

292

2012ko abendua

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50
euro



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Begia eta kamera,
kamera eta begia

Jantzita eramateko
informatika

SEXUAREN ARRAZOIAK





ELHUYAR
edizioak

TOP SECRET

4

Simon Singh

KODEEN LIBURUA

Kodeen eta kodeak hausteko sistemen historia sekretua

Simon Singh

KODEEN LIBURUA. Kodeen eta kodeak hausteko sistemen historia sekretua



ELHUYAR
edizioak



Z izpiak

"Enkriptazioa gure inguruko gauza guztietan dago"
Simon Singh

Hura babesteko modua informazioa kodetzea da eta aspaldi hasi ginen kontu honekin... Asmatu zituzten kodeak, baina hauek hausten saiatu ziren eta orduan kode hobeak asmatu zituzten, baina kode horiek ere hautsi zituzten... Gaur egun, informazioaren garai honetan, informazioa babesteko inoiz baino gaurkotasun gehiago du informazioa kodetzeak.



Z izpiak

**KODEEN LIBURUA.
KODEEN ETA KODEAK
HAUSTEKO SISTEMEN
HISTORIA SEKRETUA**

Egilea: SIMON SINGH

THE CODE Book liburuaren euskarazko itzulpena.



Gipuzkoako Foru Aldundia

www.elhuyar.org/edizioak

“*B*atzuetan kamerak ikusten du giza begiak ikusi ezin duena” 22

“*M*aitasuna itsua da, baina ez usaingabea” 34



“*N*abarmentzekoa da zeinen heterosexualak garen, beste primateekin alderatuta” 38

“*L*urrikara gertatzeko arriskua betikoa zela iradoki zuten. Baina gertatu egin zen” 42

“*J*akintsuen tinta sakratuagoa da martirien odola baino” 44

Salbuespenik gabe

Animalia baten portaera azaltzeko oinarri biologikoak erabiltzen direnean, geure buruarekin salbuespena egiteko ohitura eta tentazioa handiak dira. Eta ez mundu-ikuskeria erlijiosoa izan eta gizakia apartekotzat jotzen dutenen aldetik bakarrik. Oso arrazoi desberdinengatik, beren burua sokaren beste muturrean kokatuko luketen askok hautu bera egin dute, eta kulturari eta ikasketa-prozesuei soilik egotzi dizkiete, adibidez, gizonen eta emakumeen izaeran edo portaeran egon litezkeen desberdintasunak. Politikoki okerra izatera iritsi da, kasu batzuetan, kontrakoa aldarrikatzea; gure historia ebolutiboaren eta zerizan biologikoaren emaitza garaile esatea, berdintasunaren eta giza eskubideen izenean baztergarri jotzen ditugun jokabideak justifikatzea balitz bezala.

Ez dut uste hori gezurra dela defendatu beharrik dagoenik hemen. Gizakiaren zerizan biologiko-ebolutiboaren ondorioak errotik arbuiatzea bezain zentzugabea da haietan oinarritzea gure balio etikoak eta sozialak. Ezagun ditugu darwinismo sozialaren gehiegikeriak eta falazia naturalistak salatutako arriskuak.

Alabaina, zer garen moldatzeaz gain, zer izan nahi dugun moldatzeko tresnak eman dizkigute giza biologiak eta giza kulturak. Tresnak alferrik galtzea da ez aurrera egitea biologiak eta kulturak gudan zein elkarrekiko dituzten eraginak aitortuz eta ulertuz. Eduardo Fano psikobiologoak garbi dio barruko orrietan, ehunka milaka urteko egokitzapenen ondorio izan arren giza espeziea, eraginik izan ez balute bezala aztertzen ditugula gure jokabidearen inguruko auzi asko, eta ez ikusiarena egiten dugula begi-bistakoak diren fenomenoaren aurrean.

Aldizkari honetako “sexuaren arrazoiak” erreportaje-sortan biologiaren eta eboluzioaren ikuspegitik aztertzen dira giza portaeraren ezaugarri batzuk: seme-alabekiko jarrerak, desleialtasuna eta jeloskortasuna, monogamia eta poligamia, homosexualitatea... Sexuaren arrazioez ari gara, eta animalia sexudunak izatearen ondorioez. Geure buruarekin salbuespenik egin gabe.

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia*
aldizkariaren
zuzendaria

**Basabizitza ikusgarria**

Politik polora eta itsasotik sabanara, animalia, landare eta paisaien argazki ikusgarriak ekarri dizkigu, aurtun ere, Veolia Environnement Wildlife Photographer of the Year lehiaketak.

4

**SEXUAREN ARRAZIOIAK**

Sexuaren emaitza da jaioberria. Hori bezain erraza da. Eta hori bezain konplexua. Konplexutasun horren adierazle dira sexuak duen arrakasta, kasu eskandalagarri bat, maitasunaren usaina, sexuaren nahi gabeko albo-ondorioak, zakilaren eboluzioa, hermafroditismoa, Oteloren arrazioak, poligamia, orgasmoa, homosexualitatea, maiteminairen iraupena...

22

Begia eta kamera, kamera eta begia

Kamera giza begi baten bertsio artifiziala da. Hain zuzen kameraren erreferentzia nagusia begia da. Baina ez beti. Kamera batzuek giza begiak ikusi ezin duena ikusten dute.



Ibn al-Haytham

Ez zuen Nilo menderatzea lortu, baina ekarpen handiak egin zituen XI. mendean. Argiak zuzen bidaiatzen zuela frogatu zuen, eta ikusmenaren oinarria ongi azaltzen lehena izan zen. Eta argi ikusi zuen hipotesiak esperimientuen bidez frogatu behar zirela. Jakintsua izatez gain, egiazko zientzialaria izan zen.



44



Jantzita eramateko informatika

Edonora gurekin eramaten ditugun smartphoneak, tabletak, e-book irakurgailuak, eta abar, benetako ordenagailuak dira. Eta datozen urteetan, informatika aldean eramatek jantzita eramatera pasatuko gara.

Pozalagua, Arrikrutz eta Mendukilo

Lurpeko mundua ezezaguna da jendearentzat, baina hainbat koba turistikok hutsune hori konpon dezakete, lurraren erraiak modu kontrolatuan erakusten badira. Hiru koba hauek adibide bat izan daitezke.



SAREAN+

aurkibidea]

4 **MUNDU IKUSGARRIA**
Basabizitza ikusgarria

10 **ALBISTEAK**

22 **Begia eta kamera, kamera eta begia**

28 **SEXUAREN ARRAZOIAK**

30 **Sexua, zertarako?**

36 **Gu eta gure sexua**

40 **MUNDU DIGITALA**
Jantzita eramateko informatika

42 **ANALISIA**
Jakiterik ez dagoena ez jakitearren kondenatuak
ARTURO APRAIZ

44 **ISTORIOAK**
Ibn al-Haytham, jakintsu zientzialaria

46 **LIBURUTEGIA**
Bizimodua 2100. urtean

47 **SATORRAK ILARGIAN**

48 **GAI LIBREAN**
Euskal Herriko hiru kobazulo ikusgarri: Pozalagua, Arrikrutz eta Mendukilo
NAGORE IRAZABAL

54 **ASTRONOMIA**

56 **HURRENGO ZENBAKIAN**

BASABIZITZA

POLOTIK POLORA ETA ITSASOTIK SABANARA, animalia, landare eta paisaien argazki ikusgarriak ekarri dizkigu, aurten ere, Veolia Environnement Wildlife Photographer of the Year lehiaketak. Hona hemen *Elhuyar* aldizkarian egin dugun aukeraketa bat. Eta webgunean gehiago.



SAREAN+

Enperadoreak burbuila artean (Bubble-jetting emperors)

Paul Nicklen (Kanada)

Argazki hau izan da aurtengo irabazlea. Gogo handia zuen Nicklen-ek irudi hau lortzeko: eguzkiak argizatutako pinguino enperadore multzo bat, ziztu batean gorantz, atzean burbuila-arrastoak utziz. Ross itsasoan izan zen, Antartikan. Pinguinoentzako irteera-zulo aproposa izan zitekeenetik uretara sartu eta pinguinoen zain gelditu zen Nicklen, hodi batetik arnastuz eta geldirik egon ahal izateko hankak izotzari lotuta, pinguinoak beldurtu ez zitezen. Eta etorri ziren. Ez zen erraza hatz izotzuekin enkoadratzea eta enfokatzea; hain azkarrak ziren. “Ikuskizun zoragarria izan zen —dio Nicklenek—, ehunka atera ziren abiada bizian, nire gaineko izotzetara. Izugarri zorionekoa sentitu nintzen sekula ahaztuko ez dudan une hura bizi ahal izateagatik”.



IKUSGARRIA





Gaueko arrisku-argia (Warning night light)
Larry Lynch (AEB)

Myakka River State Park-en, Floridan, sasoi lehorra zen, eta kaimanak aseta zeuden putzuetan harrapatuta gelditu ziren harrapakin errazekin. Kaiman handi honek “ez zuen presarik inora joateko —dio Lynch-ek—, beraz, tripodea eta kamera kaimanaren parean jarri, metro gutxira, eta haren begiak enfokatu nituen”. Ilunabarra zen, eta Lynch-ek minimoan jarri zuen flasha, nahikoa kaimanaren begietan isla gorri hori eragiteko.

Fairy Lake-eko izeia (Fairy Lake fir)
Adam Gibbs (Kanada/Erresuma Batua)

Vancouver uharteko mendebaldean dagoen Port Renfrew inguruan baso-mozketa handiak egin dira. Horregatik, Gibbsentzat sinbolikoa da Fairy Lake aintziraren erdian, enbor zahar baten gainean, bizi den Douglas izei txiki hau.



Elkarri neurria hartzen (Sizing up)

Klaus Tamm (Alemania)

Neriñdoen familiako euli hankaluze hauen dantzarekin sorginduta gelditu zen Tamm. Arren borroka-dantza zen. Elkarren inguruan biraka hasten ziren, eta elkarri bultzaka gero. Orduak eman zituen Tammek ikuskizun hari argazkiak ateratzen.



Bilketa arriskutsua (Perilous pickings)

Jenny E. Ross (AEB)

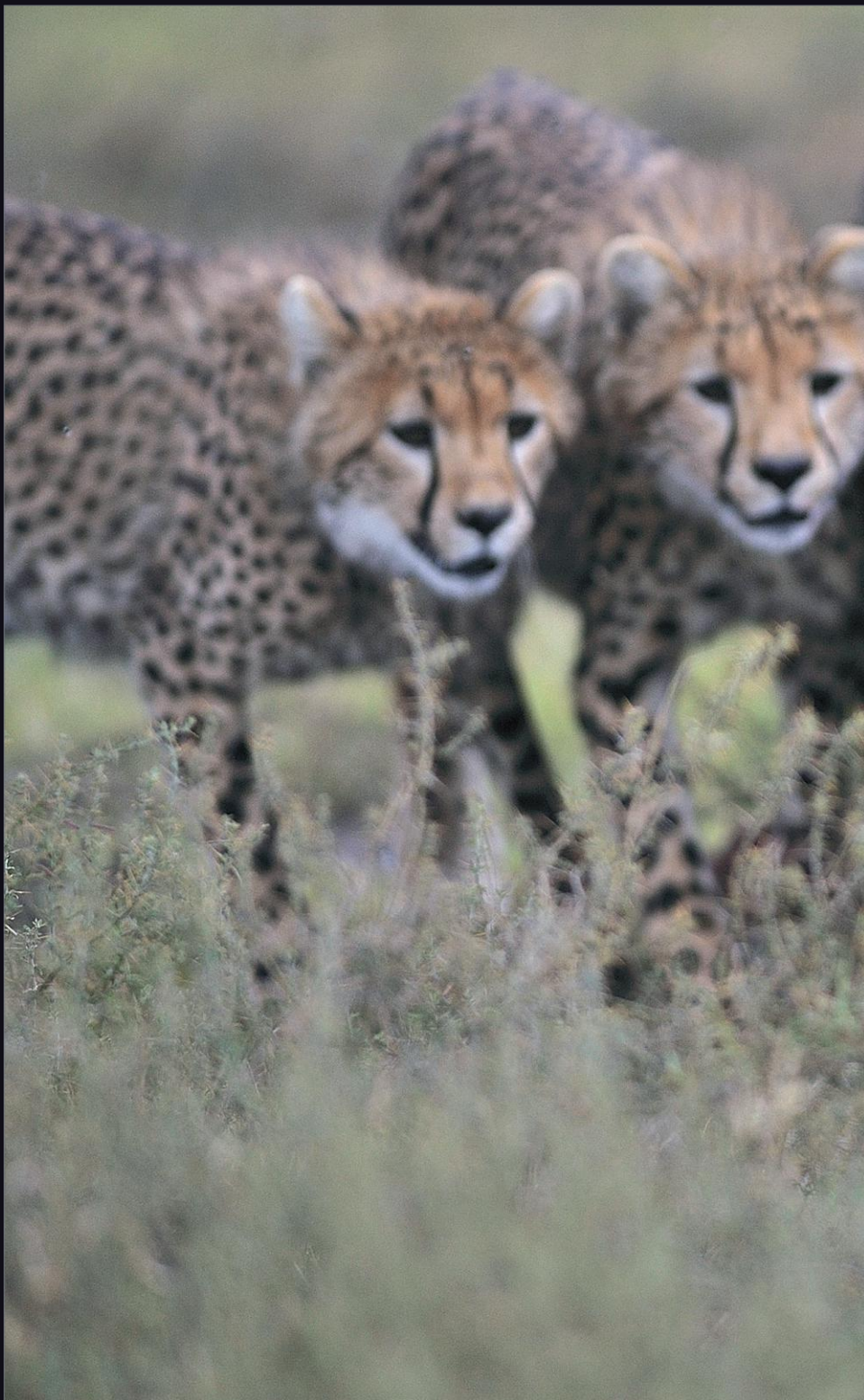
Itsaslabarrean elurrezko orbain bat zirudien hasieran, baina, gerturatutakoan, hartz zuri bat zela ikusi zuen Ross-ek. Novaya Zemlya artxipelagoan (Errusia), hartz gazte hau, labarrean behera egin nahian ari zen, ipar-martinen arrautzak helburu.





Entrenamendua (Practice run)
Grégoire Bouguereau (Frantzia)

Gepardo emeak gazela txikia harrapatu baina hil ez, eta bere kumeen zain gelditu zela ikusi zuen Bouguereauk. Ia hamar urte daramatza Serengetiko Parke Nazionalean gepardoak ikertzen, eta jokabide hura ezagutzen zuen: ehiza-lezioa hastera zihoan.





Tunel-efektua koloretan ikusgai

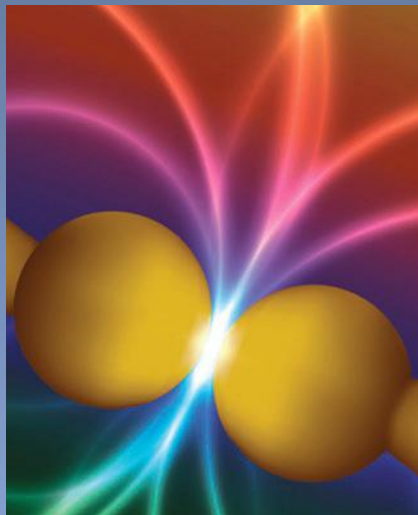
Antena optiko batez ikusi dute ezberdinak direla argiaren eta materiaren arteko elkarrekintzak eskala handian eta eskala nanoskopikoan

Fisika kuantikoaren efektu ezagunenetako bat, tunel-efektua, zehaztasun handiz kuantifikatu ahal izan dute argiarekin egindako esperimentu batean. Nazioarteko fisikari talde batek —tartean Gipuzkoako DIPC eta CFM zentroetako ikertzaileak— elektroien eta argiaren arteko elkarrekintza baliatu du, eta metodo optikoak eta elektrikoak konbinatuta “barrutik” aztertu du efektua. *Nature* aldizkarian argitaratu dute ikerketa.

Esperimentua urrezko bi esfera nanoskopikorekin egin dute. Esferak elkarri hurbildu ahala, gainazalean dituzten elektroien jokabidea aldatu egiten da. Hasieran, akoplamendu bat sortzen da esfera batekoen eta bestekoen artean, eta modu berezian oszilatzen dute. Elektroio bakoitzaren oszilatze-moduari plasmoi deitzen diote fisikariek. Orduan fisikariek argi zuria igorri dute bi esferen arteko gunera, eta, plasmoiaren eraginez, han argia gorritu egiten da. Beraz, argi gorria izateak plasmoiaren presentzia adierazten du. Azken batean, sistema osoak antena optiko baten modura jokatzen du.

Baina hor ez dago oraindik tunel-efekturik. Horretarako, fisikariek are gehiago hurbildu dituzte esferak. 0,35 nanometro baino gertuago daudenean (hala ere elkar ukitu gabe), elektroiek esfera batetik bestera salto egiten dute. Ustez, ezinezkoa litzateke elektroiek salto egitea, esferak elkar ukitzen ez dutenez, tarteko hutsunearen potentzial elektrikoak ez baitie uzten elektroiei salto egiten. Baina praktikan gertatu egiten da. Potentzialean tunel bat egongo balitz bezalako efektua da, tunel-efektua.

Esperimentu honetan, elektroiek esferatik esferara salto egiten dutenean, argia kolorez aldatzen da, gorritik urdinera. Hori gertatzen da karga elektrikoaren banaketa aldatzen delako. Esfera bakoitzean dauden elektroien kopurua aldatzen da, eta,



Urrezko bi nanoesferaren arteko elektroien tunel-efektua aztertu dute fisikariek, sistemari argia igorrita. ARG.: JAVIER AIZPURUA ©

ondorioz, tarteko guneko oszilazioak ere —plasmoiak— aldatu egiten dira.

Ikertzaileek “musu kuantikoa” deitu diote esperimentuari, bi esferak elkarri “musu” ematen diotelako —elektroiak trukutzen dituzte— oso gertu daudenean baina elkar ukitu gabe.

Fisikariek metodo optikoak eta elektrikoak konbinatu dituzte tunel-efektuaren eragina zehaztasun handiz neurtzeko. Esferak elkarri gerturatu ahala, sortutako argiaren uhin-luzerak eta plasmoiaren eremu elektrikoa neurtu dituzte, eta horri esker tunel-efektuaren xehetasunak aztertu dituzte. Javier Aizpurua DIPCko ikertzaileak nabarmendu nahi izan du, gainera, esperimentua antena optiko batean izaten diren kondizioetan egin dutela, alegia, giro-tenperaturan eta presioan. Ikerketa horren balioa da, hain zuen, oso eredu zehatza sortzen duela gailu elektrooptikoentzat nanometroaren eskalan gertatzen denari buruz. ●



Ikusi eta entzun Aizpuruari egindako elkarrizketak webgunean.

Anestesia osoak garuneko komunikazioa oztopatzen du

Anestesia osoak kontzientzia galtzea eragiten du, eta, ondorioz, gaixoak ez du minik edo enbarazurik sentitzen ebakuntzan. Baina zientzialariek ez dakite anestesiak nola lortzen duen hori, alegia, garunean nola eragiten duen. Orain, PNAS aldizkarian argitaratu berri den lan batek erakutsi du garuneko eremu batzuen aktibitatea aldatu egiten dela, eta horrek garuneko eskualde desberdinen arteko komunikazioa oztopatzen duela.

Mikroelektrodoen bidez, propofol anestesiak eman zieten hiru gaixoren kortexeko aktibitatea neurtu zuten. Eta ikusi zuten kontzientzia galtzen zuten unean, bat-batean, oszilazio baxuko uhinak agertzen zirela garunean. Uhin horiek denbora desberdinean agertzen ziren garuneko eremu desberdinetan. Ikertzaileen esanean, uhinak asinkronikoak izateak eragin lezake garuneko komunikazioa oztopatzea. Izan ere, neurona-sare lokalek aktibitate normala mantentzen badute ere, isolaturik gelditzen dira denboran eta espazioan.

Lan honek argitzen ez duen gauza bat da oszilazio baxuko uhinek kontzientzia galtzea eragiten duten, edo, alderantziz, kontzientzia galtzearen ondorio bat diren uhin horiek. Horretarako, frogatu beharko lukete oszilazio baxuko uhin horiek martxan jartzea nahikoa den kontzientzia galtzea eragiteko. Bestalde, ikertzaileek uste dute oso litekeena dela beste anestesiak batzuek ere modu berean funtzionatzea, eta horixe ikertu nahi dute orain. ●



Zientzia eta teknologia guztia *Elhuyar* aldizkarian

aldizkaria.elhuyar.org

Urteko harpidetzarekin, edizio digitala doan

- Paperean dagoen edukia formatu digitalean
- Edizio digitala deskargatzeko aukera
- Eduki osagarria irakurtzeko gunea: iturriak, bibliografia, bideoak, gaiarekin lotutako albisteak
- Edukiei buruzko iritziak emateko aukera
- Harpidetzaren datuak kudeatzeko aukera

Harpidetzu

- **Merkeagoa** delako: kioskoan baino merkeago
- **Erosoagoa** delako: zuk erabakitzen duzu non jaso aldizkaria (etxean, lantokian...)
- **Urteko zenbaki guztiak** irakurri ahal izango dituzulako
- Aldizkaria zer euskarritan irakurri nahi duzun aukeratu dezakezulako: **paperean zein digitalean**

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

Harpidetza Internet bidez egiteko, sartu
aldizkaria.elhuyar.org webgunean edo idatzi
mezu bat **harpidetza@elhuyar.com** helbidera



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Arrautzei kantatu, enbrioiek ikas dezaten

Txori australiar batzuek enbrioiei irakatsitako *pasahitzari* esker kuku iruzurtiei antzematea lortzen dute

Malurus cyaneus txori australiarrek azkar ikasten dute kantuan; jaio aurretik. Arrautzan dauden bitartean amak pasahitz gisa funtzionatu duen nota bat irakasten die, eta, jaiotzean, txitek nota hori errepikatu beharra daukate, bestela gurasoek ez dituzte elikatuko eta. Horri esker lortzen dute gurasoek jakitea habian daudenak euren ondorengoak direla, eta ez direla ari kuku bat elikatzen.

Txori australiar hauek txiten deiaren bidez kukuei antzematen zietela ezaguna zen, baina

Adelaidako Flinders Unibertsitateko ikertzaileek orain ikusi dute enbrioiek direnean ikasten dutela txitek dei horretan erabili beharreko pasahitza, *Current Biology* aldizkarian argitaratu dutenez. Emeak habian arrautzei kantatzen ziela konturatu zirenean hasi ziren kontu hau ikertzen. Habia bereko txita guztiek doinu bera kantatzen dutela ikusi zuten, habia bakoitzean desberdina, eta doinu horretan amak arrautzei kantatutako pasahitza dagoela. Eta pasahitz bera erabiltzen du emeak arrari

janaria eskatzeko ere. Ikertzaileek beste habia bateko kantua jartzen zietenean, gurasoek ez zituzten txitak elikatzen. Eta kantuak ikasiak edo genetikoak ziren frogatzeko, arrautzak habiaz aldatu zituzten. Kasu horretan, txitek amaordeak irakatsitakoa kantatzen zuten.

Kuku-kumee, ordea, ez dute doinua ikasten. Ikertzaileen ustez, litekeena da nahikoa denbora ez izatea horretarako. Izan ere, arrautzak jarri eta 10 egunera hasten dira lezioak, eta txitek 5 egun

izaten dituzte, jaio baino lehen, doinua ikasteko. Kukuak, berriz, lehenago jaiotzen dira, habiako beste arrautzak bota ahal izateko, eta, beraz, egun pare bat baino ez zaizkie gelditzen doinua ikasteko. Hala ere, kukuen kontrako teknika honek ez die beti funtzionatzen. Bi kuku-espezie saiatzen dira txori hauek engainatzen. Espezie batekoei beti antzematen diete, baina besteei % 40an baino ez. Ikertzaileen esanean, azken horiek pasahitza asmatzen saiatzen dira, doinu desberdinak kantatuz. ●

Malurus cyaneus emea eta gazte bat.
ARG.: NEVIL LAZARUS/CC-BY.



Lurraldeak

Zonaldeak

Gomendioak

Jarri zure
bannerra

Gehitu
herri bat

Proposatu
zerbait

Euskal Herrian ihesi

Osa dezagun guztion artean geure gida sarean

Non jan dezaket Bermeon? Zer ikusi beharko nuke Maulen?
Non egin dezaket lo Tuteran? Bastidarrek bertara joateko
egun berezirik gomendatzen al dute?

