazioak erabiltzen dituzte, gehienbat emozioak adierazteko: *beldur naiz, haserre naiz, pozik nago*. “Guk ere baditugu gure bokalizazioak”, dio Lakak, “eta dira, ene, sos, ostia. Halakoak egoera emozionalekin lotzen dira, ez ditugu ondo kontrolatzen. Bada, normalean, eskuin-eskua erabiltzen duten pertsonetan, eskuin-hemisferioan kokatzen da bokalizazioen gunea; primateen bokalizazioena bezala, hain juxtu. Aitzitik, hizkuntza ezker-hemisferioan kokatzen da. Hortaz, hizkuntza ez da bokalizazioen garapen bat, beste zerbait da”.

Hizkuntzak badu beste ezaugarri bat: kontzeptuak eta gertaerak adierazteko balio du. Animalia batzuek ere badituzte kontzeptuak eta kontzeptu-mapak, eta badakite zer den gertaera bat, baina ezin dituzte kanporatu, forma jakin bat emanda, bere espezieko beste batek ezagut ditzan. “Guk, bai. Txinpantzeek, txoriek, erleek, inurriek, bakoitzak bere komunikazio-sistema du. Baina mugatuak dira, gauza jakin batzuk baino ezin dituzte adierazi; espeziearen arabera, izan daiteke janaria non dagoen, arriskua nondik datorren... Gu gara kontzeptuak eta gertaerak mugarik gabe adierazteko gaitasuna dugun bakarrak”.

DOTOREZIA EZ DA BALIZKOA

Adierazpen-ahalmen horrez gain, pertsonak bakarrik du balizko pentsamendua (kontrafaktuala) egiteko ahalmena. Horrek sekulako garrantzia du gure espeziearen izaeran; horri esker transmititzen da kultura, esaterako, edo asma dezake batek bestearen buruan dagoena. Bada, Lakaren esanean, frogatuta dago balizko pentsamenduak hizkuntzarekin lotura zuzena duela;



Itziar Laka

Itziar Lakak garunaren eta hizkuntzaren arteko harremana ikertzen du. Doktore-tesia nazioarteko ikerketa-zentrorik garrantzitsuenetako batean egin zuen, Massachusettsko Teknologia Institutuan, eta munduko hizkuntzalaririk onenekin gainera, Noam Chomsky-rekin eta Kenneth Hale-rekin. Egun, Euskal Herriko Unibertsitatean ari da lanean. ARG.: IÑIGO IBAÑEZ.

“areago, orain dakigunaren arabera, hizkuntzak ahalbidetzen du pentsamendu-mota hori”.

Bestalde, hizkuntzaren egitura ere berezia da. Pieza diskretuetan, hitzetan, oinarritzen da, eta konbinatoriala da. Lakak lego-piezekin parekatzen ditu hitzak: “haiek bezala, diskretuak dira, eta, elkarrekin konbinatuz, egitura gero eta konplexuagoak sortzen dira”. Hizkuntzalari askok egitura fraktala dela diote; Lakak matriuskekin alderatzen du. Edozein modutara, hizkuntzaren arkitektura izugarri “elegantea” iruditzen zaio.

Dotorea ez ezik, eraginkorra ere bada. Hain zuzen, konbinatorialtasunari esker, ikasi behar den hitz-kopurua txikia da, baina aukera ikargarria ematen du proposizio luzeak eta konplexuak sortzeko. “Eta hori, sekulako abiadan. Di-seinuak ahalbidetzen du abiadura hori”.

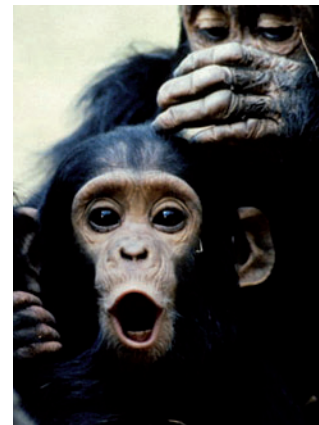
IZENBURUETATIK LETRA TXIKIRA

Ikertzaileek oraindik ez dakite hizkuntzaren konputazio-sistema garunarenaren ondorio ote den, edo beste zerbait dagoen tartean. Erantzuteko dituzten galderen artean dago hori. Dena den, gero eta gauza gehiago dakizkitez; Lakaren hitzetan, “izenburuak barra-barra daude, nahiz eta nik ez ditudan oso gustuko, bai baitakigu gauzak berez askoz ere konplexuagoak izaten direla”.

Hala ere, izenburu klasiko baten adibidea ematen du Lakak, hizkuntzarekin lotutako garuneko bi eremuri buruzkoa, Broca eta Wernicke. Hau da izenburua: Brocak zerikusia du hitzen sintaxiarekin eta morfologiarekin, eta Wernicke, hitzen esanahiarekin. “Baina dakiguna izenburua baino konplexuagoa da. Eta baita interesgarriagoa ere”.

Neuroirudien teknika berriekin, ikertzaileak duela gutxi iritsi dira ikustera Brocaren barruan non eta noiz egiten den aditz baten prozesamendu fonologikoa, non eta noiz morfologikoa, eta non eta noiz semantikoa. Eta horri esker egiaztatu dute prozesamendua azaltzeko erabiltzen duten eredua zuzena dela.

Horrez gain, beste ikerketa batzuetan ikusi dute hizkuntzarenak ez diren beste gauza batzuk ere konputatzen dituela Brocak. Lakaren iritziz, “batzuk ez dira harrigarriak, eta horiek dira musika eta matematikak. Biak ere gure espeziearen bereizgarriak dira, eta, begi-bistakoa da hirurek erlazioa dutela”. Harrigarriagoa iruditzen zaio ekintza konplexuak egitean Brocak duen parte-hartzea. “Ez da ondo ezagutzen oraindik, baina litekeena da Brocaren funtzioa izatea konputazio-mota bat egitea, hizkuntzak islatzen duen konputazio-mota, hain juxtu, baina ez hizkuntzarena bakarrik”.



Lehen, ikertzaileek uste zuten txinpantzeen eta beste primate batzuen bokalizazioetatik eboluzionatu zuela hizkuntzak. Alabaina, gerora ikusi dute guk ere egiten ditugula bokalizazioak, eta haiek kontrolatzen dituen garuneko eremua primatenaren parekoa dela. Aldiz, hizkuntza beste eremu batzuekin lotzen da; beraz, hizkuntza ez da bokalizazioen bertsio sofistikatu bat, beste gaitasun bat baizik. ARG.: IAN G. GILBY.

Hizkuntzaren egitura berezia da: hizkuntzalari askok egitura fraktala dela diote; Lakak matriuskekin alderatzen du.

Wernicke, berriz, Broca baino gutxiago ezagutzen dute ikertzaileek. Aspalditik dakite, hori bai, Wernicken kaltea duten pazienteek sintaxi erabat zuzena dutela, baina ez dagoela perpau-sen esanahia sumatzerik. Ez dago jakiterik ezta pazienteak horretaz jabetzen ote diren ere. Bro-caren afasia dutenek, aldiz, badakite zer esan nahi duten, baina ezin dute ondo adierazi (hiz-keta telegrafikoa dute, nolabait), eta beren ezin-tasunaz jabetzen dira.

Hizkuntza bezala, musika eta matematikak gure espeziearen bereizgarriak dira, eta hirurak erlazionatuta daude.

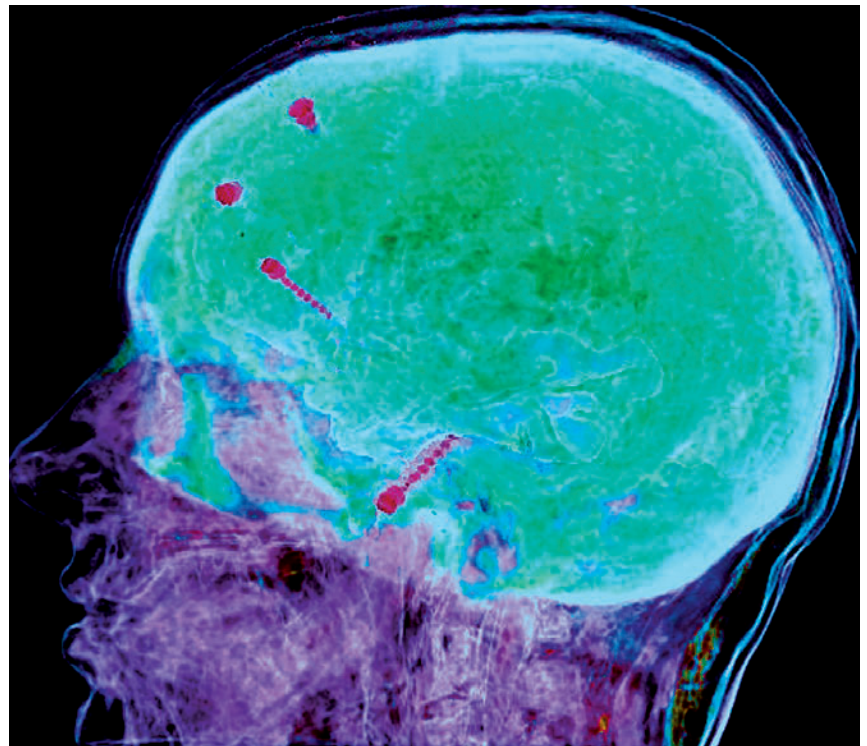
Bestalde, bi eremu horiek kortexean daude, bai-na jakina da azpitik konektatuta daudela. Gaur egungo metodoei esker, ikertzaileak konexio horiek aztertzen ari dira. Laka ziur dago horrek hizkuntzaren gakoak hobeto ezagutzea ekarri-ko duela laster.

HIZKUNTZAREN GENEAK?

Hizkuntzarekin lotutako beste izenburu bat da FOXP2 hizkuntzaren genea dela. Hori esatea sinplegia bada ere, antropologoen ondorio be-netan garrantzitsuak atera dituzte gene hori az-tertuta, eta hizkuntzalarientzat ere oinarritzkoa da hizkuntzaren ezaugarri batzuk azaltzeko.

Azterketa genetikoek erakutsi dute beste ani-maliek ere badutela FOXP2 genea. Txori batzuek ageri duten FOXP2ren homologoa egiten duten kantua-rekin lotuta dago, gainera. Baina gaine-rako espezieek ez dute pertsonaren FOXP2 ge-neak ageri duen mutazioa.

Aldiz, Neanderthalaren kode genetikoan bada-go mutazio hori; hortaz, aditu askok uste dute



Neuroirudi-teknika berriak erabilia, Estatu Batuetako ikertzaile batzuek ikusi zuten, hitz bat esatean, garuneko zer eremutan prozesatzen diren informazio lexikala, gramatikala eta fonologikoa. Ikerketa *Science* aldizkarian argitaratu zuten iazko urrian, eta garbi erakutsi zuten eremu desberdinetan prozesatzen direla hitzen izaera, egitura eta soinuak. ARG.: NED T. SAHIN ETA SEAN MCINERNEY.

litekeena dela Neanderthalek hizkuntza eduki izana. Hala, badirudi lehen uste zen baino as-koz lehenago sortu zela hizkuntza.

Edozein modutara, FOXP2 geneak zerikusia du mugimenduak planeatzeko eta sekuentziak konputatzeko gaitasunarekin. Eta litekeena da horrek zerikusia izatea hizkuntzaren egitura fraktala sortzeko ahalmenarekin. Baina ez da nahikoa hizkuntza sortzeko. "Beste mirari bat, beste zerbait behar da hizkuntzaren beste gako bat azaltzeko", ohartarazten du Lakak. "Izan ere, zer mutazioak ahalbidetzen du kontzeptuak formarekin lotzen dituen interfazea?". Lakari "liluragarria" iruditzen zaio ahalmen hori. Baina argitu gabeko misterioa da oraindik. ●



01423 Sobron (Araba)
tel.: 945 359016
faxa: 945 359137
http: www.aventurasobron.com
h. el.: info@aventurasobron.com

Etor zaitez ezkutuko ingurune natural hau ezagutzera eta abenturaz goatzera

Sobrongo abentura-zentroa

kanoa, kayak, paintball, mendi-ibilaldiak,
orientazioa, mendi-bizikleta, arku-tiroa,
igerilekuak...