Hurbil diezaiogun elkarri Euskal Herria

ihesi.com

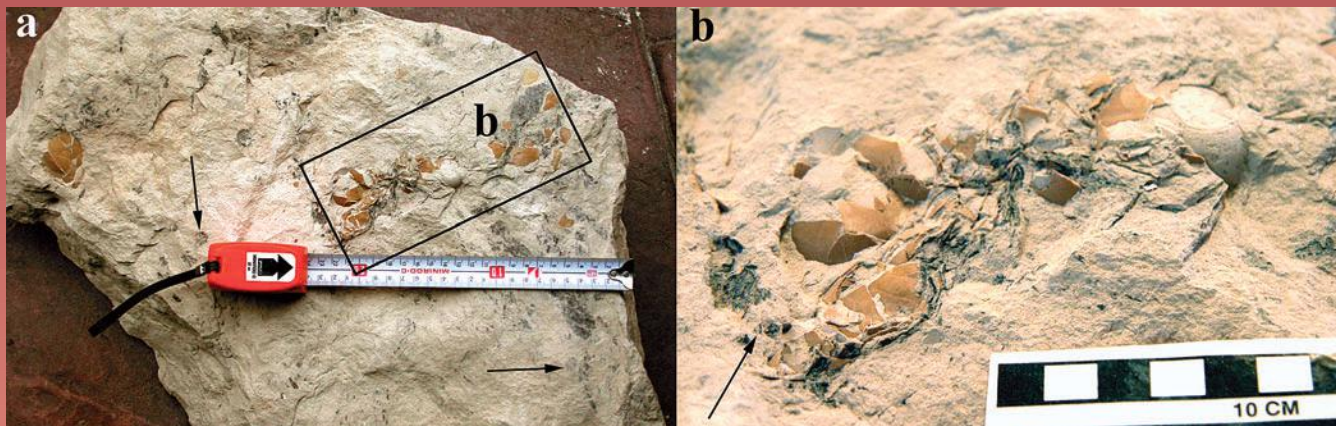


argia
proiektua

Euskal Herriko lehen turismo webgune interaktiboa

Herrietako informazio praktikoa, mapak, bideoak, ARGIAko Ihesi
erreportajeak, erabiltzaileen gomendioak, zeure proposamenak egiteko
lekua, zure iragarkia 0,50 €-tik aurrera...

Duela 18 milioi urteko habia fosila aurkitu dute Nafarroan



Ezkerrean, laukian, habiaren arrastoak. Eta laukitik kanpo, irudiaren ezkerreko muturrean, ia osorik kontserbatutako arrautza fosila. Eskuinean, habia eta oskolak gertutik. ARG.: © PLOS ONE.

Hegazti urtarren habia fosil bat aurkitu dute Nafarroan, Bardeetan. Arrautzak flamenkoen aurreko espezie batenak dira, eta, haietako bat, ia osorik kontserbatu da 18 milioi urtez. Ikertzaileen esanean, munduko habia fosilik zaharrena da, erregistro paleontologikoan dinosauroen eta beste narrasti batzuen arrautzak ezagutzen badira ere, ez direlako habiatzat hartzen, ez baitute arrautzak erruteko egiturarik.

Fosilen azterketa Euskal Herriko Unibertsitateko eta Espainiako Geologia eta Meatzaritzako Institutuko geologoek, eta paleontologo estatubatuar eta brasildarrek egin dute, eta PLoS ONE aldizkarian eman dute emaitzaren berri. Aurkikuntza garrantzitsutzat jo dute, ez direlako oskolen zati bakan batzuk, ez eta arrautza bakan batzuk ere. Oskolen ezaugarriek, habia hartzen duen harkaitzaren azterketak eta hezur puskak egoteak ahalbidetzen dute gaur egungo flamenko edo murgilen

aurreko espeziearen habia dela esatea. Espezie hori gaur egun Bardeak diren zingiretan bizi zen (zingira horiek ez ziren oso sakonak, eta klima gaur egungoa baino epelagoa).

Fosila 2004aren bukaeran aurkitu zuen Julio Salillas fontellastarrak, hondeamakina batez ekaitzak eragindako kalteak konpontzen ari zela. Bardeetan, ornodun mota askoren fosilez gain, hegazti, krokodilo eta dortoken arrautzen oskol fosilduak aurkitu dira. ●

Biodiesel batzuk bakarrik babestuko ditu Europar Batasunak

Biodiesel-ekoizpenari buruzko legedia aldatuko duela iragarri du Europar Batasunak, elikagaiekin lehiatzen duen ekoizpena mugatzeko. Hala, 2020. urtetik aurrera, algetatik, lastotik eta biomasa-hondarretatik eratorritako biodiesela baino ez du bultzatuko Europar Batasunak.

Hori baino lehen, landareak bioerregaiak egitera bideratzeak elikagaia garestitzea dakarrela salatu izan dute hainbat taldek. Orain, lege-aldaketarekin, badirudi Europar Batasunak arrazoia eman diela neurri batean, % 5era mugatuko baititu elikatze balio duten baina biodiesela lortzeko asmoz egindako landaketak. Dena dela, biodiesela ekoiztean ingurumenari eragindako kaltea gutxitzeko helburua ere badu lege berriak, eta horretarako neurriak ere proposatzen ditu.

Espainiako bioerregaien industriak ez du begi onez hartu neurria, dagoeneko % 5 baino gehiago ekoizten baitute helburu horrekin. Aldiz, lege berriak mesede egingo dio mikroalgetan oinarritutako ekoizpenari.

Hain zuzen ere, biodieselerako mikroalgen ekoizpena eraginkorragoa eta errentagarriagoa izateko ikerketa bat koordinatzen ari da Neiker-Tecnalia. Proiektuak Energreen izena du, eta helburua da mikroalge ohi baino are lipido gehiago ekoiztea eta metatzea, biodieselaren ekoizpena areagotzeko. Horrez gain, mikroalgetatik olio atera ondoren geratzen den hondarra nola aprobetxatu ere aztertzen ari dira, digestio anaerobikoaren bidez biogasa lor baitaiteke. ●



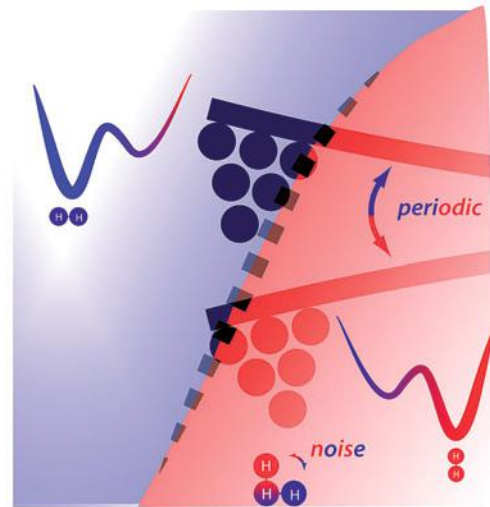
Neiker-Tecnalian mikroalgak ikertzen dituzte, bioerregaia ekoizteko. ARG.: © NEIKER-TECNALIA.

Energia erauzi dute ia energiarik ez dagoen toki batetik

Tenperatura oso baxuetan, 5 K-ean, hidrogeno-molekularen bibrazioa ñimiñoa da. Hamarka pikometro batzuetako mugimendua besterik ez da, eta hamarka milieletronvolteko energia besterik ez du mugimendu horrek. Gainera, zorizko mugimendutzat har daiteke, hau da, zarata-seinale bat bezalakoa da. Baina prozesu naturalek oszilazio txiki horien energia ere aprobetxatzen dute, zelulen jarduera energiaz hornitzeko adibidez. Bada, CIC NanoGUNeko eta Berlingo Unibertsitateko fisikariek aurkitu dute modu bat oszilazio txiki horren energia erauzteko eta beste oszilagailu bati transmititzeko. Ikerketa hori Science aldizkariak argitaratu du.

Ikertzaileek aurkitu dute hidrogenoa estimula dezaketela oszilazioa abiarazteko. Horretarako, tunel-efektuaren ondorioz igorritako elektroiak erabili dituzte; hain zuzen,

hidrogeno-molekula bat harrapatu dute tunel-efektuzko mikroskopio baten orratzaren eta beste elektrodo baten artean; orratzak hidrogenoari elektroiak bonbardatzen dizkionean, hidrogenoa oszilatzen hasten da. Etengailu bezala erabili dute mikroskopioa, alegia. Horrela, mikroskopioak oszilazioaren energia jaso egiten du, eta energia hori transmititu diote oszilagailu handi bati. Horrela, nahiz eta hidrogeno-molekula oso egitura txikia izan, oszilagailu handi bat hornitu dezake energiaz. Azken batean, fisikariek zarata-seinale baten energia erauzi eta aprobetxatu dute. Jatorrizko artikuluan ikertzaileek diotenaren arabera, “fenomeno horrek handitu egin dezake iturri inkoherenteek motor molekular baten dinamika koherentearekin egiten dioten energia-transmisioa”. Alegia, motor funtzioa duen nanoegitura handi batek jaso lezake energia zarata-seinaleetatik, mekanismo horren bitartez. ●



Hidrogeno-molekulak bi egoeraren artean oszilatzen du; irudi honetan bi koloretan adierazita daude: gorria eta urdina. Zarata-seinalea (*noise*) bi egoera horien arteko oszilazioa da. Mugimendu hori mikroskopioaren orratzaren puntan eragiten du, horren ondorioz, mugimendu periodiko bat sortzen da (*periodic*). Sistema horren bitartez, orratzarekin akoplatutako oszilagailu batek hidrogeno-molekularen energia jaso dezake. ARG.: CIC NANOGUNE ©.



Soziolinguistika aldizkaria

HIZKUNTZA NORMALKUNTZA ETA GLOTOPOLITIKA ALDIZKARIA

kluster@soziolinguistika.org

<http://www.soziolinguistika.org/>

Soziolinguistika Klusterra

Martin Ugalde K.P. 20140 - Andoain

BAT aldizkariaren 82. zenbakia, kalean!

IV. HAUSNARTU

EUSKAL SOZIOLOGISTIKA SARIAK

1. SARIA: Euskararen belaunez belauneko jarraipena hizkuntza sozializazioaren paradigmantik. Paula Kasares

2. SARIA: Sartu-irten bat auzoaren etxean. Dabid Anaut

3. SARIA: Hezkuntza marko hirueledunaren ondorioak.

Maier Ugartemendia

/ Zumarragako kaleetan euskararen erabilera Indarberritzeko proposamena. Aitor Lizarazu / Auzoko Egitasmoa,

gerturapen bat. Euskara eta aniztasuna abiapuntu dituen egitasmo pilotuen gaineko azterketa. Mikel Ozaita / Ekina

baragarria da! Badozak hamabost urte Arratiako ikastetxeetan

normalkuntza proiektuak abian direla. Jasone Aldekoa /

Ahozko hizkuntzaren erabileraren garrantzia hizkuntzaren

normalizaziorako, Barakaldon. Enara Belloso

Lau eguzki planeta bat argitzeko

Astronomo amateur batzuek bi izarren inguruan orbitatzen duen planeta bat aurkitu dute. Eta multzo horren inguruan bi izarreko sistema bat dago. Beraz, planetak lau eguzki ditu gertu, eta lauren argia jasotzen du intentsitate handiz. Planetari PH1 izena eman diote, planethunters.org webguneko erabiltzaileek topatu baitute; Kecks behatokiaren irudiak aztertzen dituzte planeta berrien bila. Aurkitzen duten guztia astronomo profesionalen talde batek berraztertzen du, eta, kasu honetan bezala baieztatzen bada, aurkikuntza ohiko zientzia-aldezkarietara bidaltzen dute argitaratzeko. ●

Prostatako minbizi aurreratua gutxitzeko medikamentua

Hormonak oinarri dituen medikamentu batek (enzalutamida) prostatako minbizi aurreratua % 37 gutxitzea lortu du, eta pazienteen bizi-kalitatea hobetzea. New Yorkeko Memorial Sloan-Kettering Minbizi Zentroak zuzendu du saio klinikoa: 15 herrialdeetako ospitaleak eta 1.199 paziente izan dira partaide, besteak beste, Nafarroako Unibertsitate Klinika. Enzalutamida hormona-tratamendua ahotik hartzen da eta toxikotasun gutxiago du kimioterapiak baino. Saioan prostatako minbizi metastasiko erresistentea zuten pazienteek hartu dute parte (halakoen kasuan, minbiziak garatzen jarraitzen du testosterona oso maila baxuetan mantenduta ere), eta aurrez kimioterapia-tratamendua jasoak. Nafarroako Unibertsitate Klinikako Ignacio Gil Bazo onkologoak adierazi duenez, “emaitza ikusgarriak ikusita, saiakuntza klinikoa epea bete baino lehen eten zen, eta plazeboa hartzen ari ziren pazienteei aukera eman zitzaien enzalutamida hartzeko”. *The New England Journal of Medicine* aldizkarian argitaratu dute lana. ●

Algak gainetik kentzeko laguntza eskatzen diete koralek arrainei

Koral-espezie baten eta bi arrain-espezieen arteko erlazio mutualista aztertu dute Georgiako Teknologia Institutuan, eta ikusi dute seinale kimikoen bidez eskatzen diola koralek laguntza arrainei, alga toxiko baten mehatxua hautematen duenean. Arrainek berehala erantzuten diote deiari, eta, algari hozka eginez, gainetik kentzen diote korolari.

Acropora nasuta da koralak; *Gobidon histro* eta *Paragobidon echinocephalus* arrainak; eta *Chlorodesmis fastigiata* alga. Alga toxikoa da koralarantz, batik bat ukitzen duenean. Arrainek koral-arrezifeen babesean ematen dute bizia, eta, koralek hala eskatzen dienean, algarekin laguntzen diote. Ikertzaileek Fiji uhartean prestatutako esperimientuetan, alde handia neurtu dute arrainek okupatutako koralek eta arrainik gabeko koralek artean. Okupatutakoetan, % 30 murriztu zen alga-kopurua, eta

% 70-80 koralek jasandako kaltea, *Science* aldizkarian argitaratu dutenez.

Arrainek koralearen seinale kimikoei erantzuten dietela frogatzeko, hiru ur-motatan jarri zituzten arrainak: alga soilik egondako uretan, alga eta koralearen arteko kontaktu gunetik hartutako uretan, eta 20 minutu lehenago algarekin kontaktuan egondako koralearen inguruko uretan. Azken bi kasuetan bakarrik erreakzionatu zuten arrainek. Areago, algak kaltetutako beste koral-espezie batzuen inguruan jarritakoan ere ez zuten erantzun arrainek. Ondorioz, ikertzaileek uste dute erlazio mutualista espezifikoa dela, tokian tokikoa.

Halaber, ikertzaileek ikusi dute arrainetako bat, *Gobidon histro*, desatseginagoa bilakatzen dela harraparientzat alga jan ondoren. Alga jaten duen bakarra da —besteak hozkadak soilik ematen dizkio— eta, antza, algaren “usain” toxikoa lagungarri zaio ondoren harrapariez babesteko. ●



Arrain bat (*Gobidon histro*), koralak kaltetzen ari den algara gerturatzen ari dela. ARG.: © DANIELLE DIXON/GEORGIKO TEKNOLOGIA INSTITUTUA.

CAF
ELHUYAR^{ri}
sariak

2012

$$\vec{F} = m \times \vec{a}$$

aplikatu formula

eta **ERAGIN**

EL KARREKINTZA

Guztion
INDARRA
00 YN



KATEGORIA
BERRIA

Dibulgazio-artikulu
originalak

Dibulgazio-artikulu orokorrak
2.000 euro

Egilearen doktore-tesian
oinarritutako dibulgazio-artikuluak
2.000 euro

Zientzia-kazetaritzaren
arloko lanak
2.000 euro

Zientzia gizartean
sorkuntza-beka
5.000 euro

Informazioa eta oinarriak

<http://cafelhuyarsariak.elhuyar.org>

Afrika
FISIKARIA
83²³ YN

Janire
ITURGINA
83²³ YN

Kerman
ARTISTA
83²³ YN

Giza
ARTEA
23²²⁵³ YN



Antolatzaileak

Laguntzailea



CAF



Armagintza, gure espeziearen eta gure arbasoen ahalmenen adierazle

Berriki, bi zientzia-aldizkari ezagunenek, *Nature* eta *Science*, armen teknologian oinarritutako arkeologia-ikerketak bana argitaratu dute. Biak Hego Afrikan topatutako harrizko armei buruzkoak dira, eta bietan ondorio garrantzitsuak atera dituzte armen egileez.

Esate baterako, *Nature* argitaratutako lanean, arkeologoez ikertu dituzten armetatik lehen *Homo sapiens*en ahalmen kognitiboari buruzko ondorioak atera dituzte. Izan ere, aspaldiko eztabaida da haien ahalmen kognitiboak eta kulturalak gaur egun aitortzen zaizkigun parekoak ote ziren, edo denborarekin joan ote diren garatzen gure espeziearen ahalmenak. *Nature* aldizkariako artikulua aintzat hartuz gero, badirudi lehen hipotesia gailentzen ari dela.

“An early and enduring advanced technology originating 71.000 years ago in South Africa” da artikulua izenburua, hau da, “Duela 71.000 urte Hego Afrikan sortutako teknologia goiztiar eta iraunkor bat”.

Artikuluaren arabera, aurkitutako harrizko ezpal txiki horiek (gehienez ere 3 cm luze dira) orain arte topatutako zaharrenak dira. Antzinakoek 71.000 urte dituzte, eta 10.000 urteko tartearen teknologia berarekin egindako beste batzuk ere topatu dituzte. Arkeologoen esanean, horrek erakusten du, teknologia sortzeko gaitasuna ez ezik, teknologia hori belaunaldiz belaunaldi transmititzeko eta iraunarazteko ahalmena ere izan zutela.

Ikertzaileek azaldu dutenez, xafla horiek egiteko prozesua nahiko konplexua da, eta sei pausotan azal daiteke: harri-puskak hartzea eta garraiatzea; sua egiteko egurra biltzea; harria sutan tratatzea; harriaren muina prestatzea; ezpalak lortzea; eta ezpalak lantzea, itxura egokia emateko.

Arkeologoez uste osoa dute xafla horiek gezen muturrean jartzeko erabili zituztela. Hortaz, ezpal horiek makilen muturrean jartzeko eta arkuak eta geziak egiteko, beste pauso batzuk eman beharko zituzten. Gainera,



Duela 71.000 urteko harrizko ezpalak. Ikertzaileek gezen puntak zirela ondorioztatu dute. ARG.: © SIMEN OESTMO.

material gehiago ere erabili beharko zuten, hala nola zuntzak eta erretxina. Hori guztia egiteak lana planifikatzea eta prozesua denboran zehar kontrolatzea eskatzen du. Arkeologoen iritziz, ezaugarri horiek garun garaikidearen ezaugarriak ere badira.

Artikuluaren amaieran, gure espeziea gaitasun horiei esker hedatu eta gailendu zela adierazi dute arkeologoez artikulua amaieran. Izan ere, arma horiei esker, urrutitik ehizatzeak aukera izango zuten, eta pertsonen arteko borroketan zauri gutxiago jasoko zituzten. Are gehiago, Afrikatik atera eta neandertalekin topo egin zutenean, arma horiek gako izango zirela ere aipatu dute, neandertalek lantzak baino ez baitzituzten.

Hain zuzen ere, neandertalek eta *Homo sapiens*ak izan zuten arbaso komun baten lantzen puntak aztertutako beste ikerketan, *Science* aldizkarian argitaratutakoan. Izanburua: “Evidence for early hafted hunting technology”, hau da, “Lantzen bidezko ehiza-teknologia goiztiarren ebidentzia”, gutxi gorabehera.

Ikerketan, Kathu Pan gune arkeologikoan topatutako harrizko punta batzuk aztertutakoak

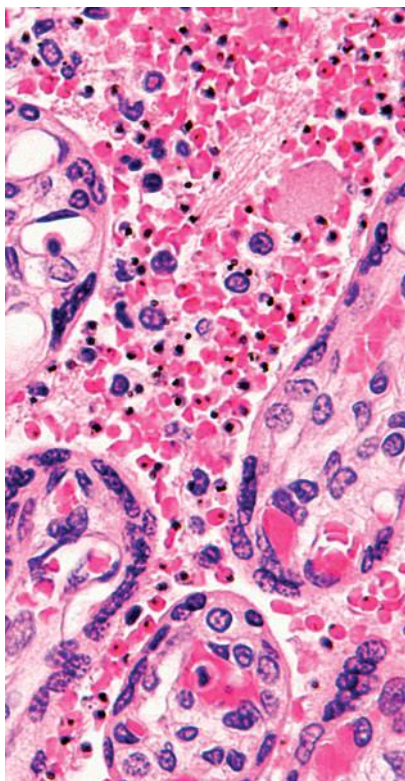


Duela 500.000 urteko harrizko piezak, ustez, lantzen puntak egiteko landutakoak. ARG.: © JAYNE WILKINS.

ikertzaileek. Puntak duela 500.000 urtekoak dira, eta, ikertzaileen esanean, makilen muturrean jartzen zituzten, lantzak egiteko. Horren arabera, lantzak egiteko teknologia orain arte uste zutena baino 200.000 urte lehenago garatu zen.

Artikuluaz azaldu dutenez, *Homo sapiens*ak eta neandertalak komunean zituzten jokabideak aurreko arbaso komunetik, *Homo heidelbergensis*etik, heredatuak izan zitezkeen; tartean, lantzak egiteko teknologia. Adituen ustez, gure espeziea eta neandertalak duela 800.000 eta 400.000 urteen artean banandu ziren, eta ikertzaileek frogatu dute duela 780.000 urte hominidoek jada ehiza larria egiten zutela. Alabaina, horretarako lantzak erabiltzen zituztela erakusten duten aztarnak ez dira hain antzinakoak.

Orain topatutako puntak, ordea, lantzen parte izan zirela iradokitzen duten arrasto nabarmenak dituztela baieztatu dute ikertzaileek. Horrek, gainera, bat egiten du bi espezieek, *Homo sapiens*ek eta neandertalek, lantzak erabili izanarekin, eta arma horiek egiteko teknologia haien arbaso komunetik heredatu zutela dioen hipotesiarekin. ●



ARG.: NEPHRON/CC-BY-SA

Malaria diagnostikatzeko imanak

Iman eta laser arruntak erabiliz, malaria diagnostikatzeko gailu erabilerraz eta merke bat diseinatu du Hungariako ikertzaile-talde batek. Malariaren eragileak sortzen duen hondakin baten propietate magnetikoak eta optikoak izan dira Budapesteko Teknologia eta Ekonomia Unibertsitateko ikertzaileen giltza.

Ostalariaren globulu gorriak infektatu eta suntsitzen ditu malaria eragiten duen bizkarroiak, eta hemozoina deritzen kristalak kanporatzen ditu digestio-prozesuan. Malaria-pigmentu izenez ezagutzen dira, eta itu interesgarria dira diagnostiko-teknika berriak garatu nahi dituzten ikertzaileentzat, bizkarroiaren barietate denek sortzen dituztelako, eta erregistro fosilean ere detektatu izan direlako (denboran aldatu gabe iraun duen prozesu metabolikoa den seinale). Halaber, ezaugarri magnetiko eta optiko bereizgarriak dituzte, odoleko beste molekula batek berak ez dituenak, eta, ondorioz, haiek detektatzea aski da pertsona kutsatua dela jakiteko. Alabaina, metodologia

honen bidez ezin da jakin zein bizkarroi barietatek kutsatu duen gaixoa, eta tratamendua ez da berdina barietate guztientzat.

Eratzun itxurako iman-sorta birakari batek eta laser batek osatzen dute gailua, ordenagailu eramangarri baten tamainakoa. Odol-lagina eratzun birakariaren erdigunean jarritakoan, eratzunaren eremu magnetikoarekiko orientatzen dira hemozoina kristalak, eta patroiz jakin batekin transmititzen dute jasotako laser izepia.

Metodologia hori erabilita, bizkarroiaren kontzentrazio oso txikiak detektatzeko gai izan dira Hungariako ikertzaileak: odol-laginen kasuan, 25 bizkarroi/ml (egungo diagnostiko-tresna eramangarri eta merkeek ml-ko 100en dute muga; sofistikatuak 5en); eta plasma soilik erabilita, ml-ko bizkarroi bakarra. Tresnak diagnostiko goiztiarrean lagun dezakeela uste dute ikertzaileek, eta tamaina txikiagoko gailua diseinatu nahi dute orain, 20 cm ingurukoa. ●



Gazteberri aldizkariaren aplikazioa laister zure esku



Minaren aurkako botikak garatzeko jomuga berriak aurkitu dituzte

Minaren aparatu sentsorialak nahasmenduak izan ditzake, eta halakoen ondorioz, mina kroniko edo neurrigabe bihurtzen da. EHUko ikertzaileek minaren kronifikazioa eragiten duen mekanismo molekular berri bat aurkitu dute, eta ikerketak oinarri bat ematen du botika analgesiko eraginkorrako garatzeko.

Serotoninari lotutakoa da Neurozientzien Saileko Minaren Mekanismoak taldeak aurkitu duen mekanismoa. Serotoninak mina modulatzeko eginkizuna betetzen du, besteak beste. Hala ere, ikerketa honek agerian jarri du mina kroniko edo neurrigabeko bihurtzen duten prozesuetan ere parte hartzen duela. Nerbio-lesio bat

eragiten zaion animalia-eredu batean egiaztatu ahal izan dute zein den mekanismoa. Ikertzaileek ikusi dute serotoninaren 5-HT_{2A} hartzaileak eta glutamatoaren mGluR1 hartzaileak elkar aktibatzen dutela, eta elkarren arteko aktibazio horrek mina areagotzea eta denboran luzatzea dakar. “Mekanismo molekular hau nerbioak kalte hartzen duen unetik ordu gutxiko epean abiatzen da, eta mina kaltearekin harremanik gabeko kokapen bitxi eta ezohikoetara zabaltzeaz arduratzen da; adibidez, gorputzean kalte hartu duen tokiaren beste aldera”, esan du Jatsu Azkue medikuak, Minaren Mekanismoak taldeko zuzendariak.



EHUko Medikuntza eta Odontologiako Fakultateko eta Farmazia Fakultateko ikertzaileek osatu dute minaren kronifikazioa ikertu duen taldea. ARG.: © EHU.

Gaur egun, minaren aurka jarduteko estrategiatako bat da nerbio-sisteman serotonina neurotransmisorearen ugaritzea, eta ikerketaren emaitzek adierazten dute “serotoninak ez duela beti mina murrizten; okerrera egiten ere lagun dezakeela”, azaldu du Azkuek. “Serotonina-kantitatea handitzea baino estrategia hobea litzateke serotoninaren

ondorio ez horren desiragarriak kontrolatzea, 5-HT_{2A} hartzailearen aktibazioa blokeatuko luketen edo hartzaile horren gain eta glutamatoaren mGluR1 hartzailearen gain aldi berean jardungo luketen botiken bitartez”, gehitu du.

Aurkikuntzari buruzko artikulua *The Journal of Neuroscience* aldizkarian argitaratu da. ●

Prestigeren fuel-olioa arnasteak kalteak eragiten ditu genoman

Fuel-olioak airera isuritako konposatuak arratoien genoman kalteak eragiten dituztela frogatu dute A Coruña

Unibertsitatearen Toxikologia Sailean. Ikertzaileek adierazi dutenez, hondamendiaren arrastoak garbitzen aritu ziren boluntarioek izan

zituzten osasun-arazoak eta fuel-olioa arnastearen artean erlazio zuzena dagoela berresten du ikerketak.

Hain zuzen, erlazio hori ba ote zegoen ikusteko asmoz egin dute ikerketa. Izan ere, boluntarioetako askok osasun-arazoak izan zituztela adierazi zuten gerora, bereziki, arnas-aparatuan, eta genoman kalteak zituztela ere frogatu zuten kasu batzuetan. Baina zaila zen kalte horien jatorria fuel-olioa zela frogatzea, ez baitzuten esposizioari buruzko datu zehatzik.

Hutsune hori gainditzeko asmoz, Prestigek zeraman fuel-oilaren antzeko nahasketa bat arnasarazi diete bi arratoi-motari, inhalazio-ganbera batean.

Emaitzak garbiak izan dira: fuel-olioak isuritako konposatuak kalteak eragiten ditu DNAn eta DNA konpontzeko mekanismoan, batez ere hamabosgarren egunetik aurrera. Hala ere, arratoi-motatako batek besteak baino kalte nabarmenagoak jasan ditu.

Journal of Toxicology and Environmental Health aldizkarian argitaratu dute ikerketa, eta, ikertzaileen ustez, ondorioak baliagarriak dira fuel-olioaren eraginpean dauden pertsonentzat, ez bakarrik isuriak garbitzen aritzen direnentzat, baita petrolio-hobietan, birfindegietan gasolindegietan eta halakoetan lan egiten dutenentzat ere. ●



Boluntarioak, Prestige ontzitik isuritako fuel-olioa garbitzen. ARG.: STEPHANE M. GRUESO/CC-BY-NC.

TEKNOSKOPIOA 2012-2013 martxan!

14 eta 18 urte bitarteko ikasleentzako
proiektu-lehiaketa



WANTED: Ikertzaileak!

Sariak

Bi sari egongo dira modalitate bakoitzeko:

- **Proiektu onenaren saria:**
talde irabazleko kideek tableta bana jasoko dute, eta **Tecnalia Korporazioan egonaldi bat** egingo dute.
- **Komunikazioaren saria:**
talde irabazleko kideek tableta bana eta Elhuyarren produktu-sorta bana jasoko dute.

Eman izena:

<http://teknoskopioa.elhuyar.org>

Antolatzailea:



Babesleak:



Gipuzkoako Foru Aldundia



FECYT

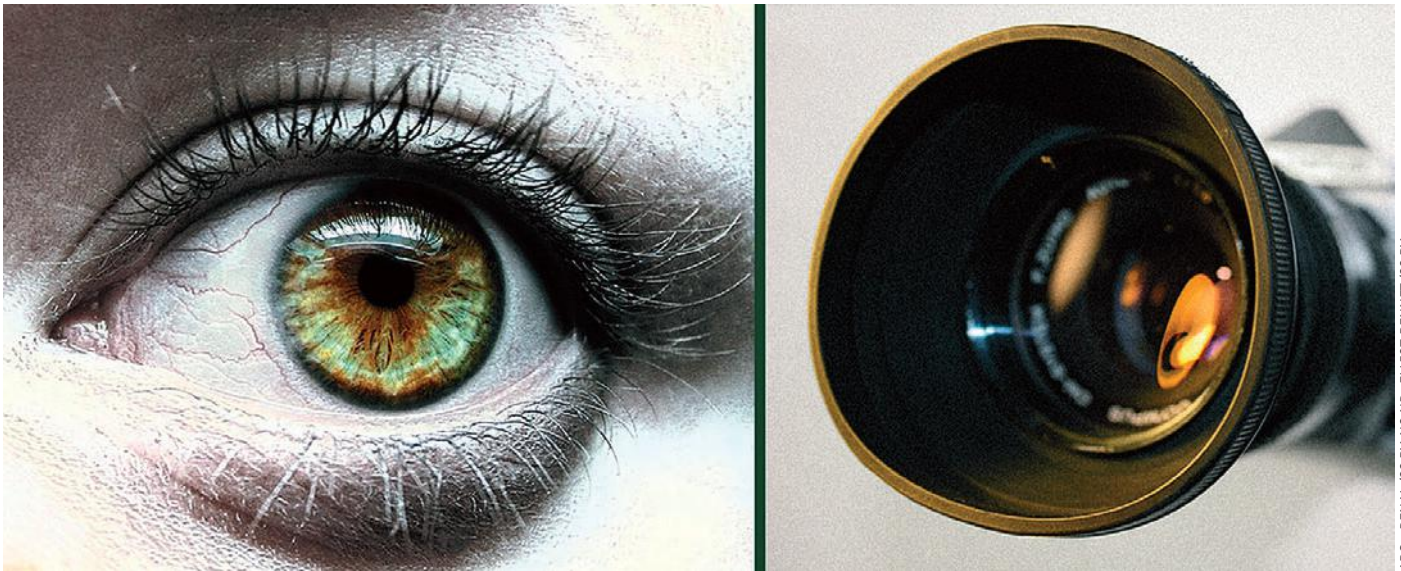


FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA

Laguntzailea:



Begia eta kamera



GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

ARG.: DENAL/CC BY-NC-ND; ELLIOT BENNET/CC BY

Kamera eta begia

Giza begia erreferentzia nagusia da kameraren ezaugarrietan; azken batean, kameraz grabatutako irudiak giza begiz ikusiko dira. Ez da harritzekoa kamera giza begi baten bertsio artifiziala izatea; baina ez beti. Batzuetan kamerak ikusten du giza begiak ikusi ezin duena.

1872an, eztabaida sutsu bat izan zen Kalifornia-ko hipika batean. Kontua zen zaldiak galopan lau hankak airean izatera iristen ote ziren; zale batzuek baietz zioten, eta beste batzuek ezetz, baina begi hutsez ezinezkoa zen kontua ziurtasun osoz argitzea. Argitzeko modu bakarra kamera bat erabiltzea zen; irudiak izozteko ahalmena du kamerak, eta begiak, aldiz, ez. Horregatik, Eadweard Muybridge argazkilaria kontratatu zuten. Hala ere, ez zen erraza garai hartako kameretan ahalmen hori ustiatzea.

Muybridgek sei urte eman zituen sei kamerako sistema bat antolatzen, zaldiaren mugimenduen sekuentziari argazkiak egin ahal izateko, baina 1878an *The Horse in Motion* izeneko argazki-segida lortu zuen, eta argi geratu zen baietz, zikloaren une batean zaldiek lau hankak airean dituztela. Kamerak ikusi zuen begiak ikusi ezin zuena. Emaitzak oihartzun handia izan zuen, eta argazki-segida hura ospetsu egin zen; adibidez, *Scientific American* eta *La Nature* (gaur egun *La Recherche*) aldizkariak argitaratu zuten.

HIRU KOLORE

Funtsean, kamera bada begi baten kopia. “Oinarriko funtzionamendua hori da: argia sartzen da zulo batetik, eta argi-izpi hori nonbait inprimatzen da”, dio Juantxo Sardon Pixel enpresako adituak. Begian ere, berdin; begiaren sarre-

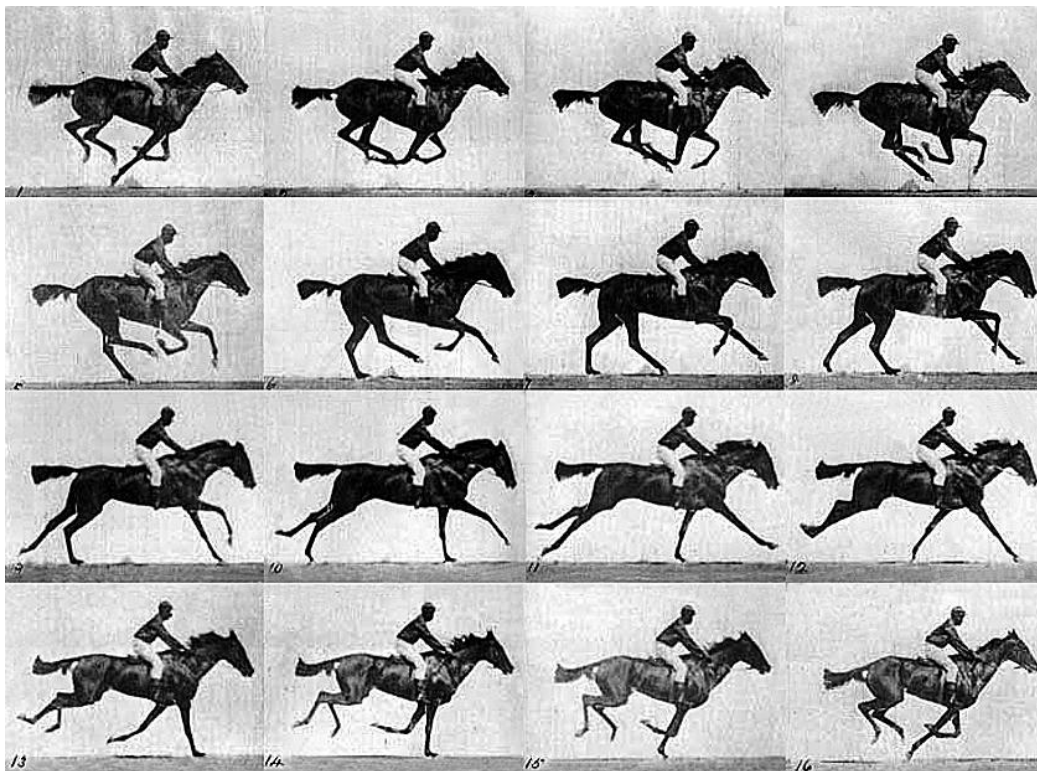
rako zuloa begi-ninia da, eta kamerarena, berriz, objektiboa. Zuloaren zabalera aldakorra da bi kasuetan; irisari esker begian eta diafragma-
ren bitartez kameran.

 *Gorria, urdina eta berdea
oinarrizko hiru koloreak dira
erretinaren konoek jasotzen dituzten
argi-izpien koloreak direlako.*

Eta irudia inprimatzeko tokia begian erretina da, eta kameran, plaka fotosentikor bat. “Kamera analogikoetan negatibo fotosentikor bat izaten zen (pelikula), eta, digitaletan, sentsore bat; orain arte, CCD sentsoreak ohikoak ziren, eta orain sentsore berri batzuk atera dira, CMOS izenekoak”. CMOS sentsore merkeagoa eta azkarragoa da, eta gaurko kameretan ugartzen ari dira, baina funtsean, sentsore digital guztiek begiak bezala tratatzen dute argia: oinarritzko hiru koloreetako seinaleetan banatu —gorria,

urdina eta berdea—, eta seinale horiek elektrizitate bihurtzen dituzte. CMOS sentsoreak prozesu sofistikatu baten bitartez egiten du konbertsioa. Argia hiru koloretan banatzen du, eta sentsoreak berak egiten du informazio horren digitalizazioa, beste txip bat beharrik izan gabe. Are espezializatuagoa da begiaren erretinaren mekanismoa: zelula fotosentikorretan (konoe-
tan eta makiltxoetan) A bitaminaren antzeko molekula batek, erretinalak, eta proteina batek, opsinak, elkarrekin egiten dute lan argia elektrizitate bihurtzeko.

Gauza bera egiteko bi modu dira, baina erreferentzia giza begia da. Hain zuzen ere, oinarritzko hiru koloreak erretinaren konoek jasotzen dituzten argi-izpien koloreak dira. Horregatik deitzen diegu oinarritzko; haien konbinaziotik sortzen dira argiak izan ditzakeen kolore guztiak, baina, berez, hori ez da prozesu fisiko bat. Konbinazioen bidezko koloreak giza garunaren produktu bat dira. Nolanahi ere, kamera begiaren funtzionamenduari egokitzen zaio, eta jasotzen duen kolore bakoitza argi berdearen, urdinaren eta gorriaren konbinazio bihurtzen du, eta konbinazio hori digitalizatzen du.



Zaldia galopan lau hankak airean izatera iristen da? 1872an, galdera horrek eztabaida sortu zuen, eta Eadweard Muybridge argazkilariak propio egindako argazkien segida honek frogatu zuen baietz.

ARG.: EADWEARD MUYBRIDGE.

SEGUNDO BAT, EHUN IRUDI

Irudi bat hartzeak denbora eskatzen du; ez da bat-bateko prozesu bat. Begian sartzen den argia erretinak jasotzen du, eta saturatzen da irudi osoa osatu arte. Horretarako, denbora behar du; segundo baten ehuneneko bat, gutxi gora-behera. Irudi-hartze hori bukatuta, hurrengo irudia hartzeari ekiten dio. Azkenean, begiak segundoko 100 irudi har ditzake.



Phantom kamerak segundoko 2.000 fotograma graba ditzake. Grabatutakoa segundoko 25 fotogramatan erreproduzitzen baduzu, kamera geldoaren efektua lortzen duzu.

Kamera azkarragoa izan daiteke. Sardonek horrelakoekin egin izan du lan. “Kamera azkarren artean, ospetsuenetako bat Phantom markakoa da”, dio. “Segundoko 2.000 fotograma graba ditzake. Grabatutakoa segundoko 25 fotogramatan erreproduzitzen baduzu, kamera geldoaren efektua lortzen duzu, oso kalitate handian. Efektu plastiko berezia du”.

Krispeta baten irekiera ikusteko, segundoko ehunka fotograma grabatzen duen kamera bat behar da, Phantom bat adibidez. Ikusi bideoa webgunean.



Bi begi, hiru dimentsio

Bi begiak buruaren aurrealdean dituzten animalia guztiek dute hiru dimentsioko ikusmena, ikusmen estereoskopikoa alegia. Bi begiek hartzen dituzten irudiak antzekoak dira, baina ez dira berdinak. Bi irudien arteko aldea zenbat eta handiagoa izan, orduan eta gertuago daude han agertzen diren objektuak. Garunak bi irudiak konbinatzen ditu, eta distantziak kalkulatzeko. Eta horixe bera egiten dute zinemagileek hiru dimentsiotan grabatzeko. Bi kamera behar dira, bata bestearen ondoan jarrita, antzeko irudi ezberdinak har ditzaten. Eta ikusmen estereoskopikoa lortzen da bi irudi horietako bakoitzaren ikusleak begi bakarraz ikusten badu.

Ikerketa zientifikoan ere tresna ahalsua da kamera azkarra. Ikuspuntu horretatik, kamera begia baino hobe da, zeren eta, Muybridgeren zaldiaren argazkien kasuan bezala, begiak harrapatzen ez dituen irudiak harrapatzen ditu. Abiadura handiko bideoari esker, hainbat prozesu fisiko beha daiteke: garoak nola jaurtitzen dituen esporak, likidoak ontzi baten barruan nola nahasten diren, leherketak eta konbustioa nola gertatzen diren edo erleek nola egiten duten hegan, esate baterako. Aukerak bukaezinak



IRUDIA: G. ROA

dira; bat-bateko gertaera dirudiena urrats bat baino gehiagoko prozesua dela erakusten du. Arto-ale bat krispeta bilakatzeko prozesua adibide ona da: hasieran, alearen azala pitzatu egiten da; gero, krispetaren material zuria zabaltzen eta pitzaduratik kanporatu egiten da; gero, agian, azalean beste zulo bat irekitzen da, eta materia zuriaren beste koskor bat zabaltzen da, eta horrek krispeta osoa airera jaurtitzen du biraka.

Hala ere, irudi asko azkar harrapatzeak badu ordain bat; fotograma bakoitzarentzat, denbora gutxiago du kamerak. Horrek esan nahi du, alde batetik, argi gutxi sartzen dela kameran fotograma bakoitzean eta kamerari asko argitu behar dutela filmatu beharrekoa, eta, bestetik, abiadura handitu ahala, fotogramaren tamaina txikiagoa dela. Pixel gutxiagoko fotogramak dira. “Phantom batek [segundoko] 2.000 fotograma hartzen ditu HDko tamainan, 1920 x 1080 pxeletan. Baina 4K formatuan (4096 x 3072 pxele), hau da, zinema digitalean erabiltzen den formatu handienean, 500 fotograma grabatzen ditu. Hala ere, fabrikatzaileak etengabe ari dira hobetzen zenbaki horiek”, dio Sardonek.

 *Begiaren estrategia kalitate handiko “objektibo” bakarrarekin funtzionatzea da. Kamerak, aldiz, objektibo ezberdina du irudi-mota bakoitzeko.*

BEGI PANORAMIKOA

Begiaren mugak jatorri bera du. Oso organo ahaltsua da, baina ezin du segundoko 100 irudi baino gehiago hartu, hartzen duen irudi bakoitzak informazio asko duelako. Batetik, ehunka megapixeletako irudiak hartzen ditu, eta, bestetik, irudi hori objektibo angelu handi batek hartzen duena baino zabalagoa da: begiak 140 gradu baino gehiagoko angelua ikusten du, eta angelu handiek 120 gradu ingurukoa (nahiz eta badiren 180 gradura iristen diren objektiboak). Egia da begiak, eta batez ere garunak, ez dituela berdin prozesatzen irudiaren erdialdea eta bi aldeak, baina informazio asko jasotzen du, eta horrek “mantsotu” egiten du begiaren lana.

Gainera, begiak ez du optika aldatzen; alegia, beti objektibo berarekin funtzionatzen du, kris-



talinoarekin. Burbuila-itxurako osagai bat da begiaren barruan, eta pareta bakoitzak leiar ganbil moduan jotzen du. Begiari lotuta dago, eta muskulu batzuen bitartez geometria eta erretinaraino duen distantzia aldatzen zaio; mugimendu horrek fokotzen du irudia. Kamera baten leiarretan gertatzen denaz bestera, kristalinoaren materiala etengabe berritzen ari da, eta, gizaki gazte batengan behintzat, osagai malgua da. Kristalinoari dagokionez, beraz, begiaren estrategia kalitate handiko “objektibo” bakarrarekin funtzionatzea da; alde horretatik, kristalinoak gizakiak egin duen edozein objektibo artifizial baino askoz sofistikatuagoa da.

Kamerak, aldiz, kontrako estrategia erabiltzen du; objektibo ezberdinak eranstean zaizkio hartu behar duen irudi-mota bakoitzeko. Sardonen arabera, horretan datza kameraren abantaila; alegia, objektiboak aldatze hutsak egokitzen duela kamera hartu nahi den irudiaren arabera. “Film labur bat grabatzeko, adibidez, plano bakoitzean aldatzen dugu kameraren optika. Izan ere, ikzioa eta antzeko gauzak egitean, plano bakoitza koadro bat da”, dio.

Kamerak optikarik gabe ere funtziona dezake. Hain zuzen ere, historiaren lehen argazkiak objektiborik gabe egiten zituzten. “Kamerak gainera beltz batzuk ziren, argia sartzeko zulo txiki bat eta barruan material fotosentikor bat zutenak. Zulotxoaren diametroa zein den kalkulatzeko formula bat dago: hainbesteko zuloa

Juantxo Sardon, Pixel enpresako teknikaria, eta argazki-zuzendaria film askotan. ARG.: PIXEL ©



Begiaren irisa (ezkerrean, ARG.: ROBERT BRUCE/CC BY-ND) eta argazki-kamera baten objektiboa leiarrik gabe (ARG.: SQUIRRELS/CC BY-NC-SA). Funtsean bien lana da argi-kantitate jakin bat pasaraztea. Begian kristalinoak eta kameran leiarrek manipulatzan dute argi hori behar bezalako irudi bat lortzeko.

izan behar du tamaina jakin bateko euskarri batean proiektatzeko distantzia jakin batera”, azaltzen du Sardonek. Eta, modu horretan, zuloa ireki eta argiak irudia sortzen zuen material fotosentikorrean. “Oraindik ere badago jendea argazkiak horrela ateratzen dituenen. Ospetsuena Ilan Wolff da”.

Modu horretan ateratako argazkiak oso mugatuak dira. Eremu sakonera edo kamerak irudian sartzen duen angelua ezin dira kontrolatu; ez zoom-efekturik, ez ezer. Baina aldeko ezaugarri bat du: leiarrik ez dagoenez, ez dago oztoporik

argiarentzat. Ohiko kameretako objektiboak ez dira guztiz gardenak; hain zuzen ere, leiarren kalitatearen parametro garrantzitsu bat gardenatasuna da. Gardentasun hori neurtzen duen parametroa f zenbakia da. Objektibo guztietan zehaztuta egoten da zenbatekoa den pieza horren f zenbakia; zenbat eta f txikiagoa izan, orduan eta hobe da objektiboa. Eta berriz ere nabarmena da begiaren erreferentzia: har dezakeen baliorik txikiena $f = 1$ da, begiaren korneak eta kristalinoak duten balioa, hain zuzen. Baliteke kamera batzuek begiak ezin duena ikustea, baina materialetan ez dago begia bezalakorik. ●



Euskal Herriko Unibertsitateko Euskara Zerbitzuak 2003an abiarazitako ekimena da ZIO (Zientzia Irakurle Orentzat). 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.



zure ziztada behar dugu

Hedabideen aldaketa sakonari indartsu heltzeko, egoera ekonomiko zailari erantzuteko eta BERRIA proiektuaren geroa ziurtatzeko, BERRIAzaleon komunitatea indartu nahi dugu. Erleak bezala, elkarlanean, gai garelako.

Informazio eguneratua eta euskarri gehiago:
www.berria.info/berrialaguna

Izan zaitez
berrialaguna

Honako ekarpen hau egin nahi diot
BERRIA HEDABIDEEN FUNDAZIOARI,
G71006795 IFK duena:
Adierazi X batez zure aukera

- | | |
|--|---------------------------------------|
| ☐ Urtean 100 € | ☐ Urtean 200 € |
| Aldi batean ☐ | Aldi batean ☐ |
| Lau zatitan ☐ | Lau zatitan ☐ |
| ☐ Urtean beste kopuru bat: <input type="text"/> € | |
| Aldi batean ☐ | |
| Lau zatitan ☐ | |
| 100 eurotik beherako kopuruetan
ordainketa aldi batean egingo da | |
| ☐ Hilean 10 € | |

Sinadura

Izen-abizenak:

Helbidea:

PK:

Herria:

Kontu zenbakia:

Tel.:

NA:

Posta elektronikoa:

Abenduaren 13ko 15/1999 Lege Organikoa, Datu Pertsonalak Babesteko, betarik, jakinarazten dizugu zure datu pertsonalak BERRIA HEDABIDEEN FUNDAZIOAREN fitxategi automatizatu batera pasatuko direla. Zure esku dago ikusteko, zuzentzeko, ezertzatzeko eta kontra egiteko eskubideak erabiltzea. Hala egin nahi izanez gero, idatzi helbide honetara: BERRIA HEDABIDEEN FUNDAZIOA, Iratxe Monastegia 45, 13. 31011 Iruñea.

berria^{info}

berrialaguna izan nahi baduzu,
bete datuak eta helarazi:

- www.berria.info/berrialaguna
- **Postaz:** BERRIA. Martin Ugalde kultur parkea, z/g. 20140 - Andoain
- **Posta elektronikoz:** laguna@berria.info
- **Telefonoz:** 943-30 43 45

Sexua, zertarako?



30

Gu eta gure sexua



36

SEXUAREN ARRAZOIAK

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Sexuaren emaitza da jaioberria. Hori bezain erraza da. Eta hori bezain konplexua. Konplexutasun horren adierazle dira sexuak duen arrakasta, kasu eskandalagarriak, maitasunaren usaina, sexuaren nahi gabeko albo-ondorioak, zakilaren eboluzioa, hermafroditismoa, Oteloren arrazoiak, poligamia, orgasmoa, homosexualitatea, maitemina ireaupena...

Hurrengo bi artikuluetan, gai horiek agertzen dira, eboluzioaren, genetikaren eta giza izaeraren ikuspegietatik azalduta. Eta badira gehiago; horien artean, galdera bat: sexurik gabe, zer?





ARG.: WIKIMEDIA COMMONS/FIRO002/FLAGSTAFFOTOS CC-BY-NC

Sexua ZERTARAKO?