Eskola-umeentzako prezio bereziak

Muinean

NAGORE REMENTERIA ARGOTE
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

GIZARTEA

TALDEAN BIZI DA, ETA HORRETARAKO GAITASUNAK GARATU DITU; HORREXETAN DA TREBEA GIZAKIA



Eduardo Fano

Eduardo Fano EHUko Psikologia Fakultateko irakaslea da. Psikobiologoa da eta aditua da, besteak beste, giza etologian, giza portaera ikertzen duen biologiaren atalean. Bere ikerketa-gaien artean daude psikoneuroimmunologia, estres soziala eta jokaeraren endokrinologia. ARG.: JON URBE/ARGAZKI PRESS.

Batak besteari begietara begiratu eta aurrekoak zer pentsatzen zuen intuitu zuenean sortu omen zen gizakia. Besteen adimenaren teoria eraikitzeko gaitasuna esaten zaio horri, eta gizakia, zerbaitetan bada trebea, horretantxe da: ingurukoek pentsatzen dutena igartzen saiatzen da, oharkabea, eta gustuko du.

Pertsona, funtsean, animalia da. Giza etologiaren begitik, jokaerak bereizten du gizakia beste animalietatik, eta, zehatzago esateko, jokaera hori eta bizi den inguruneari egokitzeko gaitasuna posible egin dituen garunak.

Dena dela, gizakia beste animalietatik zerk bereizten duen erabaki nahi bada, lehenengo komeni da konparaketa noren artean egingo den erabakitzea. Animalien artean, normalean txinpantzeak hartzen dira, hots, ohiko txinpantzea eta bonoboa; eboluzioan gizakiarengandik gertuen dauden espezieak direlako, eta haien gaitasunak gizakiarengandik gertuen daudelako printzipioz.

Gizakia txinpantzeen aldamenean jarritakoan, gizakiaren obrarik handienak aipatzeko joera izan daiteke: sinfoniak idazten ditu, ingeniari-tza lan handiak egiten ditu, Ilargiraino iritsi da... eta horrelakoak. Baina Eduardo Fano psikobiologoaren arabera, “beharbada argiago ikusten dugu aldea inguratzen gaituen hori

guztia kenduta”. Horregatik, ehiztari-biltzaileen gizarte hauek proposatzen ditu konparaketarako: yanomamoak, hadzak, boskimanoak, acheak eta abar, hau da, naturatik gertuago bizi diren herriak, idazkerarik ez dutenak eta gizarte modernoak duen gainjartze kultural hori gabekoak.

KULTURA EZ, GARUNA

Kulturak bereizten du gizakia gainerako animalietatik, antropologiaren eta beste zientzia-alor askoren arabera. Baina Fanoren esanean, psikobiologiaren ikuspegitik, badira kultura edo jokaera kulturala duten animaliak. “Kultura baldin bada transmiti daitekeen informazio-gorputz bat, geneetan idatzita ez dagoena eta gizabanakoari eta espezieari bere bizitzan laguntzen diona; orduan, txinpantzeak ere badu horrelakorik. Eta txinpantzea talde horretan sartzea nahi ez badugu, kulturaren definizioa moldatu beharko dugu”. Horregatik, ez du uste kultura benetan bereizgarria denik, baizik eta kultura hori ahalbidetu duen prozesamendu-sistema, garuna, alegia.

Kontua da garunaren zer ezaugarrik, gizakiaren zer gaitasunek bereizten duen benetan txinpantzetik. Fanoren ustez, hiru dira gaitasunak

Tanzaniako Ugalla eskualdean, txinpantzeek irudiko adarrak erabili izan dituzte lur azpiko sustrai, tuberkulu eta erraboilak ateratzeko. ARG.: UGALLA PRIMATE PROJECT.





Ikerketarako eredu gisa, ahozko kultura soilik duten herriak erabiltzen dira, tribu ehiztari-biltzaileak, yanomamoak, esate baterako.

ARG.: © FIONA WATSON/SURVIVAL.



Yanomamo

Amazoniako talde indigena bat dira yanomamoak. Brasilen eta Venezuelaren arteko mugako oihanetan bizi dira. Eta, hain zuzen ere, beren bizilekua hain urrunekoa eta iristeko zaila izateagatik izan dute harreman gutxi beste kultura batzuekin. Hori dela eta, ikerketarako talde ereduak izan da.

Yanomamo izenez bataiatu zituen antropologo estatubatuar batek, haien hizkuntzan “gizaki” esan nahi duen hitzarekin, alegia.

horiek: hizkuntza, gauzak manipulatzeko gaitasuna eta bere arloari bete-betean dagokion bat, adimenaren teoria eraikitze gaitasuna.

Adimenaren teoriak eraikitze gaitasuna da kognizio sozialaren oinarri nagusietako bat. Pertsona batek, egunero, inolako zailtasunik gabe egiten duen zerbait da. Pertsona bakoitzak beste batek pentsatzen duenari buruzko teoria bat izaten du buruan. Nolabait aurrean daukanarekin izandako bizipenak, harremanak, hari buruz kontatu dizkietenak... haren historia barneratua dauka azken finean, eta horren arabera jokatzeko du. “Hori guztia egunero egiten dugu, etengabe eta inongo problemarik gabe. Nik eraiki behar dut besteen adimenaren teoria bat; eta jakin behar dut dauzkadan datuen arabera zer probabilitate daukazu zuk modu batean edo bestean jokatzeko. Eta gizakiok gaitasun hori badaukagu, eta zalantza dago txinpantzeek ote duten ala ez”.

Txinpantzeek adimenaren teoria baduten frogatzeko, hainbat proba egin izan dira laborategian. Frans de Waal primatologo eta etologoak egindako ikerketek erakusten dute txinpantzeak gai direla engainurako, kalkuluak egiteko... “baina esperimendu zorrotzak egin direnean, batzuetan kale egin dute, eta nolabaiteko polemika dago. Nik uste dut badutela —argitzen

du Fanok— hortik eraikitzen delako gizarte konplexu batean bizitzeko gaitasuna; baina frogatzea zaila da”. Hain zuzen ere, gizakiaren gaitasun hori, adimenaren teoriak eraikitzea, alegia, gizartean bizitzearen ondorioa da.

“Orain dela oso gutxi arte 50-100 lagunekoko komunitateetan bizi izan gara, gutxi gorabehera —kontatzen du Fanok— eta, horretarako, nahikoa da bi gaitasun hauekin: hizkuntzarekin —sintaxiduna eta gramatikala— eta bestearen jokaeraren ideia-eredu bat eraikitze gaitasunarekin”. Horiei gehitzen badiegu tresnak eta horiekin ingurunea manipulatzeko gaitasuna, hiru faktore horien elkarrekintzak bata bestea indartzen ditu, eta gaitasun gehiago lortzen dira. “Espiral bat sortzen dute; hizkuntza garatzen dugun unetik aurrera, gure ezagutza eta informazioa pilatuz joan daiteke garunean, eta, hurrengo urratsean, idazkera-eta agertzen direnean, lehertu egiten da kulturaltasun hori”.

Horregatik da hain interesgarria eredu gisa idazkerarik ez duen herri bat erabiltzea, “joaten bagara naturarekiko gertuen dauden tribuetara, ikusi behar dugu zer desberdintasun duten horiek txinpantzeen kulturekiko; horri erreparatu behar diogu, tribu horiek ere gizakiak baitira, eta geroago eraiki den horrek guztiak ez baikaitu gizakiago egiten”. ●



ELHUYAR
FUNDAZIOAREN
ESKUTIK:

TEKNOPOLIS

ZIENTZIA
ETA TEKNIKAREN
DIBULGAZIO-MAGAZINA

astero-astero
etbn



TEKNOPOLIS

ASTEAZKENETAN

etb 3 21:30ean

IGANDEETAN

etb 1 20:00etan

etb 2 12:00etan



ELHUYAR
Fundazioa

FILOSOFATZEN

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Zenbat buru, hainbat aburu



Jesús Mosterínen iritziz, pertsona ez da ezer-tan bereizten gainerako animalietatik. Mosterín CSICeko Filosofia Institutuko ikerketa-irakaslea da, eta Bartzelonako Unibertsitateko Logika eta Zientziaren Filosofian katedraduna. Haren ustez, pertsonok animaliak gara, eta, beraz, ez du zentzurik haietatik zerk bereizten gaituen galdetzeak. Itzultzeko zaila den adibide batekin argitzen du hori: “Es como si alguien te preguntara: ¿en qué se diferencian las vascas de las mujeres? La respuesta es en nada, porque las vascas son mujeres” (Norbaitek emakumezko euskaldunak emakumezkoetatik zertan bereizten diren galdetuko balizu bezala da. Erantzuna “ezertan ere ez” da, emakume euskaldunak emakumezkoak baitira).

Dena den, Mosterínek ez du ukatzen animalia-espezieak, pertsonak barne, desberdinak direnik batzuk besteetatik: “Begi-bistakoa da eltxoak oso desberdinak direla elefanteetatik, eta haiek arranoetatik, eta arranoak labezomorreetatik. Baina animalia guztiek ezaugarri komunak dituzte, eta haiei buruz esan daitekeen guztia esan daiteke gure espezieaz ere. Izan ere, denok ahaidetuta gaude, eboluzioan arbaso berbera izan dugu, eta bi espeziek zenbat eta belaunaldi gutxiago egin behar izan arbaso komuna izateko orduan eta hurbilagoko ahaideak izango dira”.

Hala, giza espezieak gainerakoek ez dituzten ezaugarri batzuk ditu: bi oinetan ibiltzen da, hitz egiteko ahalmena du, teknologia sortu eta erabiltzen du, pentsamendu abstrakturako gaitasuna du... Hala ere, Mosterínen ustez, ezaugarri horiek ez dira erabakigarriak espezie gisa bereizteko. “Erleek ezta egiten dute, eta armiar-mek, sareak. Hau da, guk gure berezitasunak



Jesús Mosterín

Jesús Mosterín Bartzelonako Unibertsitateko Logika eta Zientziaren Filosofian katedraduna da, eta CSICEko Filosofia Institutuko ikerketa-irakaslea. Filosofia analitikoaren aitzindaria izan da Espainian, eta, argitaratu dituen artikulu eta liburuengatik ez ezik, ezaguna da ingurumenaren eta animalien eskubideen alde duen jarreragatik. ARG.: JESÚS MOSTERÍN.

ditugun bezala, beste espezieek berenak dituzte, baina espezieak ez dira horien arabera bereizten. Berez, ugalketak bereizten ditu espezieak: bi populazio elkarren artean gurutzatzeko eta ugaltzeko gai badira espezie berekoak dira. Eta kito.”

Adibideak ere ematen ditu; esaterako, zakurrak eta otsoak espezie berekoak dira, elkarren artean gurutza daitezkeelako eta ondorengoak izan ditzaketelako. “Baina ni otseme batekin maitemintzen banaiz ere, ezin dut ondorengorik izan harekin. Eta hori ez da hizkuntzagatik, teknologiatik eta aipatzen diren beste kontu horiengatik, baizik eta ezin dugulako ugaltu. Gainera, espeziearen definizioaren muinean dago gurutzatu eta ugaltu ahal izatea”.

GURE-GUREAK OMEN DIRENAK

Pertsona gainerako espezieetatik bereizten duten beste ezaugarri batzuk ere ez zaizkio inondik inora erabakigarriak iruditzen Mosteríni. Esaterako, beste filosofo batzuek esan dutenaren aurka, Mosterínentzat ez da egia niaren kontzientzia berariazkoa dugunik, frogatuta baitago beste animalia batzuek ere badutela beren buruaren kontzientzia. “Hori ispiluaren esperimentuarekin baieztatzen da. Esperimentu horretan, animalia bat ispilu aurrean jartzen da, eta aurretik orban bat jartzen zaio animalari, kopetan, adibidez. Animalia orbana garbitzen saiatzen bada, esan nahi du bere burua ezagutu duela”.

Ikertzaileek espezie askorekin egin dute Mosterínek aipatutako esperimendua, eta ez dago inolako zalantzarik txinpantzeek eta beste pri-

Jesús Mosterín: “Animalia guztiek ezaugarri komunak dituzte, eta haiei buruz esan daitekeen guztia esan daiteke gure espezieaz ere”.

mate askok beren burua ezagutzen dutela; alegia, niaren kontzientzia dutela. Primateez gain, beste espezie batzuek ere erakutsi dute ahalmen hori, esaterako, mikak.