Zalantzarik gabe, sexuak arrakasta handia du. Horixe berretsi du Ibon Cancio biologoak: “Ugalketa sexuala oso arrakastatsua izan daiteke, eta numeroek eta matematikek hori esaten dute”. Adierazpen biribil gehienek bezala, ordea, horrek ere badu *baina* bat: “Baina ugalketa asexuala duten espezieen bikoizte-ahalmena askoz ere handiagoa da”, zehaztu du Canciok.

Arturo Elozegi ekologoak Canciok esandakoa baieztatu du: “Hala da. Eta, gainera, asexualki ugaltzeko modu asko daude, eta denak dira oso

eraginkorrak. Hala eta guztiz ere, oso espezie gutxi dira asexualki soilik ugaltzen direnak; ugalketa sexuala askoz ere zabaldago dago”.

Horrenbestez, *baina* horiek hartuta ere, ukaezina da ugalketa sexualak asexualak baino arrakasta handiagoa duela. Hori erakusten duen datu argigarri bat eman du Canciok: “Asexualki ugaltzen diren espezieak oso goian daude zuhaitz filogenetikoan; horrek esan nahi du espezie gazteak direla, edo, bestela esanda, ez dagoela asexualki ugaltzen den espezierik luzaro irauten duenik. Berehala iraungitzen dira”. Hala

ere, salbuespenak ere badaudela ohartarazi du: “Adibidez, errotifero bdelloideoak. Eskandalu ebolutibo bat dira”.

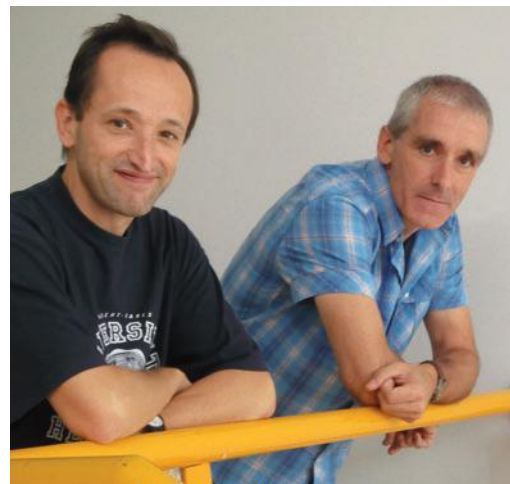
Eskandalua 1986an atera zen argitara, *Nature* aldizkariaren artikuluan. Artikuluaren egilea John Maynard Smith biologo eta genetikaria da, eta artikuluaren izenburua, berriz, adierazgarria: *Contemplating life without sex*, hau da, Sexurik gabeko bizitza bati begira.

Maynard Smithek eskandalugarritzat jo zuen bdelloideoak hain familia zabala eta iraunkorra osatzea, sexurik izan gabe. Kontuan izan behar baita izaki urtar ñimiño horien familia oso dela ugaria (450 espezie baino gehiago biltzen ditu), eta milioika urte daramatzatela Lur planetan (200 milioi urte inguru). Hori guztia, ugalketa asexualaren bidez!

Gerora, ikertzaileek ikusi dute bdelloideoek beren fisiologia eta genetika berezien erruz dute la hain jokabide eskandalugarria. Izan ere, inguruaren kondizioak desegokiak direnean, lehortu egiten dira. Horrela, ingurua berriro aldekoa izan arte irauten dute, eta, bide batez, haien parasito guztiak hil egiten dira. Baina, ho-

Ugalketa asexuala oso eraginkorra bada ere, ohikoena sexu bidez ugaltzea dela nabarmentzen dute biologoek.

Errotifero bdelloideoak eskandalu ebolutibo bat dira, asexualki soilik ugaltzen diren arren, familia ugaria eta iraunkorra osatzen baitute. ARG.: © C. BOSCHETTI ETA A.TUNNACLIFFE/SCIENCE.



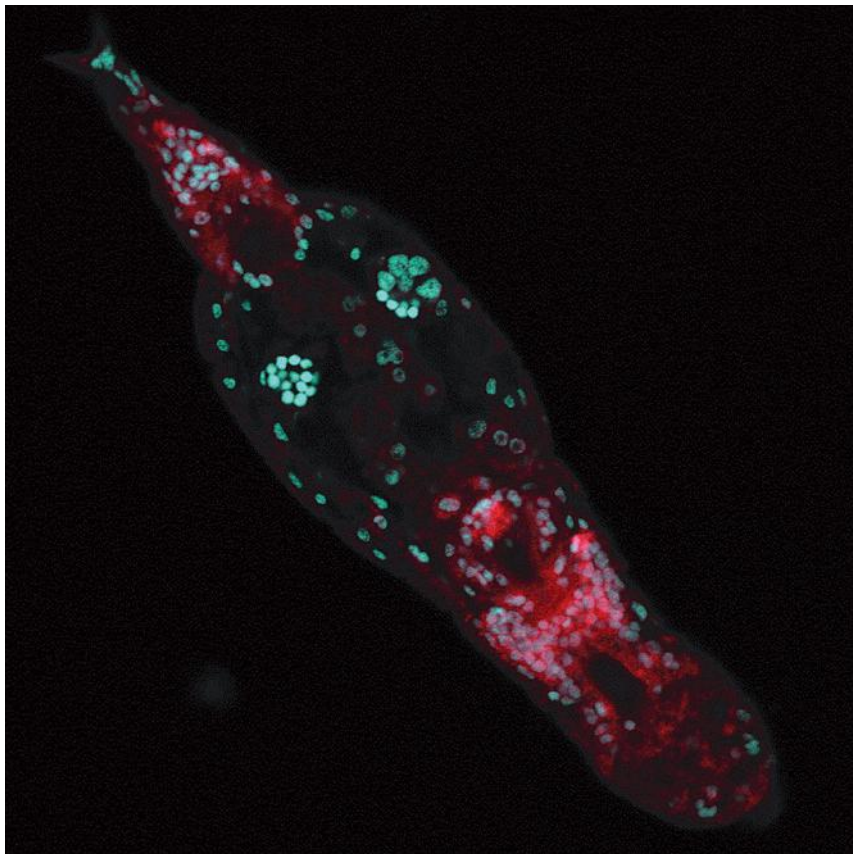
Ibon Cancio (ezk.) eta Arturo Elosegi (esk.), EHUKo biologia-irakasleak. ARG.: ANA GALARRAGA/ELHUYAR FUNDAZIOA.

rez gain, beren genoma konpontzeko trebezia handia dute, eta, prozesu horretan, genoma berritzeko eta eguneratzeko aprobetxatzen dute. Horri esker lortu dute hain ugariak izatea eta hainbeste irautea.

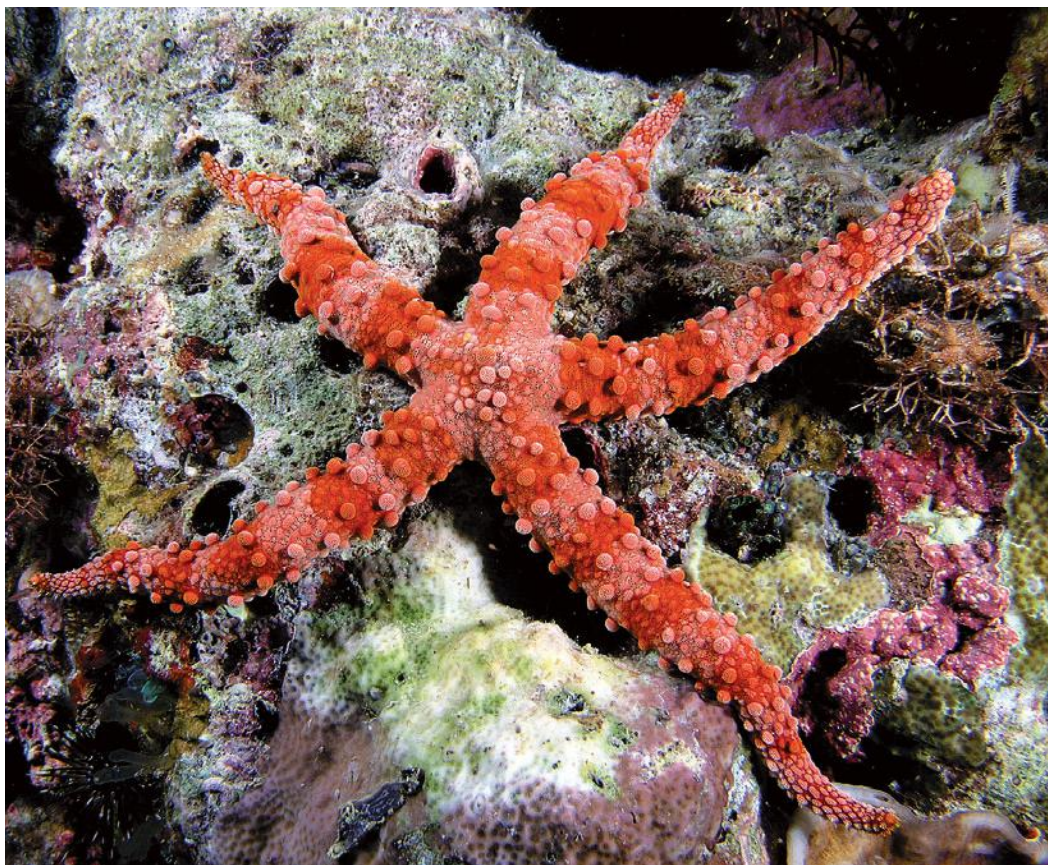
Edonola ere, bdelloideoak salbuespena dira; ohikoena sexu bidez ugaltzea dela nabarmentzen dute biologoek. Gainera, Elosegi zuhurtziaz hartzen ditu halako bitxikeriak: “Agian bdelloideoak ere noizbait ugaltzen dira sexualki, guk horren arrastorik izan gabe. Horrelakoak gertatzen baitira; adibidez, onddoetan: onddo hifomizeteen taldean sartzen dira ugalketa sexualik ezagutzen ez zaien espezieak; hauek normalean asexualki ugaltzen dira, baina, noizbehinka, haietako bat modu sexuarean ugaltzen hasten da eta ohar-tzen gara beste talde bateko onddoa dela, adibidez, basidiomizete bat. Hortaz, litekeena da bdelloideoekin ere hori gertatzea. Kontua da guk ez ditugula harrapatu sexu bidez ugaltzen ari direla; hortaz, esan dezakegun bakarra da, guk dakigula, ugalketa asexuala dutela”.

SEXUAREN ABANTAILA

“Garbi dagoena da ugalketa sexualak baduela zerbait abantaila ematen diona”, dio Canciok. “Bestela, eboluzioaren ikuspuntutik, ezin da ulertu. Eboluzioa *survival of the fittest* bada, alegia, indartsuenak edo arinenak egiten badu aurrrera, nola azaldu paumaren buztana? Tigreak errazago harrapatuko du buztan luzea duen pauma, eta, hala ere, paumarentzat ona da buztan luzea izatea, eta eboluzioak horren alde egin du. Zergatik? Buztan dotorea eta handiak sexualki ugaltzeko aukera ematen diolako, eta, hala, bere genomaren erdia ondorengoei transmititzen dielako”.



Itsas izarrek ugalketa sexuala zein asexuala izan dezakete.
ARG.: NICK HOBGOOD/CC-BY-NC.



Biologoen arabera, bi hipotesi nagusi daude sexu-ugalketa zergatik gailendu den azaltzeko. Bati Mullerren trinketa deitzen zaio, eta besteari, Erregina Gorriaren teoria edo hipotesia. Lehenaren arabera, ugalketa asexuala duten espezieetan, genomaren mutazioak metatzen doaz belaunaldiz belaunaldi, harik eta mutazioek bizitza eragozten duten arte. Horren aurrean, ugalketa sexualaren bidez jaiotako ondorengoek bi gurasoen geneak jasotzen dituzte, eta transmisio horretan mutaturako geneak galtzeko aukera dago.

Canciok jokurako kartekin alderatu ditu gurasoen geneak: “Nolabait esateko, ugalketa sexualan, geneak nahasi egiten dira, kartak nahasten diren bezala; horrenbestez, hurrengo belaunaldian mutazioak diluitu egiten dira.”

Erregina Gorriaren hipotesia, berriz, bizkarroiei ihes egitean oinarritzen da. Alizia ispiluaren bestaldean liburuan agertzen den erregina bezala, banakoak lasterka egitera behartuta daude, leku berean geratzeko. Ez badute lasterka egiten, bizkarroiek harrapatu eta suntsitu egin-



Barraskiloak. ARG.: CARLA ISABEL RIBEIRO/CC-BY-NC.

Aukera onena, hermafrodita izatea?

Sexuaren onura guztiak eta desabantailetakoa bat bera ere ez izateko aukera onena hermafroditismoa izan daitekeela dio Canciok: “Hau da, norbera izatea bai emea bai arra”.

Alabaina, hermafroditismoa ez da oso ohikoa; beraz, ez da itxura batean ematen duen bezain arrakastatsua. Canciok azaldu du zergatik: “Izan ere, gorputz berean daukazu arra eta emea, eta bataren eta bestearen interesak ez dira berdinak. Hortaz, gorputz berean lehia daukazu”.

Elosegik Canciok esandakoa indartu du: “Ezinezkoa da makina bat diseinatzea gauza bat eta haren kontrakoa egiteko, eta makinak arazorik gabe funtzionatzea eta eraginkorra izatea. Eta hemen ere gauza bera gertatzen da”.

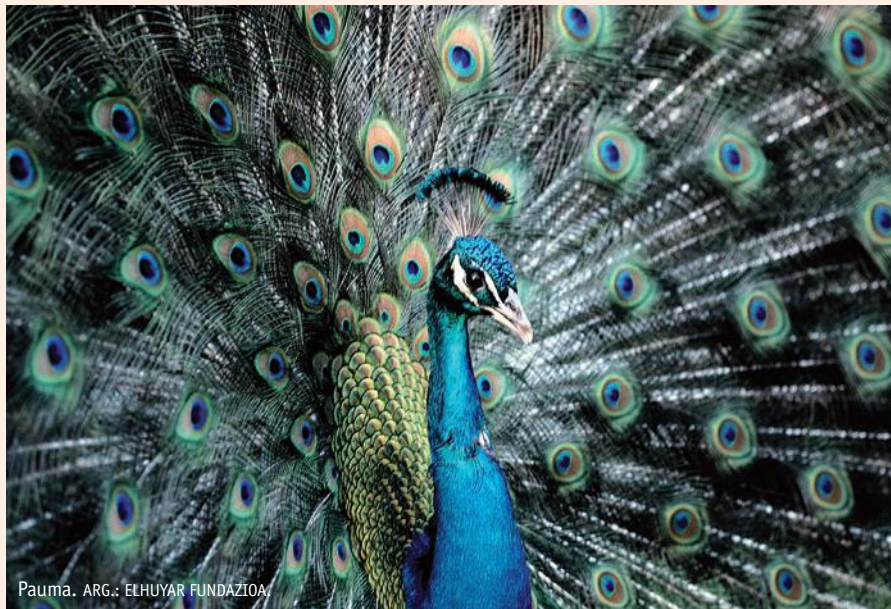
Hala ere, badaude kasuak, hala nola bareetan, barraskiloetan, landareetan, arrainetan... Arrainetan, gainera, badaude aldi bereko hermafroditak, eta baita txandakako hermafroditak ere: sasoi batean arrak dira eta gero eme bihurtzen dira, edo alderantziz.

Ez du zentzuzkoa izan beharrik

Sexuaren ondorioz sortutako paradoxa nabarmenetako bat paumaren buztana da, baina antzeko kasu ugari daude. Ezaguna da Alfred Rusel Wallacek eta Charles Darwinek horren gainean izandako eztabaida. Wallaceren ustez, ezaugarri ikusgarri baina espeziearen iraupenaren ikuspuntutik ulertezin horien jatorrian, beti zegoen “zentzuzko” arrazoi bat. Darwinentzat, ordea, arrazoi horrek ez zuen zertan zentzuzkoa izan. Gerta zitekeen, besterik gabe, pauma eme bati ar buztanluzeak gustatzea eta harekin kumeak izatea; kume arrek buztan luzea heredatuko lukete, eta kume emeek, ar buztanluzeekiko gustua. Hau da, ezaugarri horren jatorria kapritxo hutsa izan daiteke.

Elosegiren esanean, denborak eta ikerketek arrazoa eman diote Darwini. “Bi hipotesi daude: *good genes*, gene onena, eta *sexy son*, seme erakargarriarena. Eta gaur egun badaude nahiko ebidentzia *sexy son* hipotesia frogatzen dutenak, alegia, agerian uzten dutenak kasu batzuetan ez dagoela zentzuzko arrazoirik ar baten arrakastaren atzean”.

Richard Prum ornitologo ospetsuaren lana ekarri du gogora Elosegik, hori azaltzeko: “Prumek lan handia egin du hegaztien lumen kolo-



reenkin, eta garbi utzi du batzuetan hala dela, alegia, kolore biziagoak dituzten txoriak ez direla besteak baino osasuntsuagoak edo gene hobeagoak zertan izan. Tarteka hegazti batzuk inoiz ikusi gabeko kolorea nola egin topa-

tzen du, eta horrek sekulako arrakasta ekartzen dio emeen artean, kolorazio berri hori hedatuz. Horrek ez duen esan nahi gene onaren hipotesia okerra dela, noski; batuk ez du bestea baztertzen”.

go dute. “Banakoek amaren bizkarroiak ere jasotzen dituzte oinordetzan. Bizkarroi horiek amari ezin hobeto daude egokituta, eta, beraz, banakoa infektatzeko prest. Baina, ugalketa sexualari esker, sortzen den banako hori desberdina da gurasoekiko, eta bizkarroiek ezin dute infektatu”, argitu du Elosegik.

Elosegiren esanean, zabaldua dago ugalketa sexualaren funtsa aldaera asko sortzea dela, “ez jartzeko arrautza guztiak saski berean”. Horrek zentzua omen du ondorengo asko izaten dituzten espezieetan, baina ez gureak bezala ondorengo gutxi izaten dituztenetan. “Erregina Gorriaren teoriaren arabera, berriz, ondorengo gurasoetatik desberdina izatea da gakoa; ondorengo bakarra izanda ere, gurasoekiko desberdina bada, abantaila da”.

Dena dela, amarekiko oso desberdina izatea ere txarra dela zehaztu du Elosegik: “ama, den bezalakoa izanda, bizirik badago, zerbaitegatik izango da; beraz, oso desberdina izatea txarra da. Baina oso berdina izatea ere kaltegarria da, patogenoak juxtu horretara egokituta baitaude”.

Bi hipotesiak bateragarriak direla uste du Canciok. “Badaude frogak bai bataren bai bestearen

aldekoak”. Esaterako, Mullerren trinketa frogatzeko mikroorganismoekin ikerketa asko egin direla aipatu du Canciok, nahiz eta haietan sexua “bestelakoa” dela nabarmendu duen Elosegik: “Bakterioetan sexua ez da gurasoen artekoa, kumeak sortzeko, baizik eta bi bakterioen elkarketa, non bata besteari plasmido bat ematen dion eta hark batari beste genemultzo bat”.

Edonola ere, bai bakterioekin egindako ikerketetan, bai ugalketa sexuala eta asexuala txandakatzen dituzten espezieekin egindakoetan, badaude Mullerren trinketaren aldeko frogak.

Eta gauza bera gertatzen da Erregina Gorriaren hipotesiarekin. Hori frogatzen duen ikerketetako bat 2007an argitaratu zen, *Nature* aldizkarian. “Host-parasite ‘Red Queen’ dynamics archived in pond sediment” da artikularen izenburua, eta *Daphnia* ur-arkakusoaren eta haien parasitoen arteko koeboluzioa azaltzen du. “Hortaz —dio Canciok— seguru asko bien arteko jolas bat da; ez dakigu zer ehunekotan eragingo duen bata edo besteak, baina biek, Mullerren trinketak eta Erregina Gorriaren lasterketak, izango dute eragina”.

Ondorengo gurasoetatik desberdina izatea da gakoa; ondorengo bakarra izanda ere, gurasoekiko desberdina bada, abantaila da.

Zenbait emakumezko elastiko batzuk usaindu zituzten, eta usain erakargarriena zuenetik nazkagarrienera ordenatu behar izan zituzten.

MAITASUNA EZ DA USAINGABEA

Ur-arkakusoak utzi, eta giza espeziara egin du jauzi Canciok: “Guk 30.000 gene ditugu, gutxi gorabehera. Horietatik, gure histokonpatibilitate-konplexu nagusien geneak dira polimorfismoak, beste banakoetatik diferenteenak. Hain juxtu, gene horiek kodetzen dituzte parasitoen aurka erabiltzen ditugun armak”.

Are gehiago: gene horiek beraiek sortzen dute gorputzaren usaina. Eta gizakiak dituen geneetako asko, 3.000 inguru, usaimen-hartzaileak dira. Hori esanda, azalpenarekin jarraitu du Canciok: “Berez, ez du ematen usaimen-ahalmen handirik dugunik, baina 3.000 gene ditugu horretarako, eta usaintzen duguna da histokonpatibilitate-konplexu nagusia. Hala, usaimenaren bidez, gurearekiko histokonpatibilitate-konplexu nagusi desberdinena duen bikotekidea bilatzen dugu, harekin seme-alabak izateko. Horrenbestez, seme-alabek bien nahasketa izango dute”.

Elosegi esaldi batean laburbildu du Cancioren azalpena: “Maitasuna itsua da, baina ez usaingabea”. Horren harira, Estatu Batuetako GenePartner konpainia ekarri dute gogora. Konpainiaren webgunean azaltzen denez, Bernako

Unibertsitateko Claus Wedekind ikertzaileak egindako esperimentuan oinarritzen dira.

Esperimentu hartan, zenbait emakumezko elastiko batzuk usaindu zituzten, eta, jarraian, usain erakargarriena zuenetik nazkagarrienera ordenatu behar izan zituzten. Elastiko horiek gizonetzko batzuek eraman zituzten jantzita, hiru egunez jarraian, eta, beraz, elastiko bakoitzak jantzita eraman zuen gizonaren usaina zuen. Bada, emaitzen arabera, beraienarekiko histokonpatibilitate-konplexu nagusi desberdinena zuten gizonetzkoen usaina zen erakargarriena emakumezkoentzat.

Hori aintzat hartuta, GenePartnerrek bezeroen histokonpatibilitate-konplexu nagusiaren geneak aztertzen ditu, eta, alderdi horretatik, genetikoki desberdinenak diren bikoteak sortzeko aukera ematen du. Gene Partnerrenen esanean, “hartara, harreman egonkor eta atsegin baterako oinarriak jartzen dira”. Gainera, haur osasuntsuak izango dituztela baieztatzen dute.

SEXUAREN ALBO-ONDORIOAK

Baina sexuak baditu alde txarrak ere. Horietako bat, trukean ordaindu beharreko prezioa da,

Zakilaren eboluzioa

Ibon Cancioren iritziz, egitura gutxi dute zakilak adinako aldaera espezieen artean. “Noski, alderdi horretatik, zakilaren parekoa da emeen ugaltze-aparatua, batak bestearekin bat etorri behar baitu; baina normalean arren organoa agerian egoten denez, eta emeena, berriz, ez-kutuan, errazagoa da zakila aztertzea emeen alua edo ugaltze-aparatua baino”, zehaztu du Canciok.

Aurkitu den zakil zaharrena duela 425 milioi urtekoa da. Haren jabea krustazeo bat zen, eta, itsas hondoan, sumendi baten errautsen azpian, gelditu zen harrapatuta, gaur egun Herefordshire dagoen lekuan (Ingalaterra). 2003an aurkitu zuten, eta *Colymbosathon eplecticos* izen zientifikoa jarri zioten (zakil handiko igerilari harrigarria, gutxi gorabehera).

Gaur egun, era askotako zakilak dituzte munduan dauden milaka espezieetako arrek: jabearekiko handiak, txikiak, lau burukoak, birakariak... Batzuek, zakil bat baino gehiago dute: suge eta musker batzuek zakil bikoitzak dituzte, eta itsas platelmintoek, dozenaka. Intsektuen artean ere sekulako oparotasuna dago, baina guztietan luzeena *Balanus glandula* krustazeoak du, gorputza baino 40 aldiz luzeagoko zakila baitu.

Zutitzeko moduak, ordea, askoz ere muga-tuagoak dira. Ugaztunetan hiru daude: hezur baten bidez (karraskariak, haragijaleak, primatete gehienak); egitura fibroelastiko baten bitartez (zerria, zezenak, baleak); eta soilik hidraulikoak (gizakia, zaldia, armadilloa).



Elefante asiarraren zakila. ARG.: WIKIMEDIA COMMONS. 4028MDK09/CC-BY-NC.

Hainbeste aldaera egonda, zaila da bakarren bat nabarmentzea, baina Arturo Elosegi eta Ibon Cancio bat datoz giza zakila berezitatat jotzean. Hurbileko ahaideenekin alderatuta, giza zakila, handia izateaz gain, bitxia ere bada. Besteek ez bezala, burua du muturrean (glandea), eta koroa bat haren inguruan.

Hain egitura bereziak “zerbaitetarako” izan behar duelakoan daude Elosegi eta Cancio, eta semena ordezkatzearen hipotesia azaldu dute. Gordon Gallup psikologo eboluzionista da hipotesi horren aitatako bat, eta ikerketa esperimentalak ere egin ditu hipotesia zuzena dela frogatzeko. Emaitzak *The human penis as a semen displacement device* artikuluan argitaratu zituen, hau da, “Giza zakila semena ordezkatzeko gailu gisa”.

Hipotesiaren arabera, zakilaren itxura ez da zoriaren ondorio, baizik eta funtzioak bultzatutakoa, eboluzioan zehar. Eta funtzioa hau da: beste ar batek emearen baginan utzi duen semena kanporatzea. Horretarako bereziki eraginkorra da glandearen inguruko koroa. Elosegiren esanean, hortik ondoriozta daiteke giza espeziea ez dela izan (eta ez dela) batzuek uste duten bezain monogamo.

Elosegiren ustez: “Prezio ebolutiboa oso garestia da. Izan ere, kumeen erdiak ez dira ugalduko. Gehienez ere, lortuko dute eme bat estaltzea eta hura ernaltzea. Baina kumeen erdiak arrak dira, eta arrek ez dute kumerik izaten”.

Eta egoera are korapilatsuagoa da bi sexu baino gehiago dituzten espezieetan. Hain zuzen, Canciok milaka sexu desberdin dituzten onddo batzuk aipatu ditu (*Schizophyllum commune*): “Normalean bi sexu bereizten dira, ekoizten dituzten gametoen neurriaren eta kopuruaren arabera: gameto asko eta txikiak sortzen dituztenak arrak dira, eta handiak eta bakanak ekoizten dituztenak, emeak. Onddo horiek, baina, hainbat eta hainbat aldaera dituzte; horietako bakoitza sexu bat da”.

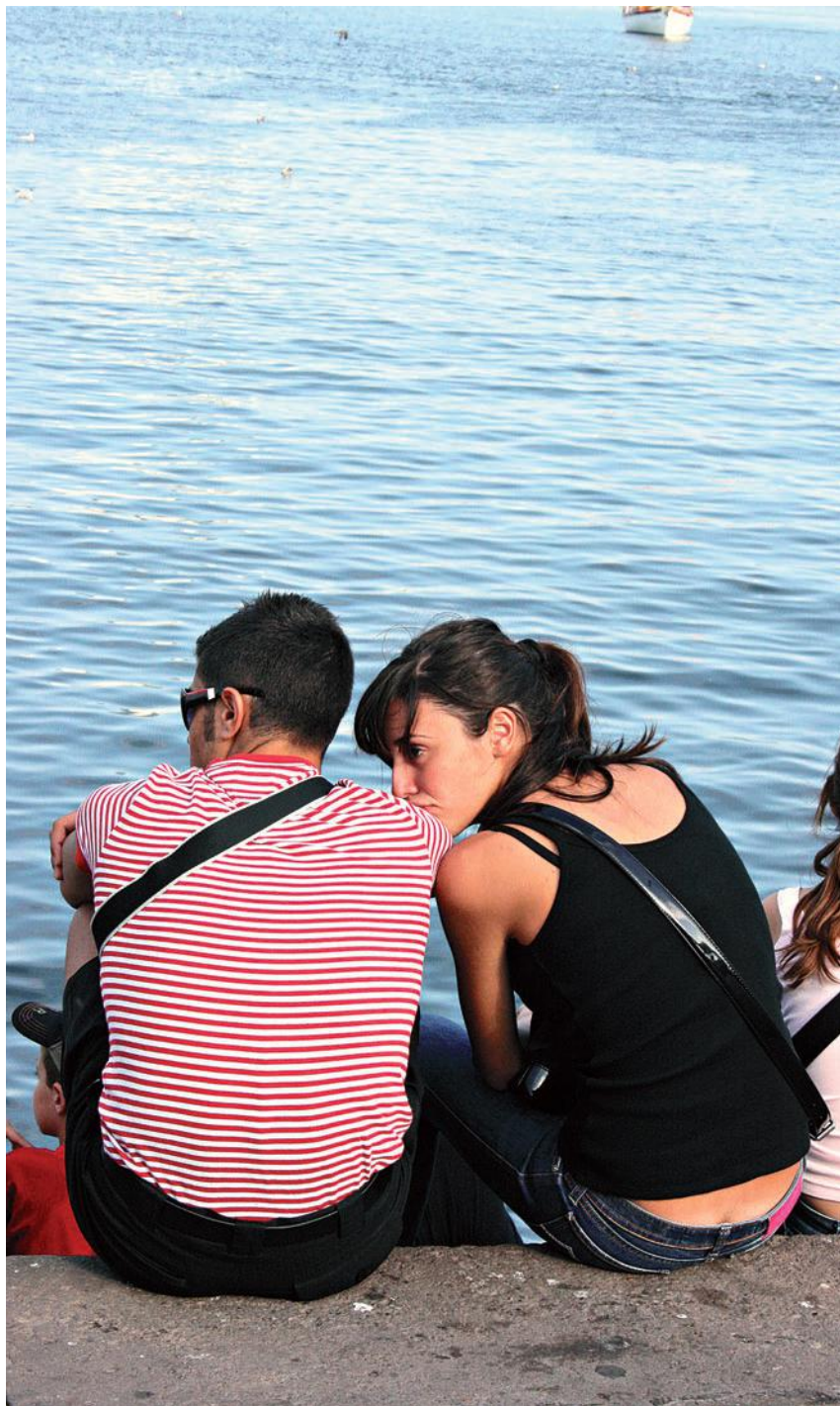
Sexurik gabe, mundua oso aspergarria izango litzatekeela uste dute biologoek.

Hain urrutira joan gabe eta bi sexu bakarrik izanda ere, batzuk gameto handi eta bakanak sortzen eta besteak gameto asko eta txikiak ekoizten espezializatuta egoteak asimetriak dakartzala esplikatu du Elosegik: “Emeak arrak baino askoz ere gehiago inbertitu du bere gametoean, eta ez bakarrik energetikoki. Hain zuzen, galdutako aukerak ere inbertsio bat dira; hau da, emeak, ernaltzean, denbora-tarte luze baterako berriro ernari geratzeko aukera galtzen du, eta hori ez zaio gertatzen arrari. Hortaz, arraren eta emearen interesak ez datoz bat”.

Bestalde, nahiz eta mutazio batzuk galtzeko aukera ematen duen, berez, meiosis gertatzen denean trisomiak eta beste irregulartasun batzuk gertatzeko arriskua oso handia da. “Halakoak askoz ere ugariagoak dira ugalketa sexualean asexualean baino. Hori koste bat da”, esan du Elosegik.

“Horrez gain, bikotea topatzeko lana dago”, gehitu du Canciok. Pirinioetako hartzarekin gertatutakoa ekarri dute gogora bi biologoek: azkenean jaio ziren guztiak arrak izan ziren, eta horrek populazioa galtzea ekarri zuen.

Bai, sexua garestia da. Baina nolakoa litzateke mundua sexurik gabe? Elosegik erantzun biri-



bila eman du: “Zeharo aspergarria izango litzateke. Begiratu ingurura, eta ikusten dituzun egitura eta portaera deigarrienek, bitxieneke eta nabarmenenek sexuarekin zerikusia dute: txorien kantuak, lumen koloreak, mandrilen ipurdia, dantza ikusgarriak... Sexurik gabe, akabo hori dena. Mundua oso grisa izango litzateke”. ●

Maitasuna itsua bada ere, ez da usainik gabea. Hain zuzen, usaimenaren bidez aukeratzen da norberarenarekiko histokonpabilitate-komplexu nagusi desberdinena duen bikotekidea. ARG.: MISKO/CC-BY.

GU eta gure sexua



Animalia sexudunak gara, eta, alderdi horretatik, ez gara asko bereizten beste ugaztunetatik. Askok, ordea, ukatu, ezkutatu edo moldatu egin dituzte ugalketa sexualak gure espeziearen izaeran eta jokabidean dituen ondorioak, eta erlijioan edo ikasketa-prozesuetan oinarritu dira haiek azaltzeko. Aldiz, psikobiologo eboluzionistek biologiaren eta eboluzioaren ikuspegietatik aztertzen dituzte besteentzat tabu diren gai batzuk: seme-alabekiko jarrerak, desleialtasuna eta jeloskortasuna, monogamia eta poligamia, orgasmoa, maitemintzea, homosexualitatea... Izatez, ez baikara hain bereziak ere.

Eduardo Fano EHUko psikobiologoaren esanean, adibidez, “gure espezieak eta bere arbaso zuzenak ehunka mila urte daramatzate egungoa ez den ingurumen batetara egokitzen. Ego-kitzapen guzti horrek eraginik izan ez balu bezala aztertzen ditugu gure jokabidearen inguruko auzi asko. Hau da, nor garen ahaztu dugu, eta ez ditugu ikusi nahi izan begi-bistakoak diren zenbait fenomeno”.

Horren adibidetzat jo du “beste espezie askotan bezala, anisogamiatik eratortzen den inbertsio parental bereiziak ekar dezakeen gutzia”.

Segidan eman du azalpena: “Gure espeziean, sexueta bategi, emeak, gameto gutxi eta handiak ekoizten ditu, eta, besteak, arrak, txikiak eta ugariak. Hortaz, emeentzako ugalketa oso garestia da, eta guretzako [arrentzako], askoz ere merkeagoa. Gainera, emeak haurdunaldian

Ikerketen arabera, haurren zaintzan inbertitzeak ugal-arrakasta handitzea ekar diezaioke aitari.

ARG.: SHUTTER DAVID/CC-BY-NC.

eta edoskitze garaian egiten duten inbertsioa arrena baino askoz ere handiagoa da. Horrek ekarri du, besteak beste, lehia intrasexuala arron kasuan, eta sexu-dimorfismoa, hau da, arrak eta emeak itxura-aldetik eta beste zenbait arlotan desberdintasun ugari izatea”.

Hala ere, gauza batetan salbuespen txiki bat garelako uste du Fanok: “Gure espeziean arrak kumeen zaintzan egiten duen inbertsioa handiagoa da gure taldeko beste primate-espezieetan baino. Hain zuzen, gure espeziean, zaintzan inbertitzeak ugalketa-arrakasta handitzea ekar dakioke”. Inbertsio hori bi eratakioa izan daitekeela gaineratu du, “materiala eta presentziala, hau da, baliabide materialak jar ditzake, edo zaintza-denbora eman dezake”.

OTELoren ARRAZOIAK

Arraren inbertsio horrek emearen jagoletza ere badakarrela ohartarazi du Fanok: “Izan ere, arrak bikote batekin izandako kumeak bizi eta hazi daitezen egindako inbertsioa handia denean, asko galtzen du emeak beste ar batzuekin ugaltzerakoan, gerta baitaiteke beste ar batenak diren geneak dauzkan kumearen hazkuntzan inbertitzen aritzea”.

Hori ez da gertatzen beste animalia-espezie batzuetan. Arrek oso gutxi inbertitzen duten espezieetan, emeek ez dute hain jagoletza zuzena jasaten, ez baitute inbertsio handirik galtzen.

Beste bat da haien estrategia: ahalik eta eme gehien estaltzea.

Bestalde, emakumezkoek ere ez dituzte gizonetzkoek dituzten arazo eta interes berberak, Fanok azaldu duenez: “Emakumezkoak gene onak lortu baditu bikotetik kanpo, eta bikotearen barruan, berriz, zaindari on bat badu, ez du arazorik. Hala ere, neurri batean, gure historia ebolutiboan zehar, gure espezieko emeak interesa liezaioke ar bati lotuta egoteak ekar dezakeen lasaitasuna, bikote den arrak taldeko gainera-koak aldendurik mantentzen baiditzaiteke”.

Berez, emakumezkoek ez dituzte gizonetzkoek dituzten arazo eta interes berberak.

Beste ikerketa batzuk ere ekarri ditu harira Fanok. Haien arabera, emakumezkoek askoz ere errazago barkatzen dute desleialtasun fisikoak gizonetzkoek baino. Baina gizonetzkoek emakumezkoek baino min txikiagoa egiten die desleialtasun emozionalak fisikoak baino. “Eta hori unibertsal bat dela dirudi. Nahiko unibertsal matxista, baina kontua da eboluzioak ez dituela horrelako gauzak kontuan hartu”.



Eduardo Fano EHUko psikobiologoa.
ARG.: ANA GALARRAGA/ELHUYAR FUNDAZIOA.



Orgasmoa, opari pozoitua

Zertarako edo zergatik dute emakumezkoek orgasmoa? Aditu asko saiatu dira galdera horri erantzuten, biologiaren eta eboluzioaren aldetik. Erantzuna ez baita begi-bistakoa: gizonetzkoetan gertatzen denaren aurka, emakumezkoek ez dute orgasmoaren beharrik obuluak ematen.

Itxura batean emakumezkoen orgasmoak funtziorik ez duela eta, batzuek gizonetzkoen orgasmoaren zorizko azpi-produktutzat jo dute. Beste batzuek, berriz, esperma eusteko funtzioa egotzi diote; horren arabera, orgasmoak obulua emaltzea erraztuko luke.

Bide beretik pauso bat urrutiago joanda, gizonetzko batekin baino gehiagorekin koitoa izan eta gizonetzkoetako baten esperma hoberen mekanismoa izan daitekeela ere pro-

posatu dute zenbaitzuek, eta azterketak ere egin dituzte primaten artean, ikusteko ea ar batekin baino gehiagorekin koitoa izan ohi duten espezieetan orgasmoa zabalduagoa dagoen espezie monogamoetan baino.

Ikerketa horiek ez dute erabateko erantzunik eman, eta pertsonetan ere egin dira azterketak, orgasmoak gizonetzkoen ezaugarrien batekin zerikusirik ba ote duen ikusi nahian. Hala, 1995ean *Animal Behaviour* aldizkarian Randy Thornhillek argitaratutako lan batek erakutsi zuen emakumezkoen orgasmoek bazutela erlazioa gizonetzkoen neurriarekin eta simetriarekin. Gene onak aukeratzearekin lotuta legoke, beraz, orgasmoa.

Alabaina, askoren ustez frogatu behar dira hipotesi hori frogatzeko, eta baita

beste azalpen batzuk ontzat eman edo baztertzeko ere, tartean, bikotekideen artean lotura emozionala sortzeko funtzioa duela esaten duena.

Gauzak horrela, Eduardo Fano psikobiologoa ere azaldu du bere ikuspuntua. Haren tzat, “opari pozoitua” da orgasmoa: “Sexua oso da atsegingarria guretzat, eta bereziki emakumezkoentzat. Beharko izan! Bestela, nola nahiko du batek sexua izan, jakinik aukera duela bederatzi hilabetez mugatuta egoteko, gero erditu egingo dela eta erditzean bere bizitza arriskuan jarriko duela, eta, gainera, jaioberriari lotuta egongo dela zenbait urtez? Soilik nahiko du trukean zerbait oso-oso ona jasotzen badu. Horretarako dago orgasmoa, horregatik da sexua hain erakargarria”.



Homosexualitatearen berezitasuna

Azken urteotan, gure gizartean, homosexualitateak onartua izatea lortu du, behintzat, legalki. “Baina, hori, orain eta hemen gertatu da, orain dela gutxira arte eta leku askotan, baita gaur egun ere, homosexualitatea baztertuta baitago”.

Fanoren ustez, ordea, jende askok ez daki giza espeziean jokabide homosexuala beste primateetan baino askoz ere gutxiagotan azaltzen dela. “Hain zuzen ere, primateetan eta ugaztun askoren artean, jokaera homosexuala ohikoa da”. Hala, Federico Guillén Salazar primatologoaren arabera, nabarmentzekoa da zeinen heterosexualak garen gure inguruko pertsonak [alegia, orain, eta gure kulturari], beste primateekin alderatuta.

Edonola ere, ikuspuntu ebolutibotik, jokaera homosexualaren funtzioa ez da agerikoa. Fanok azaldu duenez, litekeena da hautespenak ez bultzatzea bera-

riaz homosexualitatea, baizik eta aurrera egin izana hautespenak bultzatutako beste ezaugarri batzuekin batera. “Baina badira beste hipotesi batzuk ere; esaterako, familian homosexual bat izateak ekar dezake bere anai-arrebek ugal arrakasta handiagoa izatea, hark zaintzan lagunduko liekeelako. Dena den, ez dago frogatuta”.

Hipotesiak hipotesi, primateekin eta zenbait kulturatako giza taldeekin egindako ikerketetatik, homosexualitatea zein ugaltzeko helburua ez duten beste sexu-jokabide batzuk historia ebolutibo luze baten produktua direla ondorioztatu du Guillén Salazarrek. Beste ondorio hau ere atera du: “Antza denez, homosexualitatea praktikatzan dutenen aurkako oldarkortasuna gure espeziearen berezitasuna dela, eta ez beste inorena”.

Horrenbestez, Fanoren iritziz, gure espeziean, bai emeek bai arrek, biek dituzte arrazoi biologikoak eta ebolutiboak bikote egonkorak osatzeko. “Eta badira hipotesiak azaltzeko zergatik gure espezieko arrek inbertitu behar duten gehiago gertuko beste espezieetakoek baino”, zehaztu du Fanok. “Adibidez, hipotesietako batek dio arrazoia hauren garapen motela dela. Izan ere, denbora asko behar du garatzeko, eta denbora horretan, gainera, inbertsio handia eskatzen du. Foley-k eta Lee-k, 1991ean, kalkulatu zuten gure espezieko haur batek lehenengo 18 hilabeteetan txin-pantzeen kume batek baino % 9 baliabide gehiago behar dituela. Hori pila bat da!”.

Kulturen gehiengo handi bat poligamikoa bada ere, mundu osoan portaera ohikoena monogamia da.

Zenbait talde eta kulturatan egindako ikerketek hipotesi horren alde egiten dutela baieztatu du Fanok. Gainera, ikertzaileek ikusi dute ugaltze-unitatean baliabide material asko inbertitzen dituzten gizonezkoek ez dutela denbora asko igarotzen semea edo alabarekin; eta alderantziz, ondasun materialak jarri ezin dituenak denbora gehiago ematen duela haren ondoan. “Gizartearen goiko mailan, aberatsenean, oso ondo ikusia dago gizonezkoak ondasun asko izatea, eta ez zaio eskatzen seme-alabekin egoteko. Aldiz, beheko mailan, askoz gehiago balioresten da seme-alabak zaintzeko eta haiekin egoteko jarrera duen gizonezkoa”.

POLIGAMIAREN ETA MONOGAMIAREN ARTEAN

Fanori garrantzitsua iruditzen zaio monogamia eta poligamiaren auzia argitzea: “Kulturen gehiengo handi bat poligamikoa da. Alabaina, benetan gertatzen dena aztertuz gero, poligamikoak diren horien artean, bakarrik gauzatzen da poligamia baliabide nahikoak dituzten familietan. Hau da, musulmandar gehienek ez daukate lau emazte; pobreak badira behintzat, emazte bakarra izaten dute, eta, asko jota, bi”.

Beraz, monogamia da ohikoena, nahiz eta poligamia onartuta dagoen. “Gure espezieko haur bat haztea eta hezteko hain da garestia batez ere bere bizitzaren lehen etapatan, ezen zaintzara-



Adituen esanean, nabarmentzekoa da zeinen jokabide heterosexuala dugun, beste primateen aldean. ARG.: STEVE SMITH/CC-BY-NC.



Poligamia kultura gehienetan onartuta badago ere, monogamia ohikoagoa da. ARG.: JIM BOUD/CC-BY-NC.

ko joerak benetan baitu eragina ugal arrakas-tan". Bikoteratze-sistema horrek, gainera, gizarte osoa egituratzen duela nabarmendu du Fanok.

Emakumezkoek estatus altua duten gizonezkoak ere hautatzen dituzte, ez bakarrik gene onak dituztenak.

Beste jokabide batzuetan ere aztertu izan dute unibertsalak ote diren. "Buss eta Dunbar-ek egin-dako lanen arabera, kultura gehienetan emakumezkoek, batez beste haiek baino 4 urte inguru zaharragoak diren gizonezkoak aukeratzen dituzte. Zergatik?", galdetu du Fanok. Eta, jarraian, erantzun: "Zenbat eta urte gehiago izan gizonezkoek, orduan eta errazago lortzen dutelako estatus bat gizartean. Eta emakumezkoek estatus altua duten gizonezkoak ere hautatzen dituzte, ez bakarrik gene onak dituztenak".

SEXURIK GABE, ZER

Fanok aitortu du zaila egin zaiola irudikatzea nolakoa izan litekeen mundua, bi sexuak monomorfikoak balira eta haurrek ez balute eskatuko bi gurasoen zaintza: "Iruditzen zait mundua erabat monokromikoa bihurtuko litzatekeela. Dauzkagun ezaugarri pila bat desager-tu egingo lirateke, adibidez, moda, ez bailegoke fisikoki erakartzeko beharrik partenogenesi-bidez edo ugalduko bagina. Baina bikoteka ugaldutako beharko bagenu, inbertsioan ezberdintasunak sortu orduko berriro sortuko litzateke sexu-dimorfismoa".

Bestetik, bikotearen kide bakoitzak berdin inbertituko balu haurraren zaintzan, gene onen ezaugarriak gailenduko litzatekeela uste du Fanok. Zalantza handiak ditu, ordea, gene onak zein ote liratekeen: "Indartsu egiten gaituztenak? Edo adimentsu egiten gaituztenak? Zer eratako adimena? Adimen emozionala gailenduko litzateke? Adimen-moten arteko oreka bat? Ezin dut imajinatu nolakoa litzatekeen gure espeziea sexurik gabe. Beste ugaztun bat ere ezin dut imajinatu, egin kontu!". ●



Maitemintzeak iraungitze-data du

Hainbat ikerketak (eta esperimentziak) erakutsi dute maitemina denbora-tarte jakin bat irauten duela, eta gero galdu edo aldatu egiten dela. Helen Fischer antropologoak eta beste ikertzaile batzuek ikusi dute denbora-tarte hori 4 urte ingurukoa dela.

Fanok dioenez, "eboluzioaren oparia" da maitemina: "Aztertzen baduzu gure espeziean gutxi gorabehera zenbat urte behar dituen haur batek neurri batean autonomo izateko, ikusiko duzu 3-4 urte direla. Eboluzioak 4 urteko maitemina oparitu digula dirudi, haurrak autonomia-maila hori lortu arte bikoteak lotuta eta gustura iraun dezan".



IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

Jantzita eramateko informatika

Informatika aldean daramagula badira jada urte batzuk. Izan ere, gaur egun edonora gurekin eramaten ditugun smartphoneak, tabletak, e-book irakurgailuak, argazki kamera digitalak eta bestelako gailu elektronikoak benetako ordenagailuak dira. Datozen urteetan, baina, urrats bat harago egingo du honek: informatika aldean eramatek jantzita eramatera pasatuko gara, *wearable computing* deritzon joeraren bidez.

Wearable computing terminoak, jantzita edo soinean eramateko informatika esan nahi du. Ordenagailu berriok arropan bertan edo jantzeko osagarri gisa (betaurrekoak, erlojuak...) eramango ditugu. Honezkero hasi dira erakusten horrelakoen prototipo eta iragarkiak, eta gailuren bat edo beste jada merkatuan ere badago.

BETAURREKO ADIMENDUNAK

Beharbada ezagunena Googleren Project Glass da. Oraindik garapenean dauden betaurreko hauek mundu teknologikoaren arreta erakarri zuten apirilean kontzeptu gisa aurkeztu zituztenean. Egin nahi duten gailuak kristalean une bakoitzean baliagarri izan dakigukeen informazioa proiektatuko luke (gure agenda, joan behar dugun tokira iristeko argibideak, egingo duen eguraldia eta abar), horretarako hainbat informazio-iturri erabilita: adibidez, gure posizioa, orientazioa, Interneteko konexioa edo irudien ezagutza. Horrez gain, ahots bidez emandako aginduak ezagutu eta horien araberrako ekintzak gauzatzeko ahalmena izango luke: e-mailak bidali, Interneten informazioa bilatu edo erosketak egin...

Kontzeptu horren bideoa ikusgarria da benetan, eta bertan erakusten dena ez da zientzia-fikzioa.

Izan ere, edozein *smartphone* egin ditzake gauza horiek. Denek dute errealtate areagotua erakusteko ahalmena (kamerak hartzen duen irudiari informazioa gehitzea da hau), GPSa, iparrorratza eta Internetarako konexioa baitute. Eta aurtengo urtarileko zenbakian esaten genizuen bezala, ahots-ezagutza ere badute. Ziur aski erronka handiena teknologia hori guztia betaurreko batzuetan sartzea izango da, bateria batez ere; Ruperrenak txiki utziko dituzten pastadun betaurrekoak ikusiko dira berriz ere!

Googlek jada badu bere betaurrekoen prototipo bat, eta urte bat edo bitan kaleratuko dituztela esaten da. Eta egun erabilera eta jarduera konkretuetarako badaude antzerako gailuak, behintzat horietako gauza batzuk egiten dituztenak. Adibidez, *snowboarding*aren profesionalak erabiltzen dituzte horrelako betaurreko batzuk, ahots-ezagutzarik ez dutenak baina beste gauza asko bai: posizioa, abiadura, jauzien altuera eta horrelakoak neurtzen dituzte, eta betaurrekoetan proiektatu eta beste gailu batzuetara bidal ditzakete.

ERLOJUAK, BOTOIAK...