Heriotzaren kontzientziari buruz ere antzeko iritzia du Mosterínek. Hain zuzen, sarritan esan izan da gurea dela bere hilkortasunaz jabetzen den espezie bakarra. Mosterínek ukatu egiten du, eta elefanteak jartzen ditu adibidetzat: “Elefanteek heriotzaren kontzientzia nabarmena dute. Larritasun handiko egoera batean daudenean, esaterako, lehorte gogor batek jo eta beste norabait doazela taldeko bat hiltzen bada, gainerakoek itxaron egiten diote, eta egun batzuk ematen dituzte hura zaintzen. Hildakoa utzi baino lehen, hostoz eta lurrez estaltzen dute. Eta berriro igarotzen badira handik, hostoak kentzen dizkiote, galdutako laguna dela baieztatzen”.

Bestalde, erlijioak edo sinesmenak izatea gure espeziearen berezitasuntzat jotzen dute askok. Horretan ere, bestela pentsatzen du Mosterínek.



2008an, Alemaniako Goethe Unibertsitateko zoologoek papertxo bat itsatsi zioten lumetan mika bati, eta ispilu aurrean jarri zuten; mikak, bere burua ikusita, papera kendu zuen. Ordura arte, ikertzaileek uste zuten ugaltun batzuek bakarrik dutela bere burua ezagutzeko gaitasuna.

ARG.: PHIL MCIVER/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ① ②

Alvaro Moreno: “Ez dago zalantzarik pertsonok eta animaliak desberdinak garela; erabat diferenteak gara”.

Haren esanean, pertsonok ideiak izaten ditugu, eta hitz egiteko eta idazteko ahalmenari esker ideia horiek transmititzeko gaitasun izugarria dugu. “Ideia horiek, baina, onak edo okerrak izan daitezke. Beste adibide bat: 13 zenbakia. Batek esan dezake 13 zenbaki lehena dela, eta hori egia da, eta froga daiteke. Beste batek esan dezake 13a adur txarrekoa dela, eta hori okerra da. Baina, okerra izan arren esan daiteke, eta orduan gertatzen da transmititu egiten dela, eta, hala Estatu Batuetan badira 13. solairurik ez duten etxeak edo 13. gelarik gabeko hotelak”.

Erljioekin gauza berbera gertatzen dela uste du. Azaltzen duenez, erlijio asko daude, bakoitza bere mitoeikin, bere ideiekin, eta batzuk bestee-kiko kontrajarriak diren gauzeekin, eta, talde bakoitzaren barruan, iraunarazi eta transmititu egiten dituzte. Pertsona asko talde horietakoren batean dagoela aitortzen du Mosterínek, baina ez du onartzen espeziearen berezitasuna denik: “13a adur txarrekoa dela uste duen jende asko dago, baina beste askok ez dute hori uste. Bada, erlijioekin, berdin. Batzuk kristauak, musulmanak edo erlijio animistakoak dira, eta beste batzuk, berriz, ateoak”.

Gure espeziearen barruan sinesmen-barietate handia dago; Mosterínen ustez, horrek berak erakusten du sinesmen bat bera ere ez dela espeziearen berariazkoa: “Izan ere, zerbait pertsonaren naturaren parte denean, denontzat komuna da, hala nola bi oinetan ibiltzea eta hizkuntza edo birrikak izatea. Aitzitik, erlijioak eta halakoak ez dira guztionak”.

BEREZIA ETA NAGUSIA

Beste filosofo batzuek oso bestelako ikuspuntua dute gaiari buruz. Alvaro Moreno zientziaren filosofiaren irakaslea da EHUn, eta haren esanean “ez dago zalantzarik pertsonok eta animaliak desberdinak garela; erabat diferenteak gara”. Bereizten gaituzten ezaugarrien artean, zibilizazioa, kultura, gure eboluzioaren abiadura —ez baitago soilik biologiari edo genetikari lotuta—, hizkuntza, garunaren garapena eta gainerako espezieen gaineko nagusitasuna aipatzen ditu Morenok. Zaila egiten zaio, hala ere, horien artean bereziena aukeratzea: “Bata bestearekin elkarrekintzan daude asko, eta, beraz,



Alvaro Moreno

Alvaro Moreno biologoa eta filosofoa da, eta EHUko Biologiaren Filosofia-IAS Research Groupeko kidea. Bioetika, bizitza artifiziala, kognizioaren jatorria eta oinarri biologikoak, garapena eta eboluzioa, eta zientzia biologikoen eta kognitiboen metodologiaren azterketa dira talde horren ikergaietako batzuk, eta horietan dihardu Morenok. ARG.: JON URBE/ARGAZKI PRESS.

ez da erraza esatea zein den bereziena, berariazkoena”.

Morenok azaltzen duenez, filosofo greziarrentzat arrazionaltasuna zen gure espeziearen muina. “Baina, zer esan nahi du arrazionala izateak? Ez dago garbi. Haiek diskurtso arrazoitua egiteko ahalmena aipatzen zuten, eta horretarako hizkuntza behar da. Eta zer esan nahi da zehazki hizkuntzarekin? Beste animalia askok ere badute komunikatzeko gaitasuna, baina geuk bakarrik dugu hizkuntza. Gainera, gure espeziearen barruan ere, hizkuntzak bilakaera bat, eboluzio bat, izan du; esaterako, idazkeraren sorrera mugarri bat da. Bestalde, hizkuntza garunaren garapenaren kausa edo ondorioa da?”

Hizkuntzaz gain, teknologia sortzeko ahalmena eta teknologia horrekin beste tresna teknologiko batzuk garatzeko gai izatea ere berezkitzat jo dezakegu, Morenoren iritziz. Teknologia horri esker, gure arteko harremanak aldatu dira, eta mundua gure interesen arabera moldatzeko gai izan gara. Horrek ondorioak ekarri ditu, “horrek eta gure nagusitasuna ulertzeko moduak”.

Hain zuzen ere, Morenok ez du zalantzarik gainerako espezieak baino boteretsuagoak garela, baina, haren ustez, ez dugu botere hori era adimentsuan erabili. Esaterako, ekosistemen arteko oreka hautsi dugu, eta, orain biodibertsitateari balioa ematen ikastea, neurri batean, apaltasun-kontua izan daiteke, baina, batez ere, kontzientzia-kontua da. Ezinbestekoa iruditzen



Eudald Carbonell

Eudald Carbonell arkeologo, antropologo eta paleontologo ezaguna da, batez ere, Atapuercako aztarnategiko zuzendarietako bat izateagatik. Hain juxtu, lan horregatik jaso zuen, *ex aequo*, Ikerketa Zientifikoaren eta Teknikoaren Asturias Printzearen saria 1997an. Geologian doktore egin zen Pierre et Marie Curie Unibertsitatean, eta historian, berri, Bartzelonako Unibertsitatean. Gaur egun Rovira i Virgili Unibertsitateko irakaslea da.

ARG.: EUDALD CARBONELL.

Eudald Carbonell: “Sistema berri bat ezartzen dugun bakoitzean, aldaketa metabolizatu behar dugu. Egindakoan, espeziearen kolapsoa gerta daiteke”.

zaio biodibertsitatea zaintzearen garrantziaz jaketzea. Hori bai, ez du uste erraza izango denik erabaki globalak hartzea etorkizunean norabide adimentsu batean joateko. “Ez dut pesimista izan nahi, baina zaila da baikorra izatea”.

ORAINDIK EZ GARA GIZAKI?

Eudald Carbonell arkeologo, antropologo eta paleontologoak ere sakon aztertu du gaia, eta beste erantzun batzuk topatu ditu. Besteak beste, aldarrikatzen du oraindik ez garelako gizaki, pertsona. Azaltzen duenez, pertsona bilakatzea eboluzio-prozesu bat da; oraindik martxan dago, eta alderdi biologikoen eta kulturalen eragina dute horretan. Bada, eboluzio kulturala biologikoari gailentzen zaionean, orduan burutuko da gizatiartze-prozesua.

Carbonellentzat, Morenorentzat bezala, pertsona bada gainerako animalietatik desberdina. “Horretan badira hainbat faktore gako, hala nola teknologiaren sozializazioa, hizkuntza, ezagutza eta

pentsamendua. Hain zuzen, teknologia sozializatuak eta prozesu hori lotutako hizkuntzak auto-kontzientzia sustatzen dute. Aldi berean, kontzientzia eragileak, hau da, adimenaren eta espeziearen kontzientziak, gizaki egiten gaitu”.

Espeziearen etorkizunari buruz ere ikuspuntu interesgarria du Carbonellek. Haren esanean, gure espeziea hazkunde esponontzial konbergentea izaten ari da, eta aurreikus daiteke harreman sozialen areagotzeak eta konplexutasunak kolapsoa eramango gaituztela. “Gure espezieak sistema berri bat ezartzen duen bakoitzean, metabolizatu egin behar du aldaketa. Iraultza zientifikoaren eta teknikoaren ondoren, oraindik ez du egin, baina, gertatutakoan, espeziearen kolapsoa ekar dezake. Hori mende honetan gerta daiteke”.

Kolapsoaren ondorioak ere iragartzen ditu: “Ondoren, gure espeziea beste era batera sozializatuko da, transgizatiartzearen bezpera izango da”.

Argi dago gaiak zer pentsatua ematen duela... ●



Pertsona izatearen bereizgarrien artean, teknologia sortzeko eta garatzeko gaitasuna nabarmentzen dute adituek.

ARG.: NASA.



hh
hik hasi

XI. HIK HASI Udako Topaketak

Donostian, uztailak 1 eta 2



Matrikulatzeko azken eguna: maiatzaren 28a

Jendaurrean hitz egiteko, **Ahotsaren erabilpen egokia**, Euskarazko literatura, **Euskal mitologia eta ipuinak**, Nola erabili testigantzak, **Adimen emozionala**, Psikomotrizitatea, **Orkestra musikaterapeutikoak**, Osasun mentala, **Haurrentzako masajea**, Jolastu eta sortzaileki pentsatu HHn, **Hizkuntzaren jolasa**, Buru-mapak, **Matematika tailerra**, Irakaskuntza 2.0. Wikiak, **Web 2.0. Google**, Bideoa, **Artea eta irudia**, Marrazten ikasi, **Egurra lantzen**, Papera eta kartoia, **Biodantza**, Euskal dantzak LHn, **Europako dantzak**, Cos-Art metodoa, **Perkusioa: panderoa eta batukada**, Yoga saioak irakasleentzat, **Coaching...** eta arratsaldeetako kafe-solasaldiak.

Informazioa: www.hikhasi.com edo 943 371 408

PLASTIKOZKO POLTSEN AZKEN HATSA

Milioika eta milioika plastikozko poltsa kontsumitzen da urtero. Gainera, azken hamarkadan ikaragarri hazi da kontsumo hori, eta gehiegizko kontsumo horrek sortzen duen arazoa agerikoa da ingurumenean. Horrenbestez, erabilera hori murrizteko neurriak hartzen dihardute han eta hemen.

Plastikozko poltsa batek gutxi gorabehera 400 urte behar ditu degradatzeko, alegia, erabat desagiteko. Gainera, maiz itsasoan amaitzen dute, eta oso kutsadura deigarria da. Nazio Batuen Erakundeak emandako datuen arabera, kilometro koadro bat ur gaziko gutxi gorabehera 18.000 plastiko-ale daude ur gainean, norabide jakinik gabe eta inoren kontrolik gabe. Mediterraneo itsasoa da munduko plastiko-biltegi handiena. Arrainak ito egiten dira, digestio-aparatuak plastikoz betetzen zaielako. Hegaztiek irentsi egiten dituzte, arrainak direlakoan. Hala, milaka heriotza eragiten ditu plastikoak.

Horrenbestez, plastikoen gehiegizko erabilera hori ezabatzeko edota plastikozko poltsen erabilera gutxitzeko neurriak hartu dituzte zenbait supermerkatuk, Hurbilago Usurbilgo Merkataria eta Ostalari Elkarteko kide batek, Arantxa Usarralde, kontatu duenez. “Orain arte, zenbait supermerkatuk euro-zentimo bat deskontatzen zuten erabili gabeko plastikozko poltsa bakoitzeko”, dio. Alegia, ordainlekuetan zentimo bat deskontatzen zieten erosilei hartzen ez zuten plastikozko poltsa bakoitzeko. “Orain, berriz, kobratu egiten dituzte”, gehitu du.