Erlojuak ere ordenagailu txikiak izateko bidean doaz. Aspaldi erabiltzen dira hainbat kirol-jardueratan erlojuak distantzia, abiadura eta bestelako estatistikak neurtu, gorde eta ordenagailura pasatzeko gaitasuna dutenak. Baina gero eta sentsoare, funtzio eta ahalmen gehiago dituzte, eta *smartwatch* izena eman zaie, hau da, erloju adimendunak. Orintsu erabilera ohikorrako Android sistema eragiledun erlojuak ere ateratu dira, Sony Smartwatch edo WIMM One adibidez. Hauek hainbat aplikazio instalatuta

dakartzate eta berriak instalatzen ahal zaizkie. Bestalde, berriki Googlek errealitate areagotutun erloju baten ideia patentatu du, zeinari kristala altxatzen zaion eta bertan ikusten dugunaren inguruko informazio gehigarria proiektatzen duen.

Botoi baten antzeko tamaina duten eta botoi baten gisan arropan erantsita (klip baten bidez edo) eraman daitezkeen gailu gero eta ahaltsuagoak ere badaude. Appleren iPod Shuffle musika-entzungailu ezaguna da horien aitzindari. Eta laster aterako dute Memoto, paparrean jartzen den gailu oso txiki bat, automatikoki 30 segundotik behin argazki bat atera eta geolokalizatuta gure ordenagailura edo web zerbitzu batera bidaltzen dituen; *lifelogging* deritzona egiteko balio du, hau da, gure bizitza osoaren erregistroa gordetzen joateko eta gero egun edo toki jakin baten egin genuena kontsultatu ahal izateko.

“Informatika gure eguneroko bizitzan sartzen joan zaigu etengabe azken urteotan; laster, gure janzkera eta gorputzen parte izango da”

SOINEKO INTERFAZEAK

Bestalde, beren-beregi ordenagailuak izan gabe, haiekiko interfaze izateko funtzioa duten soinean eramateko gailuak ere ari dira ateratzen. Halakoak erabilita, beti soinean ditugunez, gailu mugikor bat (*smartphone*, tableta edo dena delakoa) erabil dezakegu sakelatik edo poltsatik atera beharrik gabe. Adibidez, badaude eskularru batzuk hatz txikian mikrofonoa eta erpu-ruan bozgorailua dutenak, eta Bluetooth bidez mugikorrarekin konektatzen direnak; hala, telefonoz hitz egitea adierazteko erabiltzen den zeinua imitatuz benetan hitz egingo genuke. Edo gailuak gogoarekin maneiatu ahal izateko diadema ere ateratzekotan dira.

Informatika gure eguneroko bizitzan sartzen joan zaigu etengabe azken urteotan; laster, gure janzkera eta gorputzen parte izango da. Agian, modaren munduan ere gailu informatikoek markatuko dituzte tendentziak, eta Google eta Appleren azken nobedadeak izango dira irrika bizienez itxaroten direnak, ez teknologiaren munduan soilik, baita Cibeles pasarelan ere! ●

Googleren Project Glass betaurrekoen prototipo bat.
ARG.: © GOOGLEREN PROJECT GLASS.



ARTURO APRAIZ

Geodinamika saileko irakaslea

Zientzia eta Teknologia Fakultatea, EHU



Jakiterik ez dagoena ez jakitearren kondenuatuak

2009ko apirilaren 6an, Richterren eskalan 5,8ko magnitudea izan zuen lurrikara gertatu zen L'Aquilan (Italia); 309 pertsona hil ziren eta 35.000 pertsona etxebizitzarik gabe gelditu. Aurreko egunetan, eskala txikiagoko lurrikarak sumatzen hasi ziren ingurune hartan, ohikoak baino zerbait indartsuagoak, eta urduritasuna eta larritasuna hedatu zen gizartean. Mugimendu sismikoak zirela eta, Italiako Arrisku Handien Batzorde Nazionalek bildu zen, eta, gizartea lasaitzeko, lurrikara handiren bat gertatzeko arriskua betikoa zela iradoki zuen. Baina lurrikara gertatu egin zen eta, orain, batzorde horretako zazpi portaideek 6 urteko espetxea eta kalte-ordainen kargu egiteko zigorra jaso dute, hilketa anizkoitza, hondamen-arriskuko delitua eta nahi gabeko lesio pertsonalak eragitea leporatuta.

2011ko martxoaren 11n, 9,0 magnitudeko lurrikarak astindu zuen Japoniako kostaldean: 20.000 lagun inguru hil ziren eta herrialde osoa alerta egoeran jarri zen, ondorengo tsunamiak Fukushima zentral nuklearrean sortutako kalteengatik. 2010eko otsailaren 27an, Txilen, 8,8 magnitudeko lurrikara gertatu zen: 525 hildako eta 500.000 etxebizitza kaltetu.

“Italiako Arrisku Handien Batzorde Nazionalek lurrikara bat gertatzeko arriskua betikoa zela iradoki zuen. Baina gertatu egin zen”

2010eko urtarrilaren 12an, Haitin, 7,0 magnitudeko lurrikarak 200.000 hildako eragin zituela kalkulatu da. 2004ko abenduaren 26an, Indonesian, 8,9 magnitudeko mugimendu sismikoa sortu zen, eta, ondoren gertatu zen tsunamiarekin batera,

300.000 pertsonatik gora hil ziren. Horiek, gertuen ditugun zenbait lurrikara aipatzearren. Munduko sismologo ezagunek lurralde horietan egiten dute lan, lurrikarak hobeto ezagutzeko asmoarekin. Inork ez zuen ezer aurreikusi, guztietan aurretik eskala txikiagoko hainbat lurrikara gertatu baziren ere. Zergatik? Ezinezkoa delako, gaurkoz behintzat, lurrikarak non eta noiz gertatu diren aurreikustea.

Kaliforniako penintsularen inguruan egunero gertatzen dira eskala txikiako lurrikarak, eta sismologoek jakin badakite, estatistika aztertuz, laster indar handiko dardara bat gertatuko dela, historikoki ehun urtetik behin eskala handiko lurrikara bat gertatu delako lurralde horretan. 106 urte pasatu dira



San Frantzisko hiria guztiz suntsitu zuen azken lurrikara bortitza gertatu zenetik, eta hurrengo noiz etorriko zain daude sismologoak, bai eta gizartea ere. Nahiz eta etorriko dela jakin, ezin da zehaztu noiz eta non gertatuko den, eta kasu honetan ez da baliabide faltagatik izango. Estatu Batuetan, eta Japonian berdin, arrisku sismiko handiko lurraldeak izanik, sismologo eta baliabide ekonomiko gehien dituzten ikerketa-taldeak ari dira jo eta ke lanean. Baina, nahiz eta lurrikarei buruzko datuak gero eta gehiago izan eta ezagutzak aurrera egin, oraindik ez

dago lurrikarak aurreikusteko eredu zientifiko fidagarririk. Zer egin behar da lurralde horietan lan egiten duten sismologo guztiekin? Lurrikarek eta tsunamiek eragindako hildakoak haiei egotzi eta denak espetxeratu?

Berriz diot, **ez dago lurrikarak aurreikusteko eredu zientifiko fidagarririk**, ez eta hurbilketa egokirik ere. Noizbait ikerketa-talderen batek horrelako eredurik garatuko balu, Nobel saria ziurtatua izango luke. Baina, oraingoz, egin daitekeen hurbilketa bakarra estatistika erabiliz egiten dena da. Lurralde bakoitzaren erregistro sismikoak aztertuz jakin dezakegu zenbat urtetik behin gertatuko den eskala konkretuko lurrikara bat ingurune zehatz batean. Beraz, Kaliforniako penintsularako bi aukera daude.

Lehenengoa, hiri guztiak hustu eta landa-eremuetan kanpamentuak sortzea, lurrikara handiaren zain; horrela, inor ez litzateke hilko. Argi utzi behar da lurrikaren ondorioz hildakoen % 95 inguru erai-kinak behera etortzean hiltzen direla. Baina horrela urtebete, bi urte, hamar edo berrogeita hamar egon gaitezke eta egoe-
ra horrek, zalantzarik gabe, gizarteak nahi ez duen bizitza-aldaketa bat dakar, ekonomiaren gainbehera eta beste hainbat arazo larri.

Bigarren aukera lurrikarekin bizitzen ikastea da, dardara datorrenean hildakopurua ahal bezainbeste murriztuz. Azken aukera honetan —jorratu beharreko bakarra, zalantzarik gabe—, bi dira landu beharreko esparruak. Alde batetik, lurrikaren mugimenduak jasateko gai diren eraikinak altxatu, eta horretarako gastu ekonomiko bat onartu. L'Aquila herria eraikin historikoz josita zegoen —asko eta asko egoera tamalgarrian—, eta arrisku sismikoa duen lurralde batean onartezina da hori. Eraikinen egonkortasuna sendotzeko dirurik jarri ez zuten instituzioek ere, agian, hilda-

koen erruaren parte bat izan zezaketen, ez? Bestetik, gizarteari lurrikarak zer diren eta lurrikaren aurrean zer egin erakutsi behar zaio, eta hori hezkuntzaren bitartez baino ezin da egin. Beharrezkoa da jakitea lurrak nola jokatzen duen, eta historia geologikoan zehar lurrikarak zein jarduera bolkanikoa normalak direla eta haiek ekiditeko ezer ezin dela egin. Hala ere, ildo honen aurka doa Espainiako hezkuntza-ministroak esku artean darabilen hezkuntza-plan berria. Plan horretan, Geologiak eta horren hurbileko ikasgaiek ez dute tokirik batxilergoan, guztiz desagertzen dira. Horrela, Lorcan (Murtzia) bezala, beste edozein tokitan hildakoak edo kalte material ugari sortzen duen hurrengo lurrikararen errua, mugimendu sismikoa aurreikusi ez duten sismologoena izango dela sinetsiko du gizarteak, ez baitu irizpide propiorik izango.

Adi ekonomistak! Agian epaile batek gainean dugun krisi ekonomikoaren neurria behar bezala ez igartzearren espetxera bidaliko zaituzte eta. Aldiz, sekula ez dituzte kartzelatuko krisia bazetorrela jakinda ere neurri egokirik hartu ez zuten politikariak, horiek ez. Kontuz medikuntzan ikerketa egiten duzenok, agian epaile batek hiesez edo minbiziz hildakoak zeuon errua direla esango baitu, aurretik sendagai egokirik ez aurkitzeagatik, baina inoiz ez baita behar beste diru inbertitzeko gai izan ez diren politikarien errua izango. Tentuz ibili meteorologoak, nonbait zuek aurreikusi baino euri-jasa handiagoa erortzen bada agian kalte-ordainen kargu egin beharko duzuelako, kalte horiek konpontzeko aurretik egin zitezkeen inbertsioak egin ez dituzten politikariek ez baitute, noski, inolako errurik. Nik argi daukat: lurrikarei buruz galdetuz datorren hurrengoari ez diot ezer erantzungo, ez dudalako nahi nire seme-alabek aita espetxera bidean ikus-tea erantzunik ez duen galdera bati erantzuten ez jakitearren. ●

IBN AL-HAYTHAM

jakintzu zientzialaria

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

IRUDIA: MANU ORTEGA/CC BY-NC-ND

I lun zegoen oraindik, meskitako minaretetik otoitzerako deia hasi zenean. Etxeko bakardadean esnatu zen Ibn al-Haytham. Ondoan zuen meskita, baina egun hartan ere ez zen joango; etxetik entzungo zituen eguneko bost deiak. Halaxe zen eguna joan eta eguna etorri, egun guztiak berdin, ero-itxurak egin zituenetik. Zigor odoltsuago bati ihes egin zion agian, baina etxean preso egotera kondenatuta zegoen.

Hain ausarta izan ez balitz, Nilo ibaia menderatu zezakeela esan zuenean... Basra-n bizi zen orduan (gaur egungo Iraken hegoaldean); hantxe jaio zen al-Haytham 965. urtean. Hasieran teologia eta zuzenbidea ikasi zituen, baina filosofian eta zientziaren bidetik joatea erabaki zuen gero. “Sakonki aztertu nituen hainbat sektaren, pentsaeraren eta sistema teologikoren sinismenak, baina ez nuen lortu errealtaterantzko bidea argitzen zuen ezer” idatziko zuen bere autobiografian. Aristotelesen lanak ezagutu zituenean, berriz, erabaki zuen gizonen hitzak baino, Jainkoak unibertsoan egingdako lanak ikertu nahi zituela. Arkimedesen, Euklidesen eta Ptolomeoren lanak ere irentsi zituen, eta argi gelditu zitzaion bere benetako bokazioa.

Al-Haythamen jakintzu-fama ongi zabaldua zegoen Nilo ibaia kontrola zitekeela esan zuenean. Nilok urtero egiten zuen gainezka, eta al-Haythamek kalkulatu zuen dike eta kanalen bidez lor zitekeela uholdeak saihestu eta ura lehortegarairako gordetzea. Kairora, Fatimatar Kaliferriaren hiriburura, ere iritsi zen proiektu haren berri; Al-Hakim kalifaren belarrietaraino, hain zuzen ere. Eta, jakina, kalifarentzat

izugarri erakargarria zen Nilo bere nahimenaren arabera kontrolatzearen ideia.

Kalifak deituta, Kairora joan zen al-Haytham. Ez zen leku txarra jakintzu bantentzat. Han zegoen Al-Azhar unibertsitate ospetsua, eta kalifak gogoko zituen eta sustatu egiten zituen zientzia eta jakintza. Esaterako, Dar al-‘ilm (Ezagutzaren Etxea) izeneko liburutegia sortu zuen, munduko garrantzitsuenetakoa izatera iritsi zena.

“*Al-Haythamek erakutsi zuen Euklides eta Ptolomeo oker zeudela, eta ez dugula begietatik igorritako izpien bidez ikusten*”

Kalifak gorteko ingeniari-talde baten buru izendatu zuen al-Haytham; eta ibaian gora abiatu zen taldea, Nilori eusteko leku egokiaren bila. Hainbat egunen buruan, Asuan pasatuta, desertuko bero sapan, izerdi hotza nabaritu zuen al-Haythamek. Argi ikusi zuen: alferrik zebiltzan, ezinezkoa zen, Nilo handiegia zen, menderaezina.

Baina, nola esan kalifari porrot egin zuela? Haren ankerkeria ezaguna zen. Al-Haythamek entzuna zuen behin zakur guztiak akabatzeak agindu zuela, zaunke enbarazu egiten ziotelako; biztanleak egunez lo egin eta gauez lan egitera behartu izan zituela; emakumeei kalera ateratzea galarazi ziela, eta zapatariei emakumeentzako zapatak egitea; palazioako esklaboei eskuak

mozten zizkiela; eta arrazoi handirik gabe bisirrak, medikuak, edo bestelako funtzionarioak erailtzen zituela, askotan, bere eskuekin. Kalifaren erreakzioaren beldur, ero-itxurak egitea izan zen aurkitu zuen irtenbidea. Eta etxean preso egotera behartu zuten. Halaxe pasa behar izan zituen hamar urte, 1021ean kalifa hil zen arte. Baina ez zuen denbora hura alferrik galdu. Lan eta lan aritu zen, eta zazpi liburukiz osatutako optikari buruzko *Kitab al-Manazir* (Optikaren Liburua) tratatua idatzi zuen, besteak beste.

“Jakintsuen tinta sakratuagoa da martiriaren odola baino” dio Koranak; eta al-Haythamek tinta asko isuri zuen, bai preso egon zen hamar urte horietan, eta baita handik aurrera ere. Kalifa hil zenean, egia aitortu, eta eskolak ematen, greziarren lanak itzultzen, eta ikertzen jarraitu zuen bizitza osoan.

Geometrian eta zenbakien teorian lan asko egin zuen, eta mekanikan, astronomian, ingeniartzan, eta filosofian. Baina *Optikaren Liburua* izan zen bere ekarpenik handienetakoa bat. Argiak zuzen bidaitzen zuela frogatu zuen, eta ikusmenaren oinarria ongi azaltzen lehena izan zen. Lenteekin eta ispiluekin egindako esperimentuen bidez, argiaren islapena, dispersioa eta errefrakzioa aztertu zituen, eta haien azalpen matematikoak eman. Eklipseak, itzalak eta ortzadarrak ikertu zituen. Eta azaldu zuen eguzki-argia atmosferan errefraktatzen delako ikusten dugula ilunabarreko eta egunsentiko argia, eta hori eguzkia horizontetik 19 gradurako tartean dagoenean gertatzen dela. Errefrakzio horretan oinarrituta, atmosferaren altuera 100 bat km-koa zela ere kalkulatu zuen.

Enpirismoan eta frogatan oinarrituta zegoen al-Haythamen lana. Hainbat gailu eta esperimendu diseinatzaren zituen, irakurri edo behatu zuenetik ateratako hipotesiak frogatzeko. Adibidez, kandelaren argia paretako zulo txiki batetik gela ilun batera nola sartzen zen aztertuz, aurkikuntza handiak egin zituen.

Esaterako, kanpoan hainbat kandela jarri bazituen, gela ilunean beste hainbeste puntu argi agertzen zirela ikusi zuen, eta kandela baten eta zuloaren artean oztoporen bat jartzen bazuen, hari zegokion puntua desagertzen zela. Kandelak eta gela iluneko puntuak zulotik pasatzen ziren lerro zuzenekin lotu zitezkeela neurtu zuen.

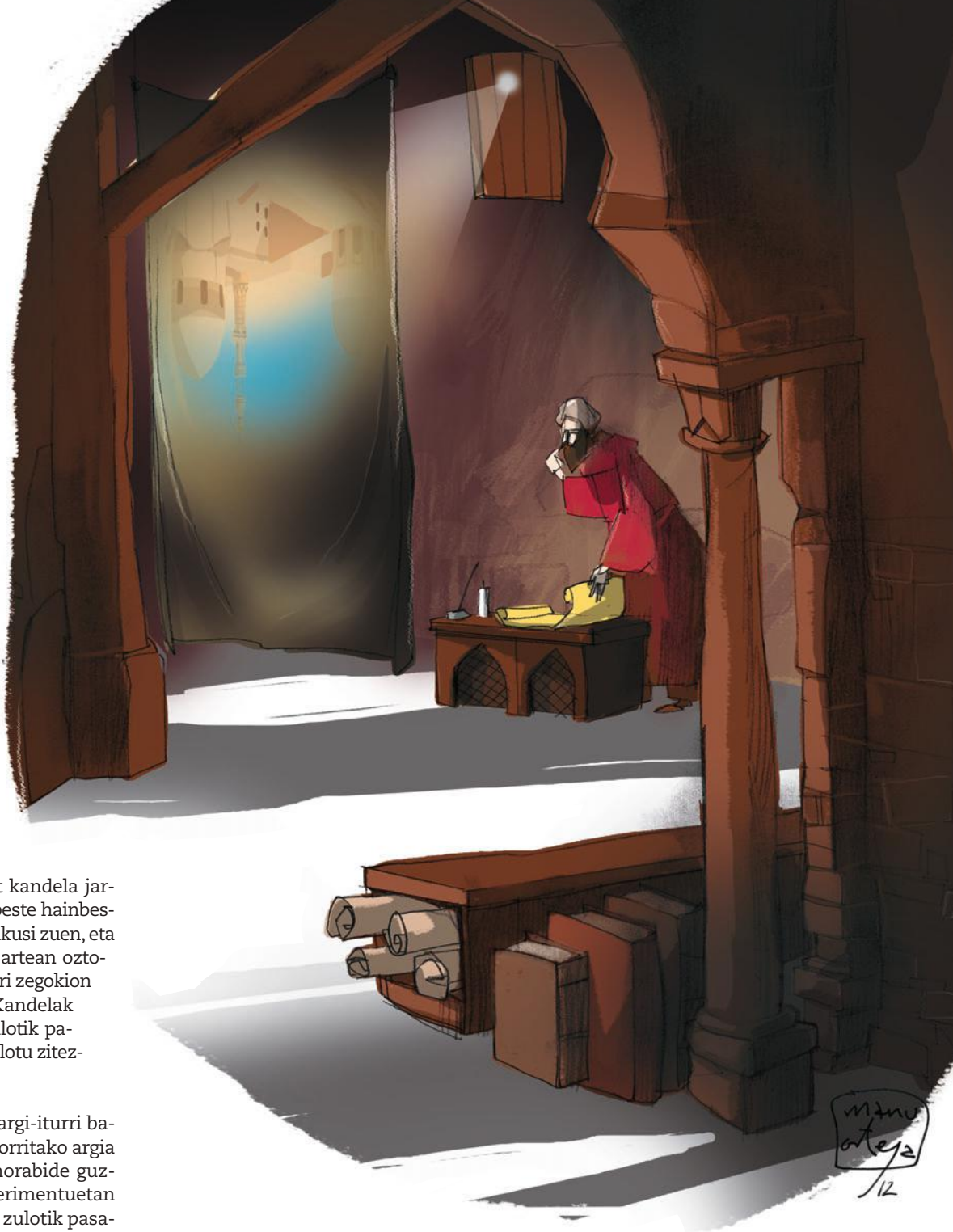
Modu berean frogatu zuen argi-iturri batek (eguzkia edo kandela) igorritako argia objektuetan islatzen dela norabide guztietan. Eta gela iluneko esperimenduetan kandela desberdinen argiak zulotik pasatzean nahasten ez zirela ikusita, ondorioztatu zuen objektuek islatutako argia begietara sartzean, aurrean dugunaren puntuz-puntukako irudikapen bat egiten dela begian. Gainera, begiaren anatomia ere sakon aztertu zuen, eta, egitura ikusita, gela ilunaren antzera funtzionatzeko zuela proposatu zuen.

Hala, al-Haythamek erakutsi zuen Euklides eta Ptolomeo oker zeudela, eta ez dugula begietatik igorritako izpien bidez ikusten, haiek zioten bezala. Eta jakintsu handi

haiek oker bazeuden, agian, onartuta zeuden beste hainbat *egia* ere okerrak ziren!

Izan ere, greziarrek joera zuten teorizazio hutsean gelditzeko. Al-Haythamek, ordea, argi ikusi zuen esperimendazioaren eta hipotesiak frogatzaren beharra; baita aurrekoek egiazat emandakoarekiko kritiko izatearen garrantzia ere: “Egiaren bilatzaila ez da antzinako jakintsuen lanak aztertu eta, bere izaera naturalari jarraiki, haie-

taz fidatzen dena, baizik eta haietan duen fedeaz susmatzen duena (...), eta argudio eta frogetara jotzen duena, eta ez pertsonen esandakoetara, pertsona era guztietarako inperfekzioz eta hutsunez beterik baitago. Hala, zientzialarien idatziak aztertzen dituen gizonaren betebeharra da, egia jakitea helburu badu, irakurri duen guztia- ren etsai egitea (...) eta alde guztietatik erasotzea”. ●



Bizimodua 2100. urtean

GUILLERMO ROA ZUBIA

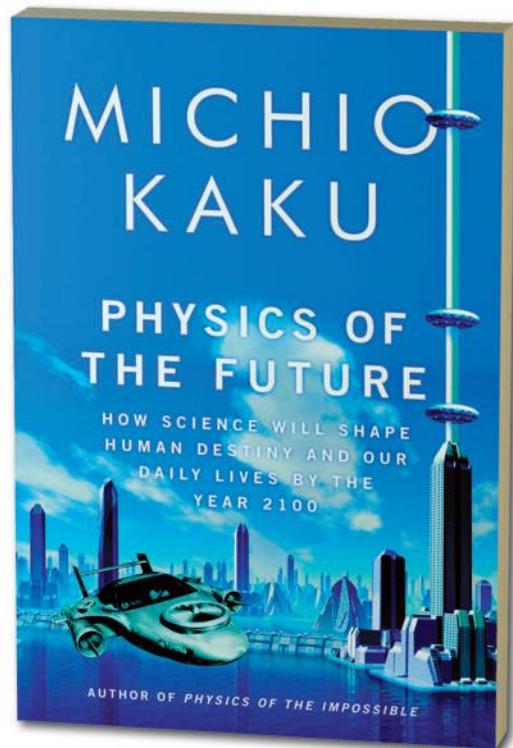
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Michio Kaku oso fisikari ezaguna da dibulgazioaren munduan. Dokumental asko aurkeztu ditu, eta liburu asko idatzi. Haietako bat, *Physics of the Future*, 2012ko liburu salduenetako bat izan zen. Liburuan, Kakuk aztertzen du nola aldatuko duen fisikak eguneroko bizimodua epe jakin batera begira: 2100. urtea.

“Liburu hau eta aurrekoak ezberdinak dira”, dio egileak liburuaren sarreran. Idatzi dituen liburu batzuetan (*Beyond Einstein*, *Hyperspace*, *Parallel Worlds...*), fisikaren esparruko azken teoria iraultzaileak aztertzen zituen Kakuk. *Physics of the Impossible* liburuan, berriz, zientzia-fikzioaren eta fisika modernoaren arteko harremana aztertzen zuen, azken aurkikuntza batzuek erreal bilaka litzaketelako zientzia-fikzioaren gai tipikoak: ikusezintasuna, denboran zeharreko bidaia, telepatia, telegarraioa, robotak, estralurtarrak, eta abar. *Visions* liburuan urrats bat harago egin zuen; hurrengo hamarkadetako fisikari buruzkoa da, hipotesietan oinarritua. Kakuk dio liburu horretan plazaratu zituen ideia batzuk betetzen ari direla.

Baina *Physics of the Future* liburuak askoz ikuspegi zabalagoa du; batez ere, denborari dagokionez. Mende oso baterako iragarpenak biltzen ditu. Ordenagailuen etorkizuna, adimen artifizialarena, medikuntzarena, nanoteknologiarena, energiarena, bidaia espazialena, aberastasunarena eta gizakiarena berarena ere aztertzen ditu.

Horrekin, Kakuk aztertu nahi izan du nolako eragina izango duten fisikaren aurrerapenak gi-



i

Physics of the Future

Michio Kaku

Allen Lane, 2011

240 x 162 mm

ISBN: 978-1846142680

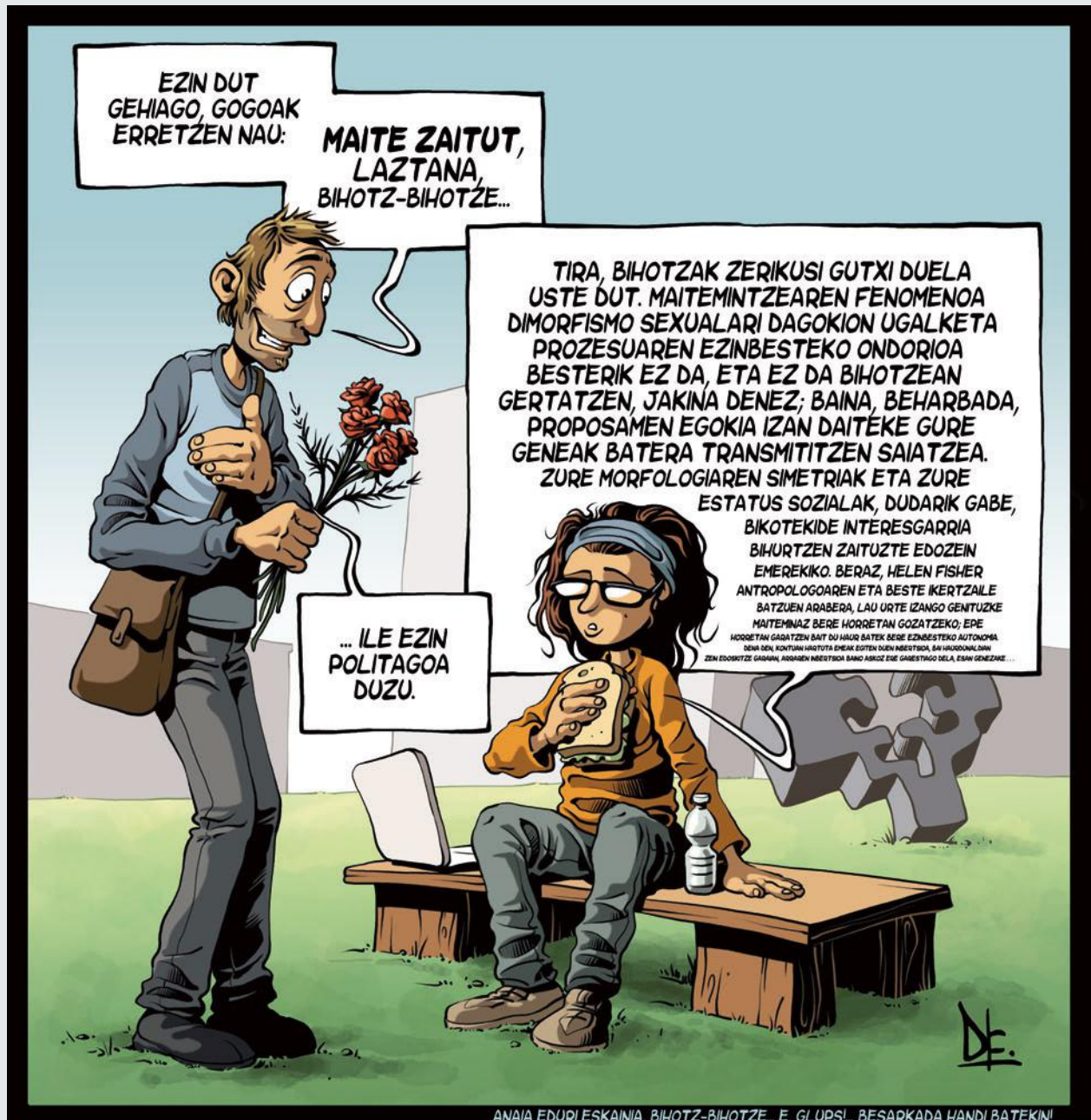
zakiaren ohiko bizimoduan, esparru bakoitza norantz garatzen ari den ikusita. Jakina, ez da erraza etorkizuna asmatzea. Bizimodua ez dago teknologia berrien mende bakarrik. Beste faktore asko ere sartzen dira.

Batzuetan, gainera, iragarpen teknologikoak ez dira betetzen: ordenagailuak ez zuen desagerrarazi paperetan inprimatutakoa, edo Interneteko konexioak ez ditu bertan behera utzi aurrez aurreko negozio-bilerak. Kakuk esaten du “leizeetako gizakiaren printzipioa” dela horren arrazoia. Alegia, teknologiaren eta gizaki primitiboaren senaren arteko gatazka dagoen bakoitzean, senak irabazten duela. Kontratu bat nahiago dugula paperetan izan, eskuekin ukitzeko moduan, ordenagailuan gorde baino. Eta arrazoi horrek ez dio ematen lehentasuna beti asmakuntza berriari, betiko erabileraren aurrean.

Hala eta guztiz ere, liburu ausarta idatzi du Michio Kakuk. Denboran aurrera begira idazten den guztia da ausarta. Kasu honetan, fisikaren perspektiba zabala duen idazle ezagun baten lumatik dator, eta horretan datza liburuaren interesa. ●

SATORRAK

dani fano ILARGIAN



ANAI EDURI ESKAINIA, BIHOTZ-BIHOTZE... E, GLUPS!... BESARKADA HANDI BATEKIN!

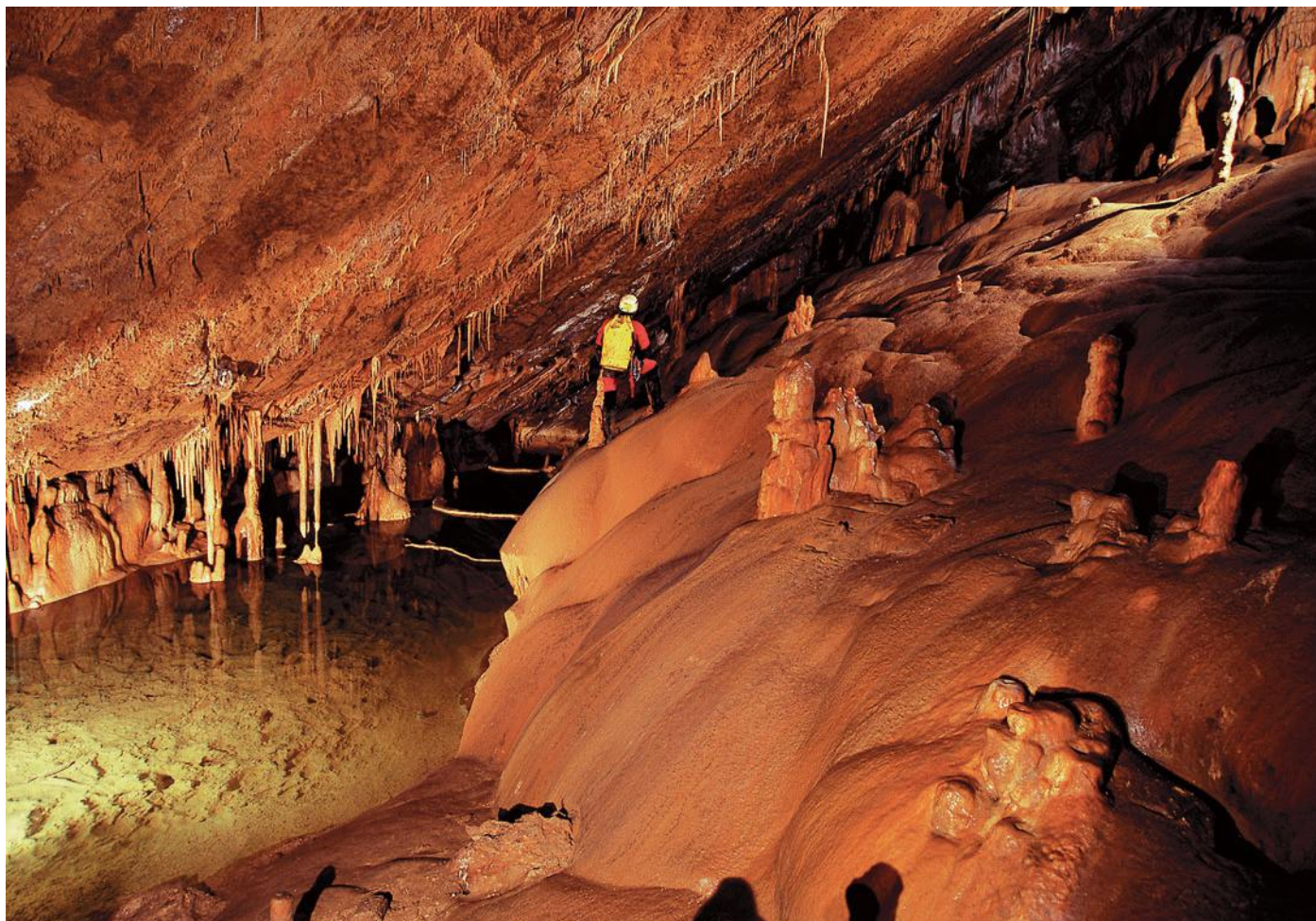
TRUDIA: DANI FANO/CC BY-NC-ND

EUSKAL HERRIKO HIRU KOBAZULO IKUSGARRI: POZALAGUA, ARRIKRUTZ ETA MENDUKILO

NAGORE IRAZABAL TAMAYO
Alfonso Antxia Espeleologi Zientzien Elkartekoa

ARGAZKIAK: JABIER LES

Lurpeko munduaren ezaugarriak direla eta, mundu horrek jende gehienarentzat ezezaguna izaten jarraitzen du. Lur azpia ikertu gabeko “seigarren kontinentea” dela esaten da. Koba turistikoek hutsune hori konpon dezakete, ingurumen-heziketari buruzko gidoiekin eta ongi dokumentatutako gidekin, eta, horrela, “seigarren kontinente” hori nahi duen guztiaren esku jarri. Horrela, lurraren erraiak modu kontrolatuan erakusten dira, jendearentzat gunee bat ezarrita (Pozalagua, Arrikruz eta Mendukiloko kobak, adibidez) eta gainerako leizeak itzalean mantenduta. Hiru koba horiek zoragarriak dira, baina zeharo desberdinak; eta gaur egun edozein bisitarik dauka haien ikusgarritasunaz gozatzeko aukera. Horrez gain, lurralde baten eta lurralde horretan bizi direnen historia ezagutzeko aukera ematen dute.



Mendukilo kobazuloko Laminosin gela.



POZALAGUA (ESTALAKTITA ESZENTRIKOEN KOBÄ)

Pozalagua Karrantzako Ranero mendian dago (Bizkaia). Bizkaia osoan dagoen ikusgarriena da: hogeï edo hogeita hamar metroko altueran dauden sabaia, kaltzitazko zutabe erraldoiak, lurzoruaren bila dabil-tzan estalaktitak, “gours” edo putzutxoak, ikustekoak diren harizko errezelak, eta, oro har, kobaren edertasuna, hona hemen urte askoan lotan egon den kobazuloaren ikusgarritasuna.

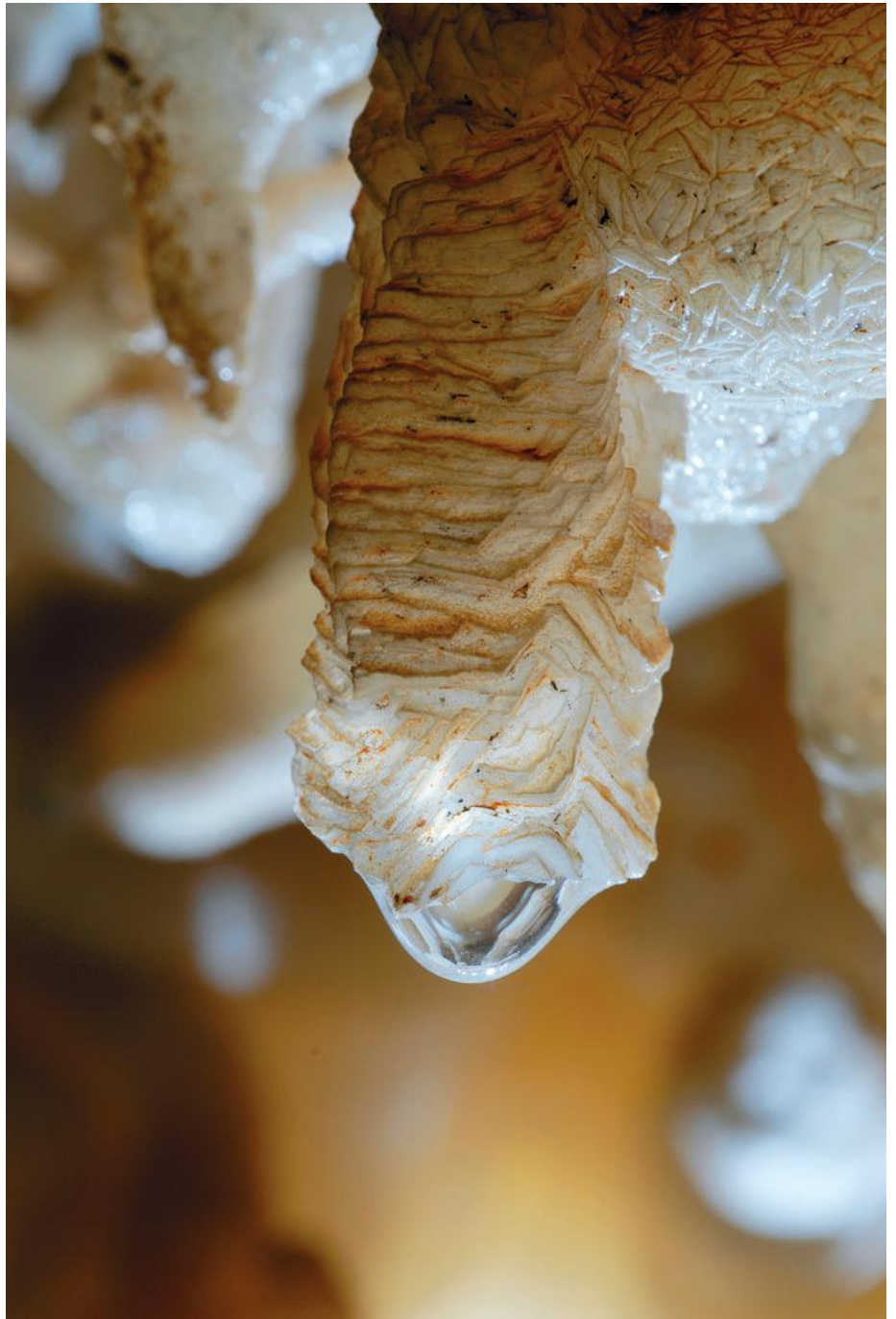
Bertan, gainera, estalaktitä eszentrikoen —lurrera artez zuzendu beharrean, norabide guztietara zabaltzen diren estalaktitak— munduko multzorik ederrenetako bat dago.

Mendez mende eta isiltasun osoan, urak, kaltzio karbonatoak eta magiak estalaktitä eszentrikoen oihan kiribildu bat sortu dute. Estalaktitä eszentrikoei buruz (ezaguna den fenomenoä izan arren) oraindik oso gutxi dakigu eta exotikotzat eta ezohikotzat hartu izan dira beti. Kobazulo honek, daukan estalaktitä eszentrikoen kopuru ikaragarriagatik baino ez bada ere, bisitatzea merezi du. Ikertzaileek ez dakite mineral-metaketa horiek nola bilakatu ziren, baina jakin badakite naturak milaka urtean sortu dituela egitura horiek. Norbaitek esan zuen noizbait Pozalaguako eszentrikoei begira: “Hau neguko jauregia da, Versailles dela dirudi”. Naturak bere baliabide guztiak erabili ditu mendiaren erraïetan halako altxor bitxi bat sortzeko. Ordutik aurrera koban Versailles izeneko gela bat dago.

Pozalagua Armañongo Parke Naturalaren barruan dago. Bertan, baso autoktono zabalak daude, hala nola artadiak, hariztiak eta pagadiak, baita hostozabalen baso mistoak ere ibarren hondoetan eta mendi-hegaletan. Hortaz, bisitariak ibilbide atseginak ere egin ditzakete inguruan.

MENDUKILO (LAKUEN KOBÄ)

Mendukiloko koba Larraungo bailaran dago (Nafarroa), Astitzeko Kontzejuaren herri-lurretan; hain zuzen ere, Aralarko mendilerroaren magalean, 750 m-ko altueran. Artzainek oso aspalditik erabili dute; izan ere, egokia da mendiko babesgune gisa erabiltzeko, bi ezaugarri hauek direla eta: sartzeko aho handia, iparralderantz begira dagoena; eta lehenengo gela zabala, erraz irsteko modukoa eta argi naturalak ondo argiztatua. Leizearen izenak horretan du jatorria, hots, Mendukilo mendi-



Pozalaguako estalaktitä erromboedriko berezi bat.

ukuilu izan zen. Sarrerako gelan (Artzainzulo) aurkitutako aztarnategi arkeologiko txikiak erakusten digunez, inguruko artzainek gela hori Burdin Aroan (800-300 K.a.) ere erabiltzen zuten. Gaur egun, turistak eta eskolameak hartzeko egokituta dago. Kanpoan

aparkalekua, harrera-etxea eta ibilbide botaniko txiki bat dauzka.

Kobazuloak lurpeko gauza miragarriak erakustea du helburu, bisitariak gauza horiek zaintzeak eta babesteak duen garrantziaz kontzientzia har dezan. Kobazuloaren

gaikuntzak bi helburu izan ditu: bata, leizea-ri lehentasuna ematea, eta bestea, ahalik eta inpakturik txikiena eragitea. Lehenengo helburuari erantzuteko, leizeak dituen sei geletatik bi jendearentzat egokitu gabe geratu dira; izan ere, gela horietako sarbideak oso estuak dira, eta bisitariak sartu ahal izateko asko zulatu behar dira. Horrez gain, daudenetan utzita, hango fauna eta kobaren kalitatea errespetatu dira. Bestalde, gaikuntzak ahalik eta eragin txikiena izateko, azpiegitura desmuntagarriak jarri dira eta gaur egun Artzainzulo, Laminosin eta Herrensuge gelak bisita daitezke.

Urtean zehar, bisita gidatuak egiten dira eta gidoia ingurumen-heziketako printzipioetan dago oinarrituta. Horrez gain, ikasurtean zehar, eskola-umeei zuzendutako programak ere burutzen dira, betiere in-

gurumen-heziketan oinarrituta. Programa horien helburua sentsibilitatea eta kontzientzia piztea da; izan ere, ezagutza errespetuaren oinarria da. Unitate didaktikoak maila bakoitzeko eskola-curriculumera egokituta daude, eta klase teorikoetan landutakoaren osagai praktikoa izatea dute helburu.

Kanpoaldeari dagokionez, mendilerro guztian monumentu megalitiko ugari izateak (lehenak, duela 4.000 urte baino lehenago eraikiak) artzaintza historiaurretik han egon dela adierazten du. Aziendak eskatzen dituen larreek eta artzainen bizimoduak, hau da, gizakiaren eraginak, mendilerroen egungo itxura taxutu dute neurri handi batean, eta hango ekosistema artzaintzaren eta basoko bizitzaren arteko urte luzeetako elkarbizitzaren fruitua da. Basorik gabe, ezin hobeto ikus ditzakegu karstaren kanpoko

hainbat formazio: dolinak, lapiazak, amildegia...

Mendukilo Proiektua, mendiko ukuilu izatetik ekoturismo-ekipamendu, lurpeko laborategi eta ingurumen-heziketako gela izatera igaro da. Kobazuloa erabili zuten lehen artzainen filosofiari jarraikiz, gaikuntza arduratsua planteatu da, ekoturismorantz bideratutako kudeaketa ardatz hartuta.

Ekoturismoak garaleku duen naturagunea berreskuratzea eta mantentzea du helburu. Hau da, naturagunea lehengoratzeko tresna baliagarria izan nahi du, hurrengo belaunaldiak hartaz gozatzea ziurtatzen duena; izan ere, naturagune errentagarri bakarra belaunaldiz belaunaldi osorik irauten duen hura da. Horrela, naturagune batean gartzaz gain, inguruneagatik eta ingurunerako ere garatu behar du. Etekin ekonomikoak to-

Pozalagua, Arrikrutz eta Mendukilo: lur azpiko laborategiak

Kobazulo hauen sorrera eta bilakaera ezagutu, gaur egungo egoera aztertu eta etorkizuneko babesteko bidea aurkitu nahi izan dute ikertzaileek, betiere, ingurunearen babesa eta bisitarien ikustaldiak uztartzea posible egingo dituzten neurrien bidez; izan ere, lehen hipotesien arabera behintzat, ez dago bisiten ondorioz desagertu daitezkeen ezer. Baina, horretarako, babestu egin behar dira, eta Euskal Herriko Unibertsitateko eta beste unibertsitate batzuetako hainbat sailek eta Alfonso Antxia Espeleologia Zientzien Elkartek diziplina arteko ikerketa bat jarri zuten martxan. Pozalagua, Mendukilo eta Arrikrutz, besteak beste, munduko lur azpiko laborategi garrantzitsuen artean kokatu dituzte egindako lanek.

Lurpeko laborategietan azterketa hauek egiten dira: klima-azterketa (orduro-orduro eta besteak beste, haitzaren eta airearen tenperatura, hezetasuna, atmosferaren presioa, karbono dioxidoaren kontzentrazioa); uraren azterketa hidrokimiko eta mikrobiologikoa; eta faunaren (ornodunak zein ornogabeak) eta mikrofloraren azterketa; horrez gain, erradioaktibitate naturala neurtu, eta aire-korronteak eta tanta-jarioen ur-ekarpina neurtzen dira. Halaber, urtero azterketa geoteknikoak egiten dira.

Bisiten jasagarritasuna bermatzeko, estazio klimatikoak ezartzen dira barnean (eta kanpoan beste bat), bisita daitezkeen geletan. Estazioetan jasotako emaitzak eta egindako

bisita-kopurua alderatuta, kobazuloen karga-ahalmena zehaztu ahal izaten da. Azterketa klimatikoak amaituta (gutxienez bost urteko datu-bilketa), emaitzak kudeaketan integratu dira.

Diziplina anitzeko ikerketak egin dira kobetan. Ez da emaitzarik espero epe laburrean,

baina lur azpiko laborategi hauetan bildutako ezagutzak epe ertainean koben kudeaketa-metodo bat osatzeko balioko duela espero dute ikertzaileek. Horrez gain, koba turistikoetako klima-aldaerak aurreikusteko eredu informatiko bat diseinatzen ari dira Alfonso Antxiako partaide batzuk.



Pozalaguako estalaktita eszentrikoak.



Pozalagua koban, aragonitozko estalagmita berezi batzuk aztertzen.

kian tokiko populazioaren onurarako izango dira. Baina bisitariei ere, aisialdiaz modu osasungarrian gozatzeko eta naturari buruzko ezaupideak zabaltzeko aukera eskaintzen zaie.

Hori horrela, ongi bideratutako eta planifikatutako ekoturismoak eta landa turismoak Larraungo bailararen eta inguruaren garapen orekatua ekar dezakete. Zonaldeko turismo baliabideak bildu eta bultzatzeko helburuz, Plazaolako Turismo Partzuergoa eratu zen 1994an. Hori dela eta, jarduera osagarri hauek jarri dira martxan:

- *Plazaola pasaportea*. Turismo Partzuergoak bultzatutako proposamenean, hainbat landetxe, jatetxe, jardueren enpresa eta baliabide turistikoak hartu dute parte. Eki-men horretan, pasaporte zigilatu batek hainbat deskontu eragiten ditu establezimendu parte-hartzaileetan.

- *Mugarik gabeko Lurpea*. 6 kobazulo turistikotik senidetu dira (Mendukilo, Arrikrutz, Pozalagua, Ikaburu, Sara eta Zugarramurdi), lurpeko munduaren bisitariari sarbidea erraztu eta bisita saritzeko. Eki-men horretan senidetutako leize bakoitzari buruzko informazio guztia duen sustapen-liburuxka sortu da. Liburuxka hori koba bat bisitatzen denean zigilatzen da eta horrek eskubidea ematen du tarifa indibidualaren deskontu bat izateko beste kobazulo bat bisitatzen denean. Liburuxka guztia zigilatuta, opari bat jasotzen da bisitatutako azken leizean.

ARRIKRUTZ-OÑATIKO KOBAK (MITOLOGIA ETA KONDAIRAK)

Gipuzkoako barnealdean, Oñati inguruko paisaiak kalitate handiko elementu interesgarriak ditu. Besteak beste, kareharri bikain ikusgarriak daude Aizkorri mendiaren ma-

galean, Arantzazuko Santutegitik gertu; eta lur azpian, Gesaltza-Arrikrutzeko karst-sistema konplexu eta itzelak hartzen dituen 14 kilometroetan, espeleologia-fenomeno eta -gune konplexuak, hala nola Arrikrutz haitzuloaren barrunbea.