Poltsa berrerabilgarriak

Plastikozko poltsen gaiak ohitura-aldaketa eragin du zenbait herritarrengan, eta berriro ere, jendea karroarekin edo etxetik eramandako poltsekin ikusten da kaletik. “Nik neuk denda batean egiten dut lan, eta egia da, bai, gero eta jende gehiagok ekartzen duela bere poltsa etxetik; beste askok ez, noski”, aipatu du Arantxak. Hala ere, neurri batean ez da harritzekoa, korrika eta presaka bizi garen gizarte honetan. Izan ere, maiz lanetik atera eta beharbada zuzenean egiten ditugu erosketak, etxetik pasa gabe, eta, ondorioz, plastikozko poltsen ordezkorik esku artean hartu gabe.

Nolanahi ere, hori guztia hasiera besterik ez da. Usurbilgo Udalak, San Markoko Mankomunitatearekin elkarlanean, atez ateko bilketa jarri zuen indarrean joan den urtean. Orain, beste zenbait esparru landu behar direla ikusi dute; eta, horregatik, “poltsa berrerabilgarriak edo behin baino gehiagotan erabili daitezkeen poltsen kanpaina abiaraziko dugu laster”, kontatu du Izaskun Txintxurreta Usurbilgo Udaleko Ingurumen eta Nekazaritza teknikariak.



Ibaiek, beren ibilguan jasotzen dituzten hondakinak itsaso eta ozeanoetara eramaten dituzten neurrian, lehorreko lurren zabortege bihurtzen dituzte ozeanoak. Arg.: Artxibokoa.



Poltsa berrerabilgarriak edo behin baino gehiagotan erabil daitezkeen poltsen kanpaina abiaraziko du laster Usurbilgo Udalak, eta Hernaniko Udalak kanpaina batean banatu zituen poltsa berrerabilgarriak (poltsa berdeak) erabiltzen dituzte herritarrek erosketetan.

Poltsak banatzeko prest dituzte, Txintxurretak esan duenez. Dena den, mota horretako edozein ekimen aurrera eramateko, ezinbestekoa da herriko merkatarien inplikazioa lortzea eta haiekin harreman estua mantentzea, poltsa berrerabilgarri horiek banatzeko, plastikozko poltsen erabilera nola edo hala murrizteko. Alegia, ekimen hori sustatzeko.

Horretarako, Hurbilago Usurbilgo Merkataria eta Ostalari Elkartearekin jarraituko dute harremanetan. “Elkarlanean aritzeko asmoa dugu, poltsa horien zabalkundea egiteko eta ekimena sendotzeko”, dio Ingurumen eta Nekazaritza teknikariak. Ekimena arrakastatsua izateko, ezinbestekoa da herritarren parte-hartzea. Horregatik, Usurbilgo Udalak poltsa horiek erosi eta etxex etxe banatuko ditu —poltsa bat etxe bakoitzean—. Gainerakoak, zenbait dendatan utziko dituzte, nahi duenak eros ditzan.

“Hernanin gutxi gorabehera duela urtebete jarri genuen martxan ekimen hori” gehitu du Txintxurretak. Kasu horretan, lehenengo urratsa komertzioei banan-banan kanpainaren berri ematea izan zen, eta hala erabaki edo nahi izan duten komertzioek soilik parte hartzen dute —oraindik ere— ekimen horretan. Komertzio bakoitzaren atean bereizgarri bat dago

hori jakinarazteko. Ondoren, poltsa berrerabilgarriak herritarren artean banatu ziren. Iaz, berderen, kanpaina horretan parte hartzen zuten komertzioetara zeure poltsa berrerabilgarri hori eramanez gero, txartel bat jasotzen zenuen, eta

“ezinbestekoa da herriko merkatarien inplikazioa lortzea, poltsa berrerabilgarriak banatzeko eta plastikozko poltsen erabilera nola edo hala murrizteko”

hilerio zenbait zozketa egin ziren ekimena sustatzeko, besteak beste. Halaber, kanpaina horretan parte hartzen zuten komertzioak 2010eko urtariletik aurrera plastikozko poltsak kobratzera konprometitzen ziren. Horrenbestez, gaur egun komertzio horietako batera poltsa berrerabilgarriak gabe joanez gero, bost zentimo kobratzen dizute.

Txintxurretaren iritziz, urtebeteko esperientzia horretan esan liteke oso emaitza onak lortu di-

rela. “Gero eta gehiago dira poltsa berrerabilgarriak erabiltzen dituzten herritarrek, eta merkataria eta dendariak ere pozik daude”, dio.

Desagertzeko bidean

Plastikozko poltsei agur esateko ordua iristear dagoela errepikatzen dihardute behin eta berriaz, eta, horren aurrean, herritar batzuk bederen egoera horri aurre egiteko neurriak hartzen hasiak dira, beren kabuz edo iniziatibaz. Paper edota oihalezko poltsak, erosketen garraiorako otarreak edota erosketa-karroak ez ezik, badira arrandegira edo harategira taper wareak ere erabiltzen dituztenak. “Ez da ideia txarra”, azpimarratu dute Usurbilgo Udaletik nahiz Hurbilago elkartetik.

Ohiturak aldatu egiten dira poliki-poliki, urteak aurrera joan ahala zenbaitetan, eta legeak ezarrita, beste batzuetan. Azken hori da oraingo kasua. Izan ere, plastikozko poltsak albiste dira azkenaldian, eta horien erabilera gutxitzeko araudiak onartu dituzte zenbait estatutako parlamentuek. Hego Euskal Herrian, esaterako, 2010. urterako horien kontsumoa erdira jaitsi behar dela dio legeak; 2015a baino lehen erabat desagertu beharko lukete. Ikusiko da zer gertatzen den.

ASIER FULLAONDO
EHUko genetika irakaslea



Genoma pertsonalen balioa edo baliorik eza

Gaur egun posible da norberaren genoma osoa sekuentziatzea, edo, hainbeste nahi ez bada, norberaren genomaren dauden polimorfismoak ezagutzea; hau da, gure DNAREN sekuentziaren berezitasunak ezagutzea. Informazio hori lortzeko dirua besterik ez da behar. Eta ez gehiegi, egia esan. Gaur egun giza genoma bat sekuentziatzeak 42.000 € inguru balio du, eta 1.200.000 polimorfismo aztertzeak, berriz, 550 €. Prezio horiek ez dute zer ikusirik orain bi urte zeuden tarifekin. Gainera, gaur egun edozeini eskaintzen zaizkio deskodetze-zerbitzuak, eta edozeinek eduki ditzake bere datu genetikoak. Hori ikusita, sortzen zaidan lehenengo galdera hau da: zertarako nahi ditugu datu horiek? Zer erabilgarritasun dauka norberaren genomaren sekuentzia ezagutzeak?

Aspaldi informatikako irakasle batek azaldu zidan datuak eta informazioa ez zirela gauza bera; datuetatik informazioa lor zitekeela, baina, datu gordinak, batez ere datu-kopurua oso altua denean, ez dira informatiboak. 3.000.000.000 letrako segida bat izateak (gure genomaren sekuentzia hainbeste basez osatuta baitago) ezer gutxirako balio du, norbaitek sekuentzia hori interpretatzen ez duen bitartean. Beraz, datuak (sekuentzia) informazio bihurtu behar ditugu, baliagarriak izateko. Eta, horretarako, ezaguna izan beharko litzateke genomaren dauden sekuentzia-aldaketek zer eragin duten gizakian. Horrek bigarren galdera sortzen du. Gure geneen sekuentziek finkatzen dute nolakoak izango garen? Gure patua gure genomaren idatzita dago?

Nahiz eta genetikak izan duen garapenaren ondorioz determinista dela irudi dezakeen, ez da horrela. Genetikan aritzen garen guztiok argi daukagu neurri batean gure geneek finkatzen dutela gure fenotipoa; hau da, kanpotik nolakoak garen, gaixotasun genetikorik izango dugun edo ez, eta abar. Baina argi daukagu, halaber, inguruneak eragin handia izan dezakeela fenotipoaren sorreran. Horren adibidea biki monozigotikoak dira: genoma-sekuentzia berdina izanda ere, ez dira berdinak, eta ez dituzte beti gaixotasun eta ezaugarri genetiko berdinak garatzen. Horren erantzukizuna inguruneak dauka.

ERAGIN GENETIKOAREN NEURRIA

Hain zuzen, hor dago gakoa, jakitean ezaugarri bakoitzerako zenbateko eragina duten geneek eta inguruneak. Ezaugarri batzuetarako eragin txikia izango du inguruneak (kasu horietan gure geneak dira fenotipoaren erantzule nagusiak; adibidez, Down sindromea); eta, beste batzuetan, eragile genetikoek eragin murriztagoa izango dute gaixotasunaren sorreran, eta inguruneak, berriz, handia (adibidez, minbizia). Lehenengo kasuan, genomaren sekuentziak finkatuko du gaixoak edo osasuntsuak izango garen, eta, beraz, sekuentzia ezaguturik, gure diagnostikoa zehatza izango da. Bigarren kasuan, aldiz, diagnostikoa ez da ziurra izango; hau da, gaixotasuna garatzeko probabilitate bat besterik ezin izango dugu zehaztu, benetan gaixotasuna garatuko dugun edo ez jakin gabe. Hori ikusita, hirugarren galdera hau egin daiteke: gai izango bagina ezaugarri bakoitzean inguruneak duen eragina finkatzeko, erabilgarria izango litzateke gure genomaren informazioa?

Inguruneak zer eragin duen jakinda ere, gaixotasun zehatz bat sortzen duten sekuentzia guztiak ezagutu beharko genituzke, diagnostiko zehatz bat egiteko; eta, horretarako, gizaki ezberdinetan dagoen aldakortasun osoa ezagutu beharko genuke. Eta hori ez da ezaguna oraindik. Giza genoma sekuentziatu zenean, bost

pertsonaren genomak nahastu ziren, eta hori izan zen sekuentziatu zena. Horrek ez du esan nahi gizaki guztien genomen sekuentziak genoma-nahaste horretan ordezkaturik zeudenik. Beraz, oraindik ere hobeto ezagutu behar dugu giza genomen sekuentziaren aniztasuna.

Egia da gaixotasun genetiko askotan gaixotasuna sortzen duten sekuentziak ezagunak direla, baina gaixotasun konplexuetan oraindik ez daukagu informazio hori, esaterako, minbizian, edo beste kasu batzuetan: obesitatea, hipertentsioa... Ez ditugu ezagutzen gaixotasun konplexuen sorreran eragin dezaketen sekuentzia guztiak, eta sekuentzia bakoitzak zer neurritan eragin dezakeen gaixotasuna ere ez. Gure genomak gaixotasun konplexuetan eragina duela nahiko argi dago, baina ia ezinezkoa da asmatzea pertsona jakin bat gaixoa edo osasuntsua izango den, soilik bere informazio genetikoan oinarrituta.

Bestalde, gure genomaren azterketak esaten badu gaixotasun zehatz bat izateko arrisku txikia dugula (bihotzeko arazoak

jasateko adibidez), beste mezu hau bidaltzeko arriskua daukagu: “Lasai, ez zara gaixotuko; beraz, ez zaindu zeure burua”. Eta hau ere mezu okerra eta arriskutsua da, gaixotasunen eragile genetikorik ez edukitzeak ez duelako esan nahi gaixotasunik ez duzula izango.

Inguruneak eragin txikia duen gaixotasunetan aurreikuspen fidagarriak egiteko balio du soilik informazio genetikoak.

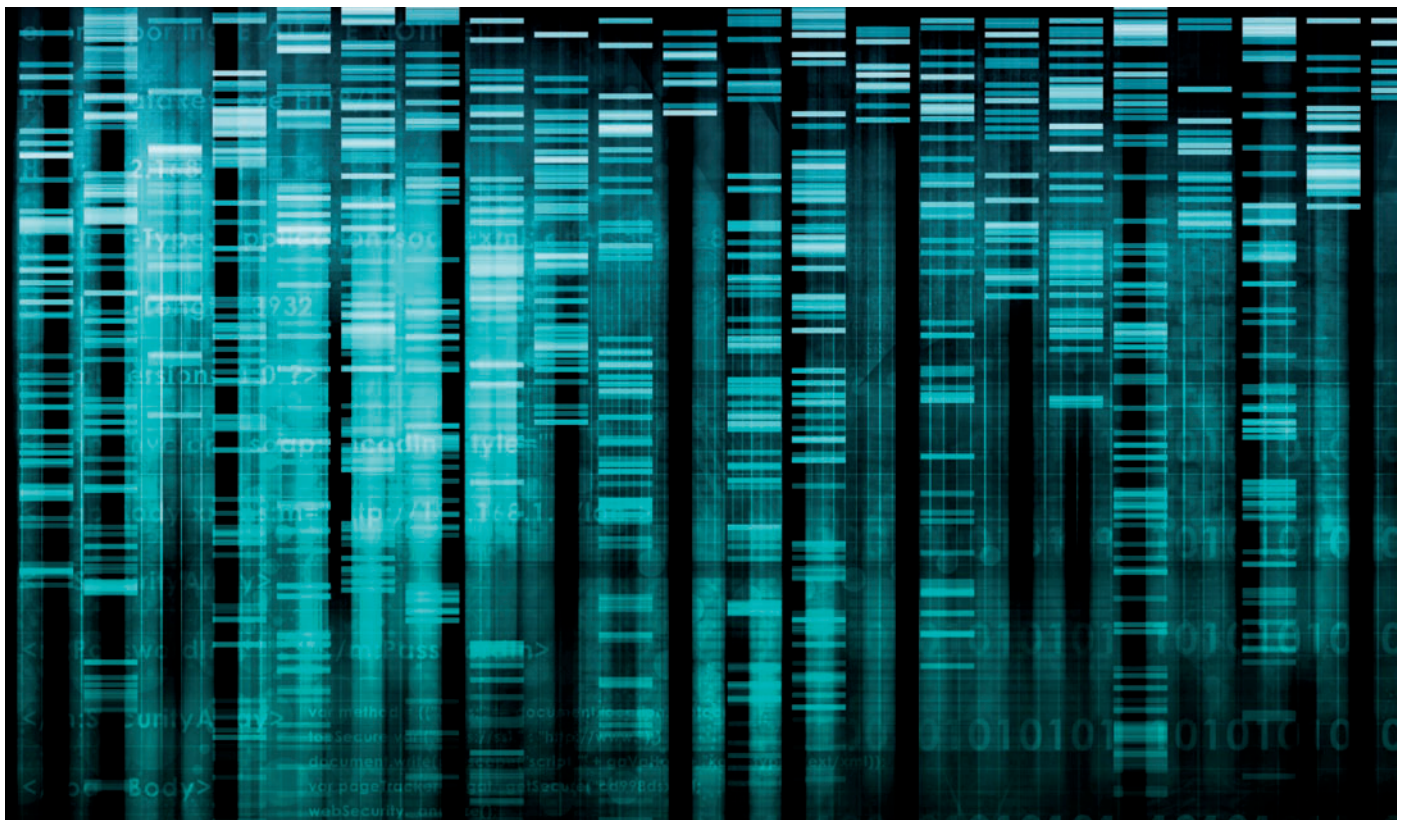
Hortaz, eta, laburbiltzeko, hona hemen azkeneko galdera: norbanakoen genetikaren garaia da hau?

Nire ustez, genomaren ikerketaren garaian gaude oraindik. Ez dugu ahaztu behar giza genomaren sekuentziazioa 2003an bukatu zela, eta oraindik ez du-

gula ulertzen genomaren konplexutasuna (oraindik ere ez dakigu zein den genomaren gene-kopurua).

Orain arteko datu guztiek pentsarazten digute ez duela balio handiegirik gure informazio genetikoak jakiteak. Egia esan, gaixotasun zehatz batzuetan izan ezik, ezin dugu egin aurreikuspen zehatzik. Inguruneak eragin txikia duen gaixotasunetan aurreikuspen fidagarriak egiteko balio du soilik informazio genetikoak —hau da, gaixotasun monogenetikoaren kasuetarako—, eta, gainera, ez beti.

Oraindik ere ikerketaren garaian gaude, hala ere, eta, agian, hiru urte barru aldatu egin beharko ditut hemen esandakoak; baina ez dut uste. Ez ditzagun egin, hortaz, beteko ez ditugun iragarpenak. Norbanakoen informazio genetikoak garrantzitsua izango den garaia helduko da, eta orduan arautu behar izango dugu zer egin, noren esku jarri informazioa... Baina hori beste eztabaida bat da. ●



PILAR NICOLÁS

EHUko ikertzaile kontratatua. Zuzenbidea eta Giza Genoma unibertsitate arteko katedra.

Analisi genetikoa praktika klinikoan

1990. urtearen inguruan, Giza Genomaren Proiektua hasi zenez geroztik, orduan sumatzen ziren aurkikuntzek izango zuten inpaktuaren kontzientzia hartu zen, eta jabetu ginen eragin zuzena izango zutela herritarren bizimoduan etorkizunean. Aldi berean, gizartea eginkizun handi hartan inplikatzeko eta haren onura izugarrian konfiantza izateko beharra nahitaezko baldintzat hartu zen, hark arrakasta izango bazuen. Hausnarketa horren ondorioz, aurrekontuaren ehuneko bost ELSI (Ethical, Legal and Social Issues) izeneko programa batera bideratu zen, proiektuaren inplikazio etiko, juridiko eta sozialen analisia egiteko; aurrekaririk gabeko gauza izan zen munta horretako proiektu batean.

Ezagutza genetikoaren aplikazio klinikoa da medikuntzak gaur egun aurrez aurre duen erronka, hau da, ezagutza hori osasun-sistema nazionalako paziente eta erabiltzaileei aplikatzea. Hain zuzen ere, hasi da —eta ikusten hasi gara— dagoeneko aldaketa sakon bat diagnosia eta tratamendua ulertzeko moduan: populazio osoarentzat pentsatutako medikuntza aringarri batetik ezaugarri indibidualak kontuan hartzen dituen prebentziozko medikuntza pertsonalizatu batera igarotzea.

Bilakaera horrek norbanako bakoitzaren DNAREN ezaugarri berezi horiek ikertzea dakar berekin, ezaugarri horiek erabakitzen baitute gaixotasunak agertuko diren edo ez, edo ager daitezkeen, edo botika baten aurrean nola erreakzionatuko duen. Analisi genetikoa gero eta azkarra goa eta errazagoa da ikuspuntu ekonomikotik, eta emaitzen interpretazioa, gero eta baliagarriagoa. Horregatik, gai honek entitate eskudunak diren autonomia-erkidegoak programak eta diagnosi-zentroak prestatzen edo ezartzen ari dira jadanik beren lurraldeetan.

Horrela, bada, norbanakoen osasunari buruzko informazioa jasotzen eta gordetzen hasiak dira, osasun-sisteman ohikoa denez, baina ezaugarri berezi batzuekin. Aipagarria da, esaterako, informazioa norbanako batengandik jasotakoa dela,

baina heredagarria dela, aldi berean, eta, hortaz, haren senitartekoentzat ere inplikazio garrantzitsuak dituela. Gainera, sintomarik gabeko pertsonen, hau da, pertsona osasuntsuei diagnosia egiteko aukera ematen du.

Halako garrantzia izan dute informazio horrek ekar litzakeen inplikazio etiko eta juridikoek, ezen guztiz gai horri buruzkoak diren gidaliburu, hausnarketa eta arau ugari idatzi baitira. Horren adibide paradigmatikoa dugu Giza Datu Genetikoei buruzko UNESCOren Nazioarteko Adierazpena, 2003. urtekoa.

2007. urtean, Ikerketa Biomedikoari buruzko 14/2007 Legea (LIB), uztailaren 4koa, argitaratu zen Espainian, zeinak kapitulu bat eskaintzen baitio analisi genetiko eta datu genetikoaren tratamendu pertsonalei. Autonomia-erkidegoek garatu eta aplikatu beharko duten araua da, osasun-arloan dituzten eskumenak kontuan hartuta.

LIB legeak medikuntza pertsonalizatuari aplikatzeko den “eskubide-gutun” bat zehaztu eta gauzatu du, pazienteen eskubideei buruzko arauetako batzuk, orokorrak direnak, jasoz eta batzuetan egokituz, hala nola puntu hauei dagozkienak: baimenaren erregimenari, intimitatearen errespetuari eta datuen babesari, ez jakiteko eskubideari, edo diskriminatua ez izateko eskubideari.

Hala, informazio genetikoa diagnosia edo tratamendua egiteko helburuarekin lortu nahi denean, pazienteei analisiaren esanahia eta haien zentzuzko eta beren familiarakoentzat duen garrantzia jakinarazi behar zaie, eta espresuki eman beharko dute baimena, idatziz, analisia egiteko eta datuak gordetzeko. Informazioa modu egokian helarazi behar zaie, termino ulergarrietan, eta ulertzen dutela ziurtatu.

Jasotzen den informazio guztia —historia klinikoa gordetzen den gainerakoarekin gertatzen den bezalaxe— isilpekoa da, eta profesionalak sekretuan izateko obligazioa dute: ezin izango da jakinarazi, ez eta pazientearen senitartekoei ere, eta ezin izango da laguntzazkoak ez diren beste helburu batzuetarako utzi subjektuaren baimenik gabe. Pazienteak erabakiko du zein kasutan jakinarazi seme-alaba, anai-arreba, guraso eta abarri mutazioen bat detektatu dela, mutazio horrek eragin diezaiekeenean, eta berak

analisia egitea egoki den eta non eta nola egin behar den jakiteko. Gainera, emaitzak interpretatzeko eta pazienteari transmititzeko ezagutzak ere izan behar dituzte, halako moldez, non pazienteak ulertuko baititu emaitzen esanahia, errore-aukerak, hortik aurrera har daitezkeen neurriak eta etorkizuneko bizimoduan beretzat eta ingurukoentzat izango duten garrantzia. Pazienteak hartuko ditu, ezagutza horretan oinarrituta, dagozkion erabakiak.

Laburbilduz, prebentzioari edo terapia egokiagoak eta pertsonalizatuak lortu ahal izateari begira, diagnosi genetikoak herritarrentzat dakartzan aukerek pazienteen eskubideak indartu dituzte, eta profesionalentzat eta osasun-zentroentzat eskakizun berriak ekarri, alor hauek landu beharko baitituzte egoera berrira egokitzeko: prestakuntza, beharrezko azpiegiturak, antolamendu egokia eta aplikatu behar diren arau zehatzen kontzientzia hartzea. ●

Diagnosi genetikoak herritarrentzat dakartzan aukerek pazienteen eskubideak indartu dituzte.

jakinaraziko dien ala osasun-profesionalak horretan inplikatu dituen. Isilpeko-tasun-betebehar horren arabera, halaber, informazioa ez zaie helaraziko horretan interesa izan lezaketen beste entitate batzuei, adibidez, aseguru-etxeei. Horri dagokionez, LIBek, gainera, ondare genetikoak eragindako diskriminazioa espresuki debekatu du, eta debeku hori Europar Batasuneko Oinarritzko Eskubideen Gutunean ere jaso da.

Halaber, “aholku genetiko egokirako” eskubidea aurreikusi da; horren arabera, analisi genetikoaren prozesu guztia kalitate-baldintzetan eskaini behar da, bai erabilitako baliabideei dagokienez, bai horretan parte hartzen duten profesionalen dagokienez. Profesional horiek behar adinako ezagutzak izan behar dituzte



© ISTOCKPHOTO.COM/CZARDASES

Esperimentu ODOLTSUAK

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Nora doa odola? Galdera ez da erraza erantzuten. Gaur egun, ematen du baietz: jakina, bihotzak ponpatzen du, eta gorputzean zeharreko bidaia bat osatzen du bihotzera itzultzeko; bidaia hori bukatuta, bidaia txikiago bat egiten du biriketara, eta bigarren bidaia horretatik berri ere bihotzera. Odol bera da etengabe bihotzera itzultzen dena. Bihotza zeharkatu, eta berriz ere egiten du bidaia. Zirkulazioaren bidaia da.