Lur azpiko erreka eta estalaktita izugarri betetako galeriak dira haitzulo horren osaera geologikoaren eta aberastasunen erakusgarri.

Proiektu turistikoak natur eta kultur ondarearen balioa handitzea du helburu. Arrikrutz Euskadiko aitzindarietako bat da espeleologia-, arkeologia- eta paleontologia-azterketetan. Lehen lanetan, hainbat arkeologia-aztarna aurkitu zituzten, hala nola haitzuloetako lehoi baten eskeleto osoa; horrelako lehen aurkikuntza izan zen Estatuan. Horrez gain, panteren eskeleto-atalak eta burezurak, eta hartz-aztarnategi ikusgarria ditugu bertan.

Koba turistikoen gaitzak

Pertsonen gorputz-masak ingurugirora kaloria-kopuru jakin bat transferitzen du, eta bertako temperatura igotzea errazten du horrela. Kobazuloak jende-multzo handiek bisitatzen badituzte, gertakari hori askoz era nabarmenagoa da.

Aipaturiko karga termiko horrez gain, transpirazio-prozesua dela eta, ur-lurrin kantitate bat ere botatzen dute bisitariek, bai azaletik edo bai arnasteen botatako airearen bitartez. Horrek atmosferako lurrina gehitzea eragiten du, eta, ondorioz, supersaturazioa eta kondensazioa areagotu litezke.

Bisitariek kobazuloan daukaten eragina aztertzeko unean, faktorerik garrantzitsuenetako bat karbono dioxidoa, CO₂, da. Bigarren mailako formazioetan eragiten du bereziki, eta deskaltzifikatzea eta suntsitzea eragiten ditu. Pozalaguan bereziki, kontu handiz jarraitu beharrekoa da hori.

Kobazuloa eder eta erakargarri mantendu nahi izanez gero, eta gehiago hondatzea ekidin

nahi izanez gero, beharrezkoa da bisita-kopurua mugatzea eta zenbait arau behar bezala betetzea. Arau horiek ez dira nolanahi ezartzen; horretarako, beharrezkoa da kobazuloaren azterketa mikroklimatiko sakona egitea eta sistema solido, likido eta gaseosoen arteko eta kanpoko nahiz barruko sistemen arteko energia- eta masa-trukaketa posible egiten duten mekanismoak ezagutzea. Adibidez, Pozalaguan, kobazulo barrura sartu daitekeen jende-kopurua 80 lagunera murriztea proposatu zen, Mendukilon 50 lagunera eta Arrikutzen 25 lagunera. Eta haitzulo barruko ibilaldiak Mendukilon eta Arrikutzen, gehienez, 60 minutu irautea proposatu zen, eta Pozalaguan, berriz, 45 minutu.

Gaitz berdea

Pozalaguako ikustaldiak duela bi hamarkada hasi ziren. Bisitariek kobazuloa ikusi ahal izateko, argiztapena jarri zuten barruan, eta horrek gaitz berdea eragin zuen. Hau da, landa-

reak koba kolonizatzen hasi ziren: goroldioa, likenak eta iratzeak aurkitu izan dira barruan. EHuko Landareen Biologia eta Ekologia Sailekoek beren gain hartu zuten Pozalaguako landarediaren katalogazio-lana. Landaredia katalogatzen ez ezik, landare horiek hazteko baldintza egokienak zein ziren aztertzen ere aritu ziren. Izan ere, landareek argiaren beroa eta erradiazio zati bat bakarrik erabiltzen dute. Landareak hazteko beharrezko diren baldintzak zein diren jakinez gero, baldintza horiek aldatuta (uhin luzeko argia jarritz, adibidez) posible izan daiteke bisitekin jarraitzea eta landaretzaren hazkundea saihestea. Gaitz berdea ekiditeko argiztapena arreta handiz zaindu behar da ibilbidean zehar, eta argi hotzagoak erabili. Beraz, ikertzaileen lana, katalogazioa eta gaitz berdea desagerrarazteko proposamenak egitea ez ezik, landareak ugaritzea posible egiten duten baldintzak aldatzeko proposamenak egitea ere bada. Egun, Pozalaguan eta Mendukilon argi hotzak jarrita daude eta soilik bisita-taldea



Mendukilo kobako Laminosin gelako lakua.



Pasabide desmuntagarriak Arrikutz koban.

dagoen tokia argizatzen da, hau da, sinkronizatuta daude argiztapena eta bisita-taldea.

Ikerketa-taldeko kimikariak ere oso lagungarriak izan ziren gaitz berdea garbitzen laguntzeko. Espeleotemei kalterik egin gabe landaretza kentzeko enplastu moduko bat asmatu zuten. loi-trukean oinarritzen zen enplastuaren probek emaitza ezin hobeak eman zituzten. Horrez gain, espeleotemen konposizio zehatza ezagutzeari ere haien ardura izan zen.

Kaltetutakoa ezin da berreskuratu, baina kalteak ez areagotzeko modua aurkitu nahi dute beti ikertzaileek. Hori dela eta, diziiplina anitzeko ikerketak abian jarri ziren.

Alderdi biologikoa

Aintzat hartu dira kobazuloetako bizidunak, eta atontze lanak egin aurretik bertan dauden izakiak aztertu eta deskribatu dira. Saguzarrez gain, Mendukiloko haitzuloan dagoen izakieta-koba bat, troglobioa da, artropodo bat, kobazuloaren baldintzetara egokituta dagoena eta jendearentzat zabaldu ez diren geletan soilik bizi dena. Pozalaguan ere zenbait artropodo bizi dira, eta haien artean koba horretan lehen aldiz deskribatutako kolenbolo bat.

Atonketa, zuhurtziaz

Mendukilon, besteak beste, biziki arduratu dira lur azpiko altxorrek ez hondatzeaz. Azterketa geoteknikoak ere egin ziren Mendukiloko



Arrikutz koban aurkitutako leize-lehoi baten hezurak.

koba egokitu aurretik; garrantzitsuena, ibilbide turistikoan erabiliko ziren sabai, horma eta gelen egonkortasuna ebaluatzeko egin zena. Horren ondorioz, lehenengo gelan jaisteko arrapala, hartxintzar nahiz hareaz bete eta galtzadaz egokitu da, hormigoizko zerrenda batez mugatuta (mugi ez dadin). Antolamendu horrek ura bere jatorrizko bidetik iragaztea ahalbidetzen du, eta beheko geletako konkrezioak haztea. Barneko gelak pasabide flotakor, metaliko, galbanizatu eta desmuntagarri gaitu dira. Sarrerako burdinsarea, saguzarretan espezialista batek diseinatu, inguru honetan bizi diren espezie guztientzako iragazkorra da. Barra horizontalak ditu haiei igarobidea uzteko, hegaldietan barra bertikalek derrigortzen dizkieten maniobrak saihesteko.

Mitologiaren alorrean, aipatzekoa da duela ehunka urte Oñatiko, Deba Garaiko eta Arabako biztanleak Sandaili haitzuloa joaten zirela peregrinazioan, soloetarako euri eske. Bestalde, emakume antzuek bainua hartzen zuten Sandailiko uretan, eman-korrak izateko. Milaka urte lehenago —jentilen garaian— sortutako ohiturei eusten zieten horrela. Horiek guztiak kontuan hartuta, Oñatiko Udalak bertako natur eskaintza hobetzea eta osatzea erabaki zuen aho batez, eta ondorioz, Oñati-Arrikutz haitzuloa bisitariak hartzeko prestatzea.

Haitzulo barruko ibilaldiak duen sistemari esker, gai ugari lantzen dira ikuspegi pedagogikotik, eta erabat modu interesgarrian landu ere; besteak beste, urak eta hidrologiak haitzuloa nola zizelatu zuten, nola sortu zen mineral-unibertsoa, Arrikutzeko aurkikuntza arkeologikoak eta paleontologikoak, Sandailiko mitologia eta Arrikutzeko espeleologiaren historian duen garrantzia. ●

Hizkuntza-aholkularia: Agurtzane Urrutia.

ESKAINTZA

Itakiri

Te vas, te venís, y dejás anillos en mi imaginación
(G. Belli)

Asierri

*La justicia es como las serpientes,
solo muerden a los descalzos*
(E. Galeano)

Asier 2008. urteko abenduaren 1ean hil zen, Bilboko hegoaldeko saihesbidean (Supersur) gertatutako lan-istripu batean, laneko segurtasun-neurriak ez zirelako bete (horrela dago ebatzita Bilboko 9. Gizarte Epaitegiaren 2011ko martxoaren 18ko 131. sententzian. Hala eta guztiz ere, bide penala deuseztatu egin ziguten. (asierirazabal.wordpress.com).

BIBLIOGRAFIA

ZUBIA, B.: "Pozalagua, lur azpiko laborategi", in Elhuyar, 233 (2007), 18-22.

Euryale 1. zenbakia. *Espeleologi ikerketen* aldizkaria. (2006) BI-1502-06 ISSN: 1886-4309. Alfonso Antxia Espeleologi Zientzien Elkarteko ikasketak. Bilbao.

Euryale 2. zenbakia. *Espeleologi ikerketen* aldizkaria. (2009) BI-1502-06 ISSN: 1886-4309. Alfonso Antxia Espeleologi Zientzien Elkarteko ikasketak. Bilbao.

www.sociedadalfonsoantxia.org.



Ilargiaren efemerideak

- 6** Gehieneko librazioa latitudean ($b = 6,84^\circ$) eta gutxienekoa longitudean ($l = -7,38^\circ$). Banalerroaren ondoan dauden kraterak ikus daitezke: Plato, Piton mendiak, Arkimedes, Apenino mendiak, Eratostenes, Herschel, Ptolomeo, Alfontso, Arzachel, Tycho, Maginus eta Moretus. 15:32an, Ilbehera.
- 9** 12:22an, konjuntzio geozentrikoan Virgoko Spica izararekin, $0,8^\circ$ -ra.
- 10** 12:29an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin 4° -ra.
- 11** 13:49an, konjuntzio geozentrikoan Artizararekin, $1,6^\circ$ -ra. 15:54an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 12** 00:44an, konjuntzio geozentrikoan Merkuriorekin, $1,1^\circ$ -ra. 23:10ean, perigeotik pasatuko da: 357.084 km.
- 13** 08:42an, Ilberria Ilberriak eta perigeotik igarotzeak dituzten eraginen konbinazioa dela eta, marea biziak izango dira.
- 15** 09:49an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin $5,6^\circ$ -ra.
- 18** Gutxieneko librazioa latitudean ($b = -6,72^\circ$) eta gehieneko longitudean ($l = 7,86^\circ$).

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hiru hilabetez, Hiadeen kumulu irekitik gertu egongo da Jupiter.

Hilaren 2an, 02:00etan, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,366 egunean behin. Hilaren 7an, 12an, 18an, 23an eta 28an izango dira beste maximoak.

Hilaren 3an, 11:00etan, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa. Haren magnitudea 3,3ra hurbiltzen ari da. Hilaren 6an, 9an, 12an, 14an, 17an, 20an, 23an, 26an eta 29an izango dira hileko beste minimoak. Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,177 egunean behin. Hilaren 11n, 18an eta 25ean izango dira beste maximoak.

Abenduaren 11tik 24ra, goizean, argi zodiakala ikus daiteke (aurora aizuna), ekialde hego-ekialdeko horizontea baino gorago, egunsentia baino ordubete lehenago. Libra eta Virgo zeharkatzen ditu.

Teleskopioarekin:

Hilaren 6an, 2:00etan, Kalisto ikusi ahal izango da, Jupiterren Ipar polotik igarotzen.

Banalerroaren ondoan dauden kraterak ikus daitezke: Gärtner, Posidonius, Chacornac, le Monnier, Theofilus, Fracastorius eta Piccolomini.

20 05:19an, Ilgora.

24 22:25ean, beheranzko nodotik pasatuko da.

25 07:23an, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin $4,5^\circ$ -ra. 22:06an, apogeotik pasatuko da: 406.094 km.

26 00:10ean, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin $0,4^\circ$ -ra. 04:45ean, konjuntzio geozentrikoan Tauruseko Aldebaran izararekin, $4,2^\circ$ -ra.

28 10:22an, gau luzeetako Ilbetea. Ekialde ipar-ekialdetik aterako da, Eguzkia sartu eta ordu-erdira, eta Eguzkia atera baino ordu-laurden lehenago sartuko da.

abendua 2012

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						

Planetak

Ikusgaiak

Goizez: Merkurio (hilaren 20a baino lehen), Artizarra eta Saturno.
Arratsalde: Marte eta Jupiter.
Gauetz: Jupiter.

Merkurio

Hilaren 1ean, Eguzkia baino ordu bat eta berrogeita bost minutu lehenago aterako da, eta oso erraz ikusiko da, egunsentia baino ordubete lehenago, 5° -ra, ekialde hego-ekialdeko horizontearen gainean. Urte honetan, Merkurio ikusteko garairik onena da.

Hilaren 4an izango da elongaziorik handienezan Eguzkitik mendebaldera: $20,6^\circ$. Horizonte argi eta garbi batean, hilaren 20ra arte, begi hutsez ikusi ahal izango da. 15 h eta 17 h bitarteko igoera zuzena. -15° eta -24° bitarteko deklinazioa. Libran hasiko du hila, eta Scorpiusera, Ophiuchusera eta Saggitariusera igaroko da gero. Magnitudea $-0,3$ tik $-0,8$ ora aldatuko zaio.

Artizarra

Eguzkia baino bi ordu eta erdi lehenago agertuko da hilaren 1ean, eta ordu eta erdi lehenago

Zerua

2012ko abenduaren 15eko egunsentikoa



Ekialdea

hilaren 31n. Urtearen amaieran, Artizarra hego-ekialdeko horizontearen gainetik 5° -ra baino ez da egongo, Eguzkia atera baino ordubete lehenago. Ekainean hasi zen goizetan behatzeko aldiaren amaierara gerturatzen ari gara. 14 h eta 17 h bitarteko igoera zuzena. -14° eta -22° bitarteko deklinazioa. Libran izango da, eta lehendabizi Scorpiusera eta berehala Ophiuchusera igaroko da. -4 ko magnitudea izango du.

Hilaren 23an, Scorpiuseko Antares izarretik gertu ikus daiteke.

Marte

Urtearen amaierara bitartean, Eguzkia baino bi ordu geroago sartuko da. Gauaren hasieran, hego-mendebaldeko horizontearen gainean ikusi ahal izango da, 5° -ra. 19 h eta 20 h bitarteko igoera zuzena. -24° eta -20° bitarteko deklinazioa. Sagittariusera hasiko du hila, eta Capricornusera pasatuko da bukaeran. Haren magnitudeak gora egingo du pixka bat, 1,6tik 1,5era.

Jupiter

Oposizioan hilaren 3an, eta gure planetatik 34 argi-minutura, hilaren 1ean erraz ikus daiteke

zenita



Hegoaldea

Mendealdea

ekialdeko horizontean, Eguzkia sartu eta minutu gutxira, distira handia baitu. Aurten aurreko oposizioan baino 15 milioi kilometro gehiagora pasatuko den arren, gure meridianoa gurutzatzen duenean 65°-ko altueran dago, eta, beraz, erraz ikus daiteke. Hurrengo oposizioa 2014ko urtarilaren 5ean izango da. Hilaren 31n, Eguzkia sartu baino bi ordu lehenago aterako da. Igoera zuzena: 4:30 h. +21°-ko deklinazioa. Hil osoan Taurusen izango da. Haren magnitudeak behera egingo du pixka bat, -2,8tik -2,7ra.

Hilaren 6an, 2:00etan, haren satelite Kalisto ikusi ahal izango da, Jupiterren Ipar polotik igarotzen.

Hil osoan, Taurusko Aldebaran izarraren ondoan ikusi ahal izango da.

Saturno

Eguzkia baino hiru ordu lehenago aterako da hilaren 1ean, eta bost ordu lehenago 31n. Abenduaren 6an Virgo konstelazioa utziko du, lehen aldiz 2009ko irailaren 3tik, eta Libran sartuko da. Horizontearen erabat garbi eta inolako kutsadurarik gabe egonez gero, ikusi ahal

izango da. 14 h-ko igoera zuzena. -11° eta -12° bitarteko deklinazioa. Virgotik Librara igaroko da. 0,6ko magnitudeari eutsiko dio.

Hilaren 2an, 18:54an, Titan elongaziorik handienean mendealdera.

Hilaren 10ean, 21:17an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 18an, 19:22an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendealdera.

Hilaren 26an, 21:32an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Urano

Gau osoan dago ikusgai. Kutsatu gabeko zeruarekin, begi hutsez ikusi ahal izango da gauerdian, 45°-ra baino gehiagora hegoaldeko horizontearen gainetik. 0 h-ko igoera zuzena. +01°-ko deklinazioa. Hil osoan Piscisen izango da. 5,8ko magnitudeari eutsiko dio.

Neptuno

Tresna egoki batekin behatzeko moduan egongo da. 22 h-ko igoera zuzena. -12°-ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen. 7,9ko magnitudeari eutsiko dio.

Beste efemeride batzuk

- 1** Larunbata. Eguedian, 2.456.263. egun juliotarra hasiko da.
Egunak 9 ordu eta 12 minutuko iraupena du hilaren 1ean, eta 9 ordu eta 2 minutukoa hilaren 31n.
Hileko azken egunean, lehenean baino 1 minutu geroago aterako da Eguzkia, baina, bestalde, 9 minutu geroago ezkutatu da.
Hil osoan eta urtarilaren 3ra arte, Eguzkia gero eta beranduago aterako da.
Hilaren 4atik 13ra (Santa Luzia) bitartean, Eguzkiaren sarreraren arteko desberdintasuna minutu bat baino gutxiagokoa izango da, eta egun horretatik aurrera handiagoa.
Eguzki-argi gutxien izango dugun eguna hilaren 21a izango da (Santo Tomas); hain zuzen ere, 8 ordu eta 58 minutu izango ditugu. Baina hilaren 18tik 24ra bitartean, eguzki-argiaren desberdintasuna segundo gutxiokoa izango da.
- 6** Fenizidak izeneko izar iheskorren maximoa; azaroaren 28tik abenduaren 9ra egongo dira aktibo. 08 Monozerotida izeneko izar iheskorren maximoa. C/1917 FI Mellish kometari atxikiak.
- 9** 6,4 magnitudeko 4 Vesta planeta txikiaren oposizioa. Lurrerainoko distantzia 1,588 UA izango da; 238 milioi kilometro, gutxi gorabehera. Hurrengo oposizioa 2014ko apirilaren 13an izango da.
- 11** Sigma Hidrida izeneko izar-iheskorren maximoa, C/1943 WI Van Gent-Peltier-Daimaca kometari atxikiak.
- 13** Geminida izeneko izar iheskorren maximoa. 3200 Phaeton asteroideari atxikiak. Hotza egin arren, horiek dira ekitaldi-mota hauen zaleen gustukoenak.
- 18** Eguzkia, itxuraz, Saggitarius konstelazioan sartuko da (266,51°).
6,7 magnitudeko Ceres planeta nanoaren oposizioa. Lurrarekiko distantzia 1,684 UA izango da; 252 milioi kilometro, gutxi gorabehera. Hurrengo oposizioa 2014ko apirilaren 15ean izango da.
- 21** 11:11n, abenduko solstizioa. Negua hasiko da Ipar hemisferioan. Eguzkiak deklinaziorik handiena izango du Ekliptikatik hegoaldera, eta eguerdiko zeruan baxuago dago.
Astrologiaren arabera, Eguzkia Capricornusen sartuko da (270°).

* Gehitu ordubete denbora ofiziala kalkulatzeko.

Txikia ere ikusgarri



Biziaren edertasuna eta konplexutasuna mikroskopioaren laguntzarekin bilatzen duten argazkiek parte hartzen dute Nikon Small World lehiaketan. Hurrengo aldizkarian ikusi ahal izango dituzue lehiaketa horren aurtengo edizioan lehen postuetan gelditu diren argazki ikusgarrietako batzuk. ARG.: © DORIT HOCKMAN.



ELKARRIZKETA

Joseba Riosekin, iraganari buruzko ikuspegi-aldaketek

Joseba Rios arkeologoa da, eta harrizko piezetan espezializatuta dago. Harri horiek informazio-iturri garrantzitsuenetakoak dira jakiteko nolakoak ziren eta nola bizi ziren antzinako giza populazioak. Gainera, Riosek aukera du beste espezialitateetako ikertzaileekin elkarlanean aritzeko; hala, bere ibilbidean zehar, iraganari buruzko ikuspegia osatzen joan da. Osatzen, eta aldatzen. Hain zuzen ere, azken urte hauetan zenbait paradigma-aldaketa izan dira: gure espeziearen ahalmen kognitiboarekiko, neandertalekiko, lur hauetan Paleolitoan bizi ziren populazioekiko... Elkarrizketan, aldaketa horien lekukotasuna emango digu Riosek. ARG.: © JOSEBA RIOS.



Flash memoriaren iraultza geldoa

Ordenagailuaren disko gogorra hondatzea tragedia handia da. Baina diskoen matxura ohikoenak mekanikoak izaten dira; alegia, mugitzen diren piezak hondatzen zaizkie gehienetan. Beraz, zergatik ez erabili ordenagailuetan pieza mekanikorik ez duen disko bat? Flash memoria bat, adibidez. Gero eta gailu elektronikoko gehiagok dute flash memoria datuak gordetzeko, baina ez guztiek. ARG.: G. ROA/ELHUYAR FUNDAZIOA.

Argitaratzailea:

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



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

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

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

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

Hizuntza-arduradunak: Ane Goenaga, Saroi Jauregi, Alfonsito Mujika, Ane Rodriguez.

Erredakzio-taldea: Egoitz Etxebeste, Ana Galarraga, Irati Kortabitarte, Oihane Lakar, Aitziber Lasa, Guillermo Roa.

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Juan Antonio Alduncin eta Josexto Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Arturo Apraiz, Dani Fano, Nagore Irazabal, Igor Leturia).

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: © Barbara Helgason/123RF

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetzak: Izaskun Etxebeste, harpidetza@elhuyar.com.

Paperean eta edizio digitala:

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

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

CC BY-NC-ND Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-769/85

ISSN: 213-3687

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

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

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

KULTURA SAILA



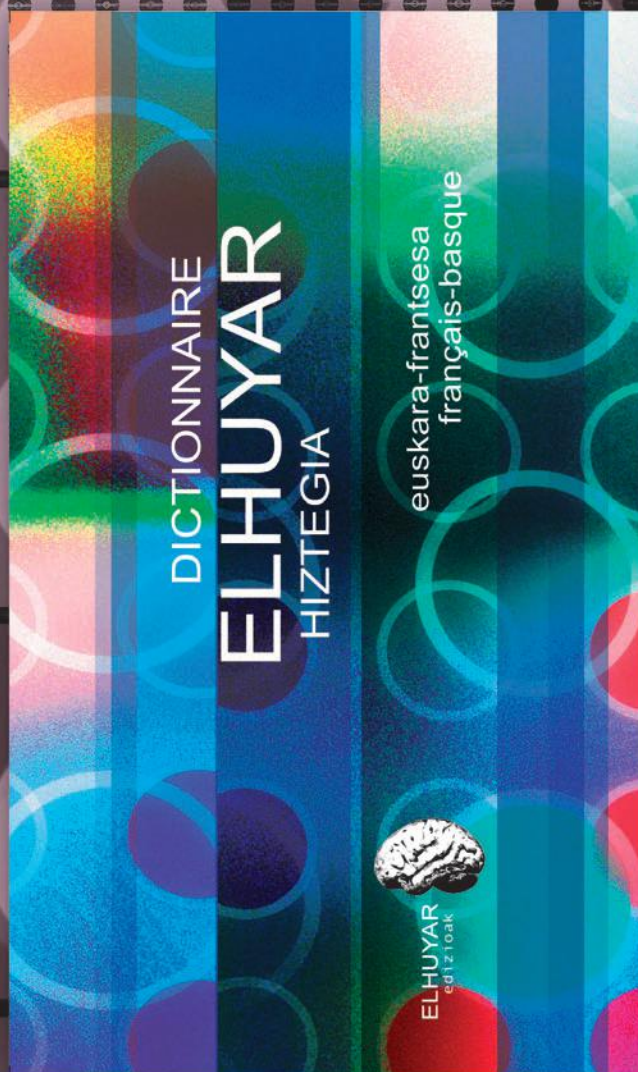
DANOBATGROUP

DOILAN TEGIA Koop. Elk.; LAGUN-ARO SERVICIOS Koop. Elk.;
ORONA Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.; IKERLAN Koop. Elk.;
MAIER Koop. Elk.; Mccgraphics; Eika Koop. Elk.

Nola esaten da frantsesez? Comment dit-on en basque ?



ELHUYAR
edizioak



Edizio berria
Nouvelle édition

**Dictionnaire
ELHUYAR
HIZTEGIA**
euskara-frantsesa /
français-basque

- 2. edizioa (2012)
- Euskaltzaindiaren datuen arabera osatuta
- Lexiko arrunta eta teknikoa
- 42.034 hiztegi-unitate
- Frantziako, Espainiako eta munduko leku-izenak
- Gramatika-eranskina
- Deuxième édition (2012)
- Basé sur les données de l'Académie de la Langue Basque Euskaltzaindia
- Dictionnaire de mots usuels et techniques
- 42 034 mots et expressions
- Toponymes de France, d'Espagne et du monde
- Annexe grammaticale

www.elhuyar.org/edizioak



30 urte zugandik gertu