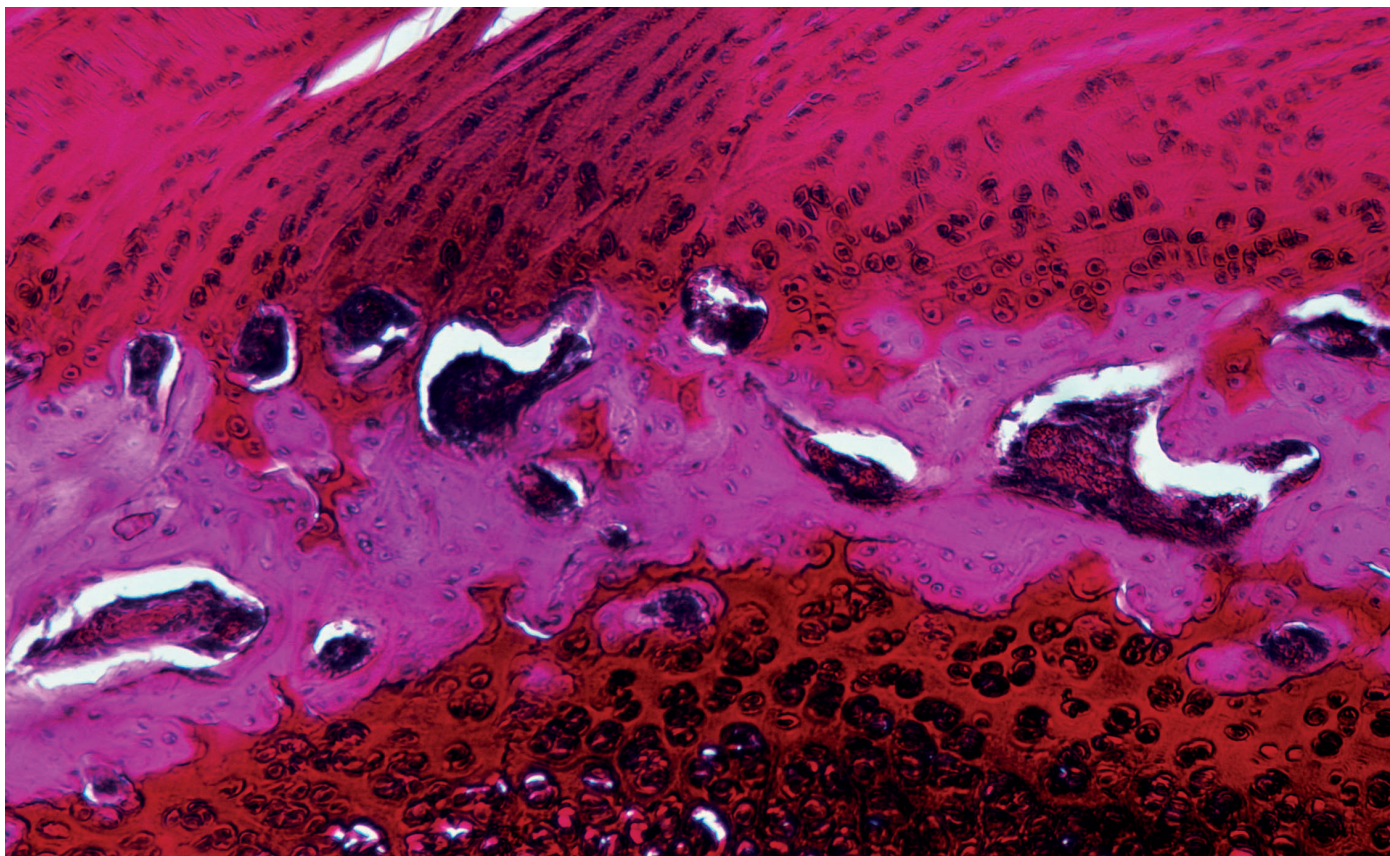
Orain badakigu nolakoa den odolaren zirkulazioa, baina ez zen erraza izan hori guztia aurkitzea. Gizakiak ez zuen jakin XVI. mendera arte, William Harvey ingelesak animalia biziekin ikerketa odoltsuak egin zituen arte. Harveyk aurreiritzi baten kontra borrokatu behar izan zuen. Eta borroka horretarako armarik eraginkorrena behaketa zen, odolaren behaketa, kasu honetan.

Umeentzako ipuin batek kontatzen du enperadore batentzat jantzi berezi bat egin zutela. Benetan, jantzirik ez zegoen; enperadorea biluzik zegoen. Eta denek ikusten zuten enperadorearen gorputza, baina inor ez zen ausartzen hori aitortzen, ustez hari finarekin egindako jantzia zelako. Are gehiago, enperadoreak sinesten zuen jantzi berezia zuela, eta mendekoek ere sinesten zuten. Ume batek hitz egin arte; umeak ozen esan zuen denek ikusten zutena, enperadorea biluzik zegoela, alegia. Eta umearen hitzak entzun, eta denak konturatu ziren egia zela.

Harveyren istorioa antzekoa zen. Enperadore baten lekuan, Galeno mediku handia zuen istorio horrek. Jantzi ikusezin baten lekuan, odolaren bidaia, eta umearen lekuan, Harvey bera. Galenok esana zuen bi odol-mota (gorria eta morea) bihotzak eta gibelak sortzen zituztela (hurrenez hurren), arterietara eta zainetara bideratzen zirela eta gorputzadarretan desagertzen zirela, nolabait kontsumituta. Galenok dixit. Eta hark esan baldin bazuen, egia izan behar zuen.

Baina Harveyk ez zuen horrelakorik ikusten animalien gorputzak irekitzen zituztenean. Bestelako errealitate bat ikusi zuen. Garai hartako ikertzaileek ere ikusi zuten zainak eta arteriak ez direla hodi sinpleak. Balbulak dituzte, eta, horren ondorioz, noranzko bakarreko bideak dira. Odolak ez du atzera inoiz egiten. Arterietan bide hori bihotzetik kanporantz egiten da, eta zainetan alderantziz. Are gehiago, zenbaitan aztertuta, oso zaila zen Galenoren hipotesia onartzea. Harveyk kalkulatu zuen gorputzak orduko 250 litro odol sortu behar zituela, gutxi gorabehera.

Zerbaitek ez zuen funtzionatzen Galenoren hipotesian. Gure gaur egungo jakintzarekin begi-bistakoa da zer den funtzionatzen ez duen hori. Eta noranzkoaren azterketak zirkulazioaren ideia eramaten gaitu. Baina hipotesi horrek sekulako aldaketa ekarriko zuen XVI. mendean, eta, beraz, oso ziur egon behar zuen Harveyk. Esperimentu odoltsuen bitartez baieztatu behar izan zuen. Animalia asko ireki zituen, oraindik bizirik zeudela, zirkulazioa lanean harrapatu nahian. Bihotza lanean ikusi zuen, eta odolaren bideari jarraitu zion, eta zirkulazioa ulertu zuen.



ARTXIBOKOA

PAVLOV

Urruti geratu zen XVI. mendea; Galileok espaziora begiratzaren bitartean ari zen Harvey animalia biziak irekitzen. Baina mende batzuk geroago ere, antzeko esperimentu odoltsuak egin ziren antzeko oinarritzko ikerketa bat egiteko. XIX. mendearen bukaeran galdera ez zen odola nora doan, baizik eta hormonek odoletik bidaia egiten ote duten. Hori ere begi-bistakoa da fisiologia pixka bat dakienarentzat; odolatan bidaiatzaren duten mezulariak dira hormonak.

Ivan Pavlov errusiarrak erantzun zion galdera horri, eta Fisiologiako Nobel saria eskuratu zuen 1904an, besteak beste, horregatik. Pavlov ezaguna da erantzun kondizionatua ikertzeagatik. Lan horretarako, zakurren janariarekin egin zuen lan; jana edo janaren adierazgarri bati antzematen ziotenean, jana digeritzeko azidoak jariatzen zituzten zakurrek. Eta Pavlovek erantzun zuen galderetako bat

William Harveyk animalia asko ireki zituen, oraindik bizirik zeudela. Bihotza lanean ikusi zuen, eta odolaren bideari jarraitu zion, eta zirkulazioa ulertu zuen.

izan zen nola iristen ote zen janariaren presentziaren seinalea urdailera.

Janaria ahoan sartu eta segituan abiatzen zen urdailaren erantzun kimikoa. Hasieran, Pavlovek pentsatu zuen nerbio-sistemaren bidez komunikatzen zirela ahoa eta urdaila. Hori baieztatzeko, zakur bati nerbio-sistema moztu zion, eta jana jarri zion ahoan. Seinalea berdin-berdin iristen

zen urdailera. Ez zen nerbio-sistema seinalearen bidea. Beste aukera bat digestio-hodia bera zen. Eta, hipotesi hori baieztatu edo baztertzeko, beste zakur bati esofagoa eta urdailaren arteko lotura moztu zizkion (animalia bizirik zegoela, noski). Janaria sartu zion ahoan; hala ere, seinalea berdin-berdin iristen zen urdailera. Pavlovek onartu zuen seinaleak (hormonak) zuen bide bakarra odola zela. Gaur “begi-bistako” egiten zaigun hori.

Pavlovek beste hainbat esperimentu odoltsu egin zituen bizirik zeuden zakurrekin. Eta Pavlovek eta Harveyk ez ezik, beste zientzialari askok ere egin dituzte esperimentu odoltsuak. Bi adibide besterik ez dira haiek; hori bai, aipatutako kasuak funtsezko jakintza eman diguten esperimentuak dira. ●

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Röntgenen

IRUDIA: MANU ORTEGA

IZPIAK

1 896ko urtarrilaren 23an, Würzburg-eko Unibertsitatean jendetza bildu zen erakustaldi zientifiko hura ikusteko. Aretoa lepo zegoen; anfiteatro-moduan kokatutako aulkiak beterik, eta pareten alboan jendea zutik. Gazte bat oholtzako mahaira hurbildu zen, eta publikoa, bat-batean, isildu egin zen. Jarraian, altuera txikiko gizon bizardun bat atera zen, eta publikoa zutitu egin zen, zientzialari harekiko begirunez. Pauso handiak emanez iritsi zen mahaira, eta gazteak esan zuen: “Jaun-andreok, Wilhelm Röntgen irakasleak zuen arreta eskatzen du begirune osoz”.

Röntgen bere azken aurkikuntzari buruzko azalpenak ematen hasi zen, ongi neuritutako hitzekin. Ez zen askorik luzatu; eta, bukatzeko, Albert von Kölliker anatomista entzutetsuari baimena eskatu zion haren eskuari “argazki” bat ateratzeko.

 Ezagutzen ez zuten zerbait zegoen hor; zerbaitetik, izpi ikusezin batzuek akaso, kartoia zeharkatzen zuten eta plakara iristen ziren.

Köllikerrek gogo onez onartu zuen. Minutu batzuen buruan erakutsi zuen argazkia Röntgenek. Txalo-zaparrada bat izan zen erantzuna. Argazki hartan, eskuaren hezurak ikusten ziren, argi eta garbi; X izpien bidez egindako lehen erradiografietako bat zen.

Lehenengoa bere emaztearen eskuari atera zion Röntgenek, hilabete lehenago. 1895eko azaroan hasi zen dena. Röntgenek 50 urte zituen ordurako, eta zientzialarien artean ezaguna zen, bai unibertsitateko irakasle errespetatu gisa, eta baita zorrotasun eta zehaztasun handiz lan egiten zuen ikertzaile gisa ere. Garai hartan, beste hainbat fisikari bezala, katodo-izpien propietateak ikertzen ari zen. Hertz, Lenard, Hittorf eta Crookes-en lanak errepikatu zituen, eta haiek lortutako emaitzak berretsi. Baina beste ekarpen batzuk ere egin zituen. Ikusi zuen, esaterako, katodo-izpiek argazki-plakak iluntzen zituztela, eta zenbait gatzetan fluoreszentzia eragiten zutela, bereziki, bario platinozianuroan.

1895eko azaroaren 8an gauza oso bitxi batez konturatu zen: katodo-izpien hodiaren eta platinozianuroz estalitako plaken artean kartoia jarrita ere, plakan fluoreszentzia agertzen zen. Nola zitekeen hori? Nola iristen ziren izpiak plakara? Izan ere, kartoia katodo-izpiak oztopatu behar zituen, logikaz. Baina, orduan, zerk eragiten zuen fluoreszentzia hori?



Ostiral arratsaldea zen, eta bakarrik zegoen laborategian. Gertatzen ari zena ziurtatzeko, hodi osoa kartoi beltzez estali zuen, eta gela ilunpetan jarri, eguzki-argiak zerikusirik izan ez zezan. Kartoiak ez zien katodo-izpiei pasatzen uzten, baina, platinozianuroz estalitako plaka hori gerturatu zuenean, argi fluoreszentea agertu zen. Zur eta lur gelditu zen Röntgen. Ezagutzen ez zuten zerbait zegoen hor; zerbaitek, izpi ikusezin batzuek akaso, kartoiak zeharkatzen zuten eta plakara iristen ziren.

Asteburu osoa laborategian pasa zuen, probak behin eta berriz egiten, gertatzen ari zena ulertu nahian. Hala esan zion Anna emazteari: "Jendeak zertan ari naizen jakiten duenean, 'Röntgenek burua galdu du!' esango dute".

Baina Röntgenek bazekien ikusten ari zena hura erreala zela, eta ez zegoela erotuta. Hala ere, denbora batez, ez zion beste inori ezer esan. Hainbat astez emaztea eta biak aritu ziren esperimentuak egiten. Kartoiak zeharkatzeko gai zen erradiazio hura zer zen ideiarik ez zuenez, X izpiak

deitu zien. Eta ikusi zuten kartoiak ez ezik, egurra, eta baita pareta ere, zeharkatzen zutela. Izpi haiek geldiarazten zituen gauza bakarra metalak ziren. Esaterako, metalezko pisu batzuk argazki-plaka baten aurrean jarri zituztenean, plakan pisu haiei siluetak agertu ziren argi.

Abenduaren 22an gertatutakoak eragin ziren harridura handiena. Annak eskua

argazki-plaka baten gainean jarri zuen, eta X izpi haiei eraginpean eduki zuen 15 minutuz. Emaitzak arnasarik gabe utzi zituen. Ez zen gutxiagorako; argazkian eskuaren hezurdura (eta eraztuna) ikusteak lilura eta ikara eragin ziren aldi berean. Halaxe adierazten dute Annak ahoskatu ahal izan zituen lehen hitzek: "Neure heriotza ikusi dut!"

Abenduaren 28an argitaratu zen *Über eine neue Art von Strahlen* (Izpi-mota berri bati buruz) artikuluan azaldu zuen Röntgenek izpi berri haiei buruz ikasitako guztia. Berrira berehala zabaldu zen. Urtarrilaren 5ean *London Daily Chronicle*-k honela zioen: "Gerra-alarma baten zurrumurruak ez du gure arreta urrundu behar Vianan komunikatu den zientziaren lorpen txundigarritik. Aditzera eman duteenez, Würzburg Unibertsitateko Röntgen doktoreak argi bat aurkitu du argazkia ateratzean, haragia, arropak eta beste hainbat substantzia organiko zeharkatzen dituen".

Aplikazioak ere berehala ikusi zituzten; medikuek, batez ere. Gorputza ireki gabe barrukoa ikusi ahal izatea sekulakoa zen. Kölliker anatomistak ere argi ikusi zuen aurkikuntzaren garrantzia Würzburgeko erakustaldian. Halaxe aitortu zuen han bertan, bere eskuaren eskeletoa ikusita-koan. Eta izpi haiei Röntgen izpiak deitzea proposatu zuen.

Baina Röntgenek berak nahiago izan zuen X izpiak deitzen jarraitu. Gizon umila zen. Aurkikuntza patentatzeari muzin egin zion, eta Von titulua eskaini ziotenean ere uko egin zion. Hala ere, hainbat ohore jaso zituen. 1901. urtean eman zituzten Nobel sariak lehenengoz; eta fisikakoa Röntgenentzat izan zen. Sariaren dirua Würzburgeko Unibertsitateari eman zion. ●

UR-INGENIARITZAKO

proiektu handiak

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Gizakiaren eta uraren arteko harremanak ingeniariartzako altxor asko utzi ditu. Liburu honetan, Ana Azpirik eta Alberto Gonzalezek aurkezten dituzte gutxi batzuk. Azpiri artearen historian doktorea da, eta Gonzalez bideetako ingeniaria, eta bien artean 33 proiektu ikusgarri buruzko liburu ederra landu dute.

“Ideia NEREA argitaletxeoket plazaratu zuten. Uraren Nazioarteko Urtearekin lotutako ideia zen: *Uraren historia* izeneko liburu bat egitea, giza adimena eta ahalegina urarekin lotzen zituen adibideak emanez” dio Azpirik. Gainera,

dibulgazio-liburu bat izan behar zuen; datu teknikoak eta azalpen argiak konbinatu beharko zituen astuna izan gabe. “Datuen dimentsioak ondo emateaz arduratu ginen. Denak tresna erraldoiak dira, eta, beraz, metro kubikoetan edo tonatan hitz eginda, galtzeko modukoak dira zenbakiak”. Horregatik, datuak konparaketen bitartez emanda daude. Esate baterako, Hoover urtegiaren zementuak Donostiako Moneoren kuboaren bolumenaren bikoitza du. Alderaketa horren bitartez, errazago ulertzen da zenbaterainoko erronka teknikoa (eta kimikoa) den zementu hori lehortu ahal izatea.

i

Uraren historia

Ana Azpiri eta
Alberto Gonzalez

NEREA argitaletxea
eta KUTXA

336 x 230 mm

ISBN: 978-84-7173-524-9



Bi egileek azkar lan egiteko modua aurkitu zuten. Gonzalezek aukeratzen zituen ingeniariartzalanak; gero, bi egileak elkartzen ziren bakoitzaren kontakizunari forma emateko, eta Azpirik idazten zituen kapituluak. “Lanak aukeratzeko irizpidea zen ingeniariartza-lan ikusgarriak izan behar zutela. Harridura eragiten duten proiektuak dira”. Mundu osoko lanak dira, modernoak batzuk eta klasikoak beste batzuk: Alhambrako ur-sistema, Hoover urtegia, Herbeheretako dikeak (modernoak zein zaharrak), Oresundeko itsasarteko tunel-zubia, Suezko kanala, Japoniako ur gaineko aireportuak, Troll plataforma eta abar. Mota askotako proiektuak dira. Aurkeztutako altxor teknologiko bakoitzarekin batera, argazki handiak eta ikusgarriak sartu dituzte.

Liburua NEREA argitaletxeak eta KUTXAK argitaratu zuten oso formatu handian. Gaztelaniazko edizioaz gain, gaztelania-euskara edizio elebiduna ere argitaratu zuten. Etxean lasai irakurri eta ikusteko moduko liburua da, baina, gainera, aurkezten dituzten proiektuak turismoa egiteko aitzakiak izan daitezke. Liburu interesgarria, zalantzarik gabe. ●

SATORRAK

dani fano

ILARGIAN





Ilargiaren efemerideak

- 1** Gehienezko librazioa longitudean ($l = 5,59^\circ$).
- 3** 12:36an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 6** 04:16an, Ilbehera.
22:09an, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena).
- 9** 12:32an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin $5,9^\circ$ -ra.
- 11** Gutxienezko librazioa latitudean ($b = -6,64$).
- 14** 01:05ean, Ilberria.
- 16** 10:15ean, konjuntzio geozentrikoan Artizarrekin $0,1^\circ$ -ra.
- 17** 15:36an, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 20** 08:51n, konjuntzio geozentrikoan Marterekin $4,8^\circ$ -ra.
09:04an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena).
23:43an, Ilgora.

- 22** 23:14an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin $7,5^\circ$ -ra.
- 24** Gehienezko librazioa latitudean ($b = 6,71^\circ$).
- 27** 23:08an, Ilbetea.
- 28** Gehienezko librazioa longitudean ($l = 5,04^\circ$).
- 30** 18:08an, goranzko nodotik pasatuko da.

maiatza 2010

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						

Beste efemeride batzuk

- 1** Osteguna. Eguerdian, 2.455.318. egun juliotarra hasiko da; Kristo aurreko 4713ko urtarrilaren 1eko eguerditik igaro diren egunak dira horiek. Kalkulu astronomikoak errazago egiteko erabiltzen da datu hori. XVII. mendeko eruditurantses batek, Joseph Justus Scaliger-ek, zehaztu zuen data hori, garai hartako hiru ziklorik garrantzitsuenek bat egiten zutelako: 28 urteko eguzki-zikloa, 19 urteko ilargi-zikloa eta erromatar zergen 15 urteko zikloa, "erromatar indikzio" deiturikoa.
- 9** Eta Lirida izeneko izar iheskorren maximoa; C/1983 HI (Iras-Araki-Alcock) kometarekin dute lotura.
- 14** Eguzkia, itxuraz, Taurus konstelazioan sartuko da ($53,34^\circ$).
12:00etan, denboraren ekuazioa urteko lehen maximo negatibora iritsiko da ($-3 \text{ min } 40 \text{ s}$).
- 21** Astrologiaren arabera, Eguzkia Geminin sartuko da (60°).

Planetak

Ikusgaiak

Goizez: Merkurio (hilaren 25etik aurrera) eta Jupiter.
Arratsalde: Artizarra, Marte eta Saturno.
Gauetz: Marte eta Saturno.

Merkurio

Ekliptikaren inklinazioak planeta ikustea eragotziko du hilabete honetan. Hilaren 26an izango du mendebaldeko elongaziorik handiena: 25° -ra. Eguzkia baino ordubete baino gutxiago lehenago aterako da, ordea, eta nekez ikusi ahal izango da. Oskarbi badago, ekialde ipar-ekialdeko horizontean ikusi ahal izango da. 2 h-ko igoera zuzena. $+13^\circ$ eta $+09^\circ$ bitarteko deklinazioa. Hilaren hasierako sei egunetan Ariesen izango da; gero, Piscis eta Cetusera igaroko da; eta hilaren amaieran Ariesera itzuliko da berriro. 4,8ko magnitudearekin hasiko du hila, eta 0,3raino aldatuko da.

Artizarra

Eguzkia baino bi ordu eta erdi geroago sartuko da hilabete osoan. Haren eguzki-elongazioa ere handituz joango da. Krepuskuluaren

Zerua

2010eko maiatzaren 15eko 06:30ekoa



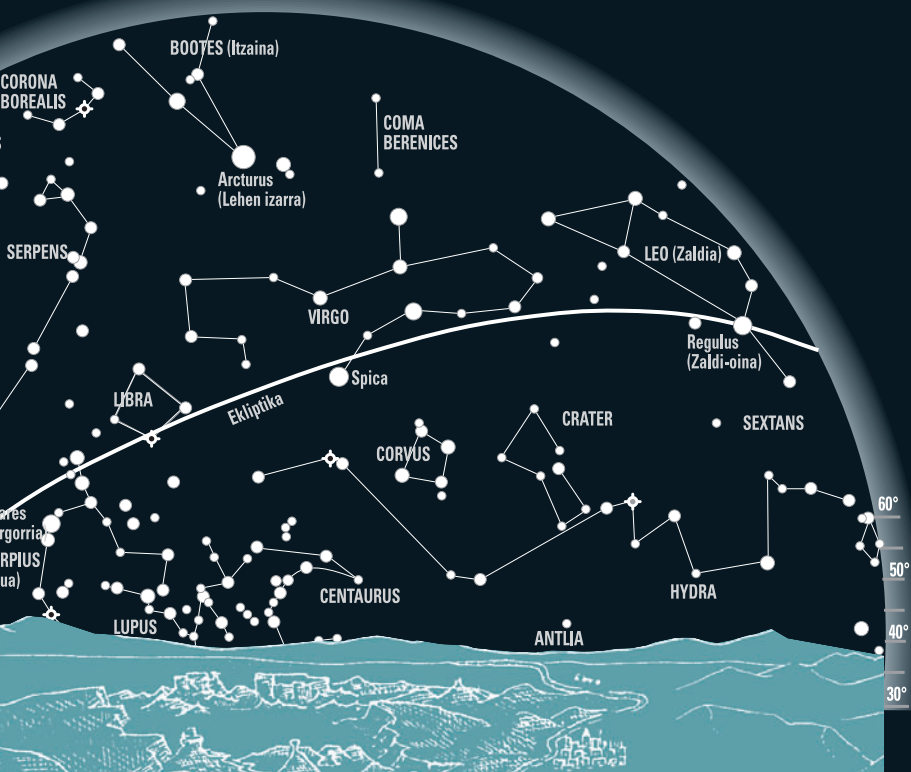
Ekialdea

iraupen luzea dela-eta nekez ikusiko da; hala ere, Eguzkia sartu eta ordubetera mendebalde ipar-mendebaldeko horizontearen gainean ikusi ahal izango da, 15° tik gora. Hilaren 20an Gemini konstelazioan sartuko da, eta ekainaren 12an Cancerrera igaroko da. -4 ko magnitudea iritsiko da. Teleskopioarekin, haren forma konkorduna ikusi ahal izango da. 4 h eta 7 h bitarteko igoera zuzena. $+23^\circ$ eta $+24^\circ$ bitarteko deklinazioa. Taurusen hasiko du hila, eta Geminira igaroko da gero. Haren magnitudeak gora egingo du pixka bat, $-3,9$ tik -4 ra.

Marte

Hilaren 1ean, gauaren hasieran, mendebalde hego-mendebaldeko horizontearen gainean ikusi ahal izango da, 45° -tik gora. Hilaren 31n, ordea, mendebaldeko horizontetik 20° -ra soilik egongo da. Magnitudea 0,7tik 1,1era jaitsiko zaio. Planeta hori teleskopioz ikus daitekeen garaia amaitu egingo da. Hala ere, hilabete batzuetan oraindik ikusgai izango arratsaldeko azken orduetan, Saturno, Artizarra eta Ilargiaren ondoan. 9 h eta 10 h bitarteko igoera zuzena.

zenita



Hegoaldea

Mendebaldea

+18° eta +14° bitarteko deklinazioa. Cancerren egongo da, baina Leon sartuko da berehala. Magnitudea 0,8tik 1,1era jaitsiko zaio.

Hilaren 20an, Ilgoraren ondoan ikusi ahal izango da.

Jupiter

Hilaren 1ean Eguzkia baino ordu eta erdi lehenago aterako da, eta ia hiru ordu lehenago hilaren 31n. Hilaren hasieran Ariesetik Piscisera igaroko da. Magnitudea -2,3raino aldatuko zaio, eta gauaren amaieran ekialdeko horizontearen gainean ikusi ahal izango da. Oraindik Jupiter behatzeko une egokia ez bada ere, haren ilargi galileoarrak ikusi ahal izango dira teleskopioarekin. 23 h-ko igoera zuzena. -03 eta -01° bitarteko deklinazioa. Piscisen. Magnitudea -2,2tik -2,3ra aldatuko zaio.

Hilaren 9an, Ilbeheraren ondoan ikusi ahal izango da.

Saturno

Hilaren 1ean, arratsaldearen amaieran, 50°-ra ikusi ahal izango da hego-ekialdeko horizontearen gainean, eta 40°-ra hilaren

31n. Eratzunen inklinazioa 1,7°-koa baino ez da, eta, beraz, nekez behatuko da. 12 h-ko igoera zuzena. +03°-ko deklinazioa. Hil osoan Virgon izango da. Magnitudea galduko du pixkanaka, 0,9tik 1,1era.

Hilaren 22an, Ilgoraren ondoan ikusi ahal izango da.

Hilaren 5ean, 09:10ean, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 13an, 11:40an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 21ean, 07:23an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 29an, 10:06an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Urano

Ezin izango da behatu hil honetan. 24 h-ko igoera zuzena. -01°-ko deklinazioa. Piscisen egongo da, eta 5,9ko magnitudea izango du.

Neptuno

Ezin izango da behatu hil honetan. 22 h-ko igoera zuzena. -12°-ko deklinazioa. Aquariusen, 7,9 magnitudearekin.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 1ean, Eta Aquilae zefeidamotako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,18 egunean behin. Hilaren 8an, 15ean, 23an eta 30ean izango dira beste maximoak.

Hilaren 2an, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa; 3,3ra iritsiko da haren magnitudea. Hileko gainerako minimoak 5ean, 7an, 10ean, 13an, 16an, 19an, 22an, 25ean, 28an eta 30ean 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) izararekin erka daiteke; 2,1eko magnitudearekin, egonkorra da Almach.

Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 8an, 13an, 18an, 24an eta 29an izango dira beste maximoak.

Hilaren 16an, oskarbi egonez gero, Artizarra Ilgoraren ondoan ikusi ahal izango da begi hutsez eta egun-argiz.

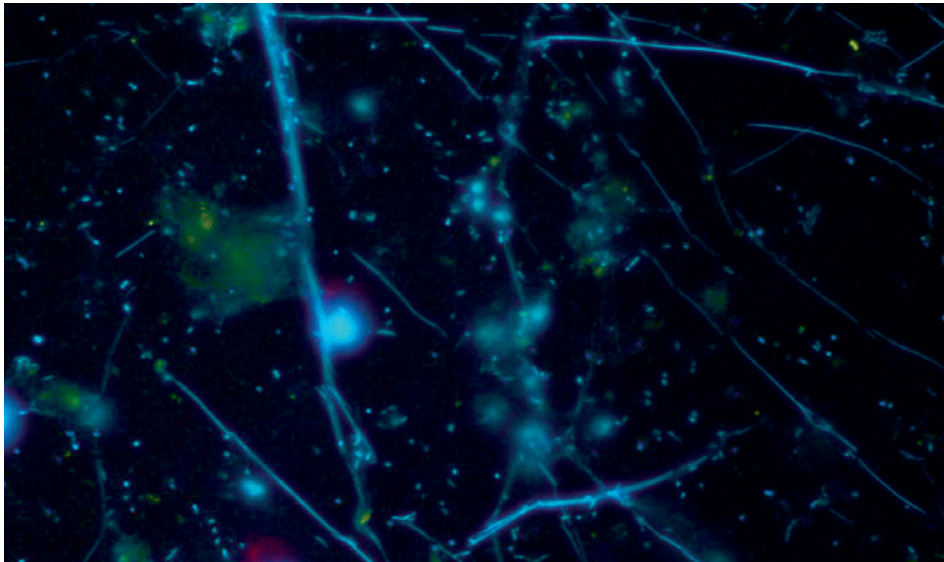
Hilaren 19tik 20ra, Ilargia Marte planetaren mendebaldetik ekialdera igarotzen ikusi ahal izango da.

Teleskopioarekin:

Hilaren 11n, Ilargiak latitudean gutxienean librazioa duelarik eta egunsenti aldera, Pitagoras kratera ikusiko da iparraldean, eta Pingré kratera hegoaldean. Azken horrek 89 km-ko diametroa du, eta zirkuliforma du, baina forma obala ikusten dugu behatzean. Pitagorasek 130 km inguruko diametroa du. 4.800 metrorainoko mendi malkartsuz osatutako eratzun batek inguratzen du.

* Gehitu bi ordu denbora ofiziala kalkulatzeko.

Dibertsitate handiena, eskala txikienean



Biodibertsitateaz hitz egiten dugunean, goi-mailako bizidunetz aritzen gara. Erakundeak, programak, ekintzak... sortu ditugu horiek zaintzeko, erreperatzeko, babesteko eta abarretarako. Baina mundu honetako biodibertsitate handiena eskala mikroskopikoan dago. Dagoeneko sei mila mikroorganismo-espezie inguru ezagutzen ditugu; ez dira gutxi, baina kopuru horrek mikroorganismo guztien % 1 betetzen duen ere ez dakite adituek. ARG.: L. ALONSO.

BTEK, bizi teknologia



Hil honetan inauguratuko dute BTEK Teknologiaren Interpretazio Zentroa, Bilboko Parke Teknologikoan. Parkean bertan zein mundu zabalean garatzen ari diren teknologiak gizarteratzea da BTEken xedea, modu ludiko eta erakargarrian. Hain zuzen, gazteei zuzenduta dago bereziki, eta haiengan pentsatuz sortu dituzte edukia, estetika eta hizkuntza, bai hitzekoa, bai grafikoa. Bilboko Parke Teknologikoak sustatu du egitasmoa, eta Elhuyar Fundazioak izan du edukia sortzeko eta horri forma emateko ardura. ARG.: AITOR ORTIZ.

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



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

Erredakzio-burua: Egoitz Etxebeste, e.etxebeste@elhuyar.com

Zientzia-arduraduna: Guillermo Roa, g.roa@elhuyar.com

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

Hizkuntza-arduradunak: Ainhoa Kortajarena, Sagrario Barandiaran, Alfonsu Mujika.

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga, Irati Kortabitarte, Oihane Lakar, Amaia Portugal, Nagore Rementería, Guillermo Roa, Manex Urruzola.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Dani Fano, Asier Fullaondo, Igor Leturia, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Pilar Nicolás.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoa

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoa

Azaleko argazkia: Romain Ballez

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetza: Izaskun Etxebeste, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

Euskal Herria eta Espainia: 49,50 €*.
Beste Herriak: 74 €*.
*Bigarren urtetik aurrera % 15eko beherapena egingo dizugu harpidetza-sarian.

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

© Elhuyar Fundazioa
Lege-gordailua: SS-769/85
ISSN: 213-3687
Elhuyar Fundazioak aldizkarian adierazitako esanena 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



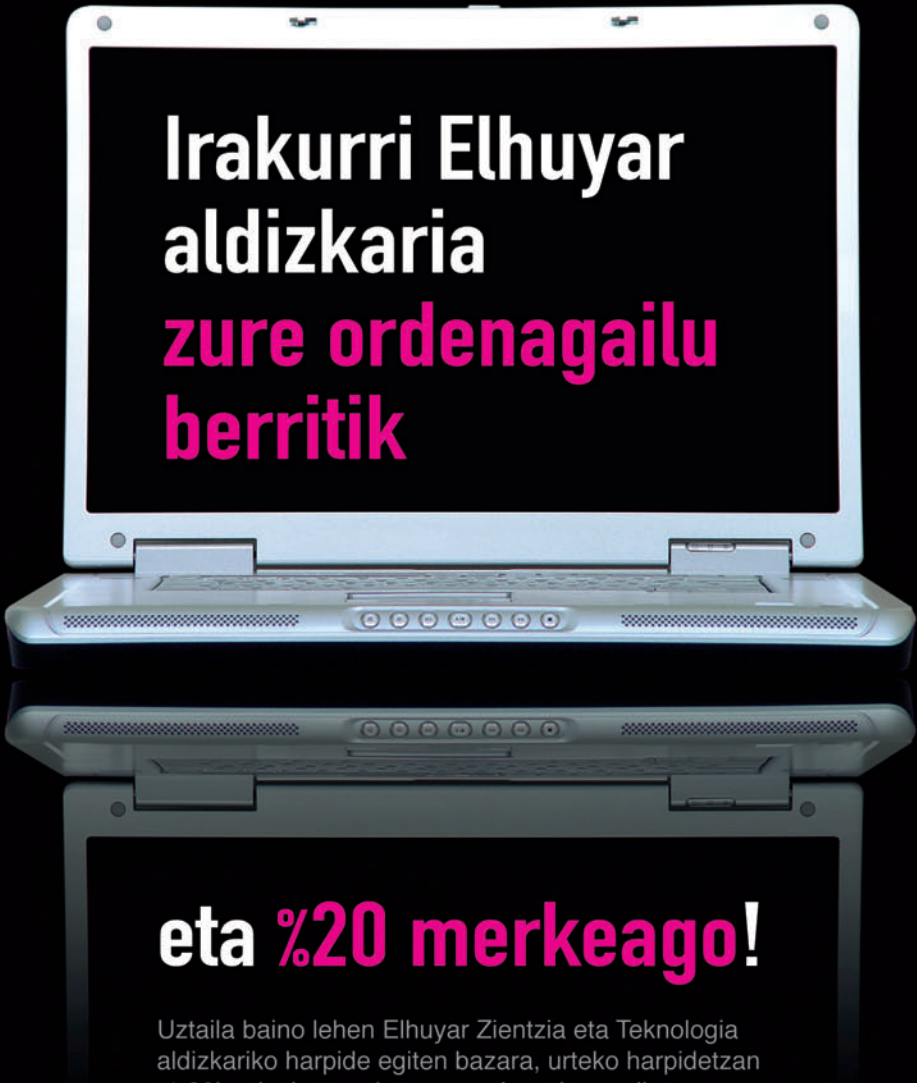
kutxa

IKERLAN Koop. Elk.; ULMA Koop. Elk.; DOILAN TEGIA Koop. Elk.; KIDE Koop. Elk.; ALECOP Koop. Elk.; EKIN Koop. Elk.

ZIENTZIAZ GÖZATZEA DENØN E5KU



Bill Brysonen
best-seller mundiala
lehen aldiz **euskaraz**:
4 milioi ale baino gehiago
salduta mundu osoan.



Irakurri Elhuyar aldizkaria zure ordenagailu berritik

eta %20 merkeago!

Uztaila baino lehen Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariako harpide egiten bazara, urteko harpidetzan % 20ko deskontua lortzeaz gain ordenagailu eraman-garri baten zozketan sartuko zara.

Harpidetza telefonoz egiteko, hots egin
+34 943 36 30 40 zenbakira.

Harpidetza internet bidez egiteko, sartu
<http://www.zientzia.net/elhuyar> webgunean edo
idatzi mezu bat harpidetza@elhuyar.com helbidera.



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa