

282

2012ko urtarila

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50
euro



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa



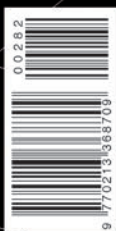
Elkarritzeta:

María Vallet

biomaterialetan aditua

3Dko avatarrak
sendagileen laguntzaile

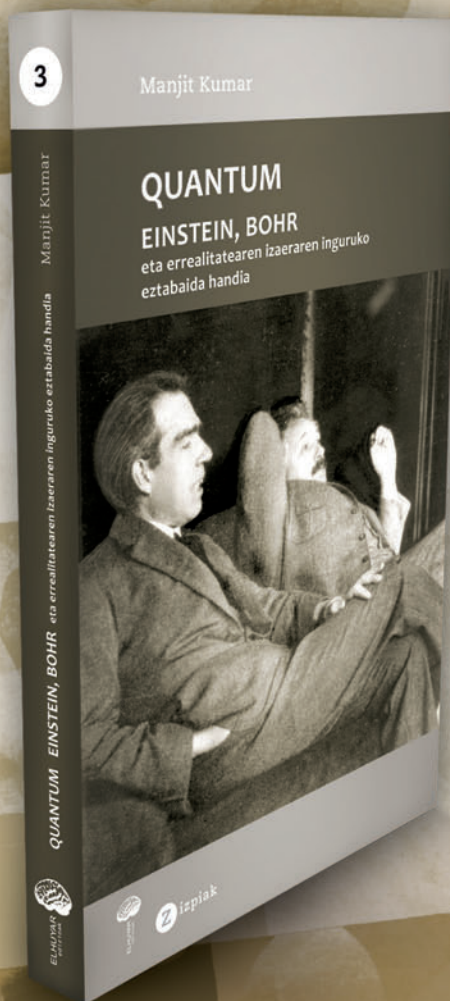
IKUSEZINA IKUSGAI



EINSTEIN vs. BOHR

MUNDUA ULERTZEKO BI MODU

Albert Einsteinek ez zituen onartu mekanika kuantikoaren ondorio batzuk, baina oraindik ez da frogatu ondorio horiek faltsuak direnik. Niels Bohr-ek, aldiz, defendatu egin zituen, eta eztabaida luzeak izan zituzten. Bi genioen arteko eztabaidak ulertzeko liburu egokia da hau.



Z izpiak

**QUANTUM
EINSTEIN,
BOHR**
eta
errealitatearen
izaeraren
inguruko
eztabaida
handia.

Egilea:
Manjit Kumar



ELHUYAR
edizioak

WWW.ELHUYAR.ORG/EDIZIOAK

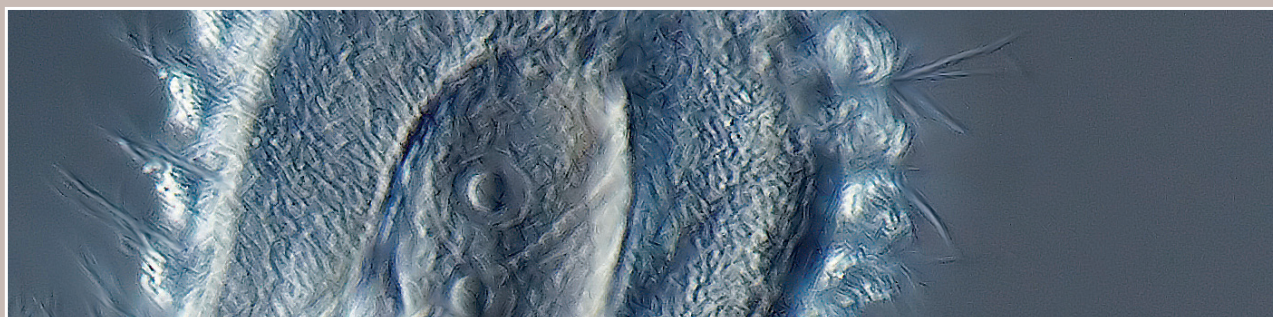
Zelai haundi, 3. Osinalde Industrialdea, 20170 Usurbil (Gipuzkoa)
Tel.: 943 36 30 40 · www.elhuyar.org



Gipuzkoako Foru Aldundia

“**M**aiz, indar handiagoz iritsi zaizkigu faltsututako edo apaindutako istorio eta kondairak, egiazko gertakariak baino”

2



“**M**inbizia diagnostikatzen eta tumoreen bilakaera iragartzen irakatsi diete ordenagailuei”

8

“**A**rtista baten burua argazki-kamera iristen ez den tokira iristen da”

29

“**B**eti saiatzen gara ezagutzen dugunaren araberako mugak jartzen”

35

“**B**ig Bangaren oihartzun hartaz nola libratu ezin asmatu zebiltzan”

45

Zientzia ilustrazio bidez komunikatzea

Jarduera zientifikoak beti izan ditu lagun irudiak. Marrazkilariek agerrarazi dute garunak irudikatutakoa, marrazkilariek jaso zuten argazkilariek baino lehen naturalistek aurkitutakoa, eta marrazkilariek irudikatu dituzte fisikak edo teknologiak neurtu eta deskribatutakoak.

Jarduera zientifikoaren lagun bakarrik ez, gure gisako zientzia-kazetari eta -dibulgatzaileentzat ere sekulako laguntza dira ilustrazioak, eta, batzuetan, ezinbesteko erreminta. Zenbaki honetan, ilustratzaileek zientziaren komunikazioan duten zereginaren alderdi zehatz bati heldu diogu: ikusi ezin dena irudikatzen duten artisten lantegietara hurbildu gara.

Protagonistetako batek ikusi ezin den unibertsoa marrazten du guretzat. Gorputza ematen die izarren barrualdeari, oso urruneko planetei, edo aldizkari honen azalekoa bezalako disko protoplanetarioei. Eguneroko erronka du teleskopio bidez jasotako datuek esaten dutenari leial jokatzea, eta,aldi berean, ikusleak ulertzeko eta hari zirrara eragiteko falta diren osagaiak irudikatu eta moldatzea. Zientzia hitzen bidez komunikatzen dugunon oreka berari eutsi behar dio ilustratzaileak ere: datuak faltsutu gabe, publikoarentzat baliagarria den interpretazio errazago bat sortu behar du, irudi okerrak sortzeko arriskuaren muga gainditu gabe. Eta kasu zehatz honetan, gainera, irudimenarekin betez falta diren datuen hutsunea.

Zenbaki honetako bigarren artistak pertsonaia eta gertakari historikoak ilustratzen ditu, eta, harentzat, dokumentatu ezin direnak bezainbesteko erronka dira faltsutzeak. Izan ere, maiz, indar handiagoz iritsi zaizkigu faltsututako edo apaindutako istorio eta kondairak, egiazko gertakariak baino.

Baina kontatzen dutena egia osoa ez izanagatik, biak bat datoz ilustrazioek komunikazioan duten garrantzi handiari dagokionez; baita beharrezkoak ez direnean ere kontatu nahi dena ulertzeko, irudien beharra duen gizartean bizi garelako.

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia
aldizkariaren
zuzendaria*

zientzia eta teknologia

16
Plitvice

aintziren parkea

Urak beste inon ez bezalako esmeralda-kolorea hartzen du Plitviceko Parke Nazionalan, Kroaziako Lika eskualdean. Altuera desberdinetan dauden 16 aintzira, ur-jauzien bidez lotuta. Guztira, 92 ur-jauzi.

**IKUSEZINA
IKUSGAI**

28

Gizakiak irudi-premia du, esparru guztietan gainera. Zientziaren dibulgazioa ez da salbuespen bat. Hain zuzen ere, zenbait artista argazki-kamera iristen ez den tokira iristen espezializatu dira, eta ikusi ezin diren objektuak eta egoerak ikusgai bihurtzen dituzte. Ikusezinenak ilustratzaileak dira.

20

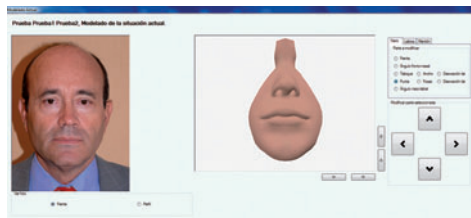
ELKARRIZKETA

María Vallet**Biomaterialetan aditua**

Farmaziako ikasleekin lanean hasi zenean sartu zen María Vallet kimikaria biomaterialen munduan. Erabilera askotarako materialak sortu ditu harrezkero, hezurrak birsortzen laguntzen duten matritzeetatik hasi, eta minbiziaren kontrako botikak bideratzeko eta dosifikatzeko materialetaraino.



24

**3Dko avatarrak sendagileen laguntzaile**

Medikuntzan erabiltzeko avatarrak egiteko teknologia sortu du Tecnaliako Media Unitateak. Teknologia horrek 3Dko avatar pertsonalizatuak egiteko aukera ematen du, erraz eta merke. Zehazki, bi arlotan dira erabilgarriak avatar horiek: kirurgia plastikoan eta alzheimerren diagnostikoan eta tratamenduan.

Galaxia espiralen errotazio misterioa

Unibertsoan guztia mugitzen ari dela esan genezake, gorputz oro beste zerbaiten inguruan biraka dabilela. Dantza kosmiko horretan, galaxia espiralen errotazioak ezusteko itzela eragin zuen XX. mendeko astrofisikan.

**Badatoz elkarrizketa-agentek**

Applek iazko urrian aurkeztutako iPhonearen 4S modeloaren berrikuntza nagusietako bat elkarrizketa-agentea izan zen. Eta Googlek ere iragarri du Android-en hurrengo bertsioak beste elkarrizketa-agentea bat izango duela. Horiei esker ahotsaren eta lengoia naturalaren bidez atzitu daitezke mugikorren aplikazioak eta aukerak.

aurkibidea4 **FLASHA**
Errotiferoa eta haren etxea6 **ALBISTEAK**16 **MUNDU IKUSGARRIA**
Plitvice, aintziren parkea20 **ELKARRIZKETA**
María Vallet24 **3Dko avatarrak,**
sendagileen laguntzaile28 **IKUSEZINA IKUSGAI**30 **Luis Calçada, artista baten**
begirada urrutiko munduetara38 **Manu Ortega: “Begian minik**
egiten ez duen zerbait marraztea
da gakoa”40 **MUNDU DIGITALA**
Badatoz elkarrizketa-agentek

ANALISIA

42 **Antropozenoa: aro berri batean**
bizi al gara? ENEKO IRIARTE.44 **ISTORIOAK**
Big Bangaren alfabetoa46 **LIBURUTEGIA**
Bi jenio aurrez aurre47 **SATORRAK ILARGIAN**49 **GAI LIBREAN**
Galaxia espiralen
errotazio misterioa
MIGUEL QUEREJETA, JOHN BECKMAN
ETA JOAN FONT54 **ASTRONOMIA**56 **HURRENGO ZENBAKIAN**

Errotiferoa eta haren etxea

Batzuek sagu baten karikatura ikusi duten arren, errotifero bat da hau, ornogabe mikroskopiko urtar bat. *Belarrien* inguruan dituen zilioak (iletxo moduko egiturak) abiadura bizian mugituz, ahora bideratzen ditu inguruko elikagaiak. Eta *adreilu* esferikoz egindako hodi batean bizi da. Errotiferoaren gorputz gardenaren barruan *adreilu* horietako bat nola sortzen ari den ikusten da.

Charles Krebs estatubatuarrak "The 'mouse' roars" (saguaren orroa) izeneko argazki honekin irabazi du 2011ko Olympus Bioscapes Digital Imagin Competition lehiaketa.



ARG.: CHARLES KREBS





ARG.: TECNALIA

Tecnaliak suaren kontrako ate azkar bat garatu du

Tecnaliak azkar ireki eta ixten den eta suari eusteko gai den ate bat garatu du Europako Nofire proiektuaren barruan. Horrenbestez, bi erronka gainditu ditu; izan ere, orain arte ez da horrelakorik planteatu: irekitze-ixte azkarra izanik, suari eusten dion atea, alegia.

“Ohiko ateak lonazkoak izaten dira; horregatik dira ate bizkorrak. Gure erronka izan da panel arinekin abiadura hori lortzea eta suarekiko erresistentzia handiagoa izatea”, azaldu du Asier Maiztegik, Tecnaliako kideak.

Panel horiek egiteko aerogelak, arroka-zuntzak eta elementu zeramikoak erabili dituzte. Arinak dira, baina ez plastikoa edo goma bezainbeste. Horregatik, ateak azkarra izaten jarraitu dezan, arraste-sistema berri bat diseinatu dute, besteak beste. Halaber, arrakastaz txertatu dituzte atearen funtzionamendu egokia bermatzen duten eta arrisku-egoerak saihesten dituzten segurtasun-gailuak. Eta ondorioztatu dute proiektu horretan ikertu diren sistema berri horiek guztiek ateen segurtasuna areagotzen dutela. ●

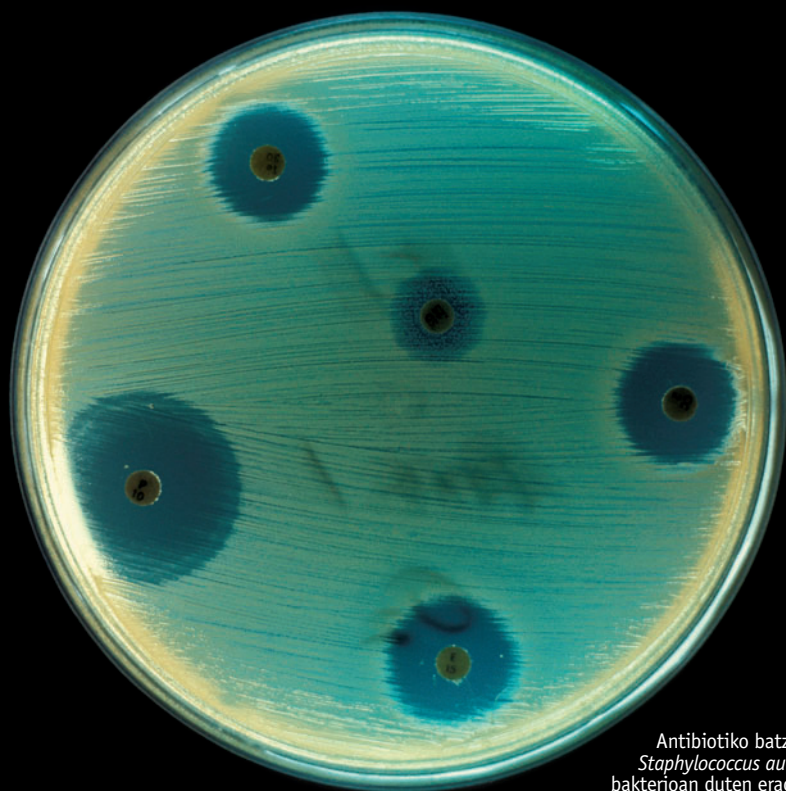
Bakterio erresistenteei aurre egiteko plana aurkeztu du Europako Batasunak

Europako Batasunak hamabi neurri proposatu ditu, bakterio-erresistentziari aurre egiteko plan baten barruan. Arduradunek adierazi dutenez, planaren xedea da erresistentzien hedapena eragozte eta bakterioen aurkako tratamendu berriak garatzea.

Hain zuzen ere, Europako Batasunean urtean 25 mila pertsona inguru hiltzen dira bakterio erresistenteek sortutako infekzioen ondorioz. Ekonomikoki ere kaltegarriak dira, urtean gutxi gorabehera 1.500 milioi euro galtzen baitira bakterio horiek sortutako osasun-gastuengatik eta produktibitatearen jaitsieragatik. Gainera, erresistentziei buruz egindako azken azterketak erakutsi du ospitaleetan pneumonia eta gertu- aparatuko infekzioak sortzen dituzten bakterioen erresistentziak areagotzen ari direla herrialde batzuetan.

Hori guztia aintzat hartuta, Europako Batasunak prestatutako planak neurri nagusi zehatzak proposatzen ditu, hala nola medikuntzan eta albaitaritzan mikroorganismoen aurkako botikak eta desinfektatzaileak modu egokian erabiltzen direla bermatzea; mikroorganismo patogenoen bidezko infekzioak prebenitzea; antibiotiko berriak edo ordezkotzatamenduak garatzea; eta nazioarteko bazkideekin elkarlana estutzea bakterioekiko erresistentzien arriskuak gutxitzeko. Horrez gain, ikerketan sakondu beharra dagoela ere azpimarratu dute.

Planaren egileen arabera, “eraginkorra izan dadin” ezinbestekoa izango da Europako Batasuneko herrialde bakoitzak bere egitea neurri horiek eta elkarrekin aritzea. ●



Antibiotiko batzuek *Staphylococcus aureus* bakterioan duten eragina ikus daiteke irudian.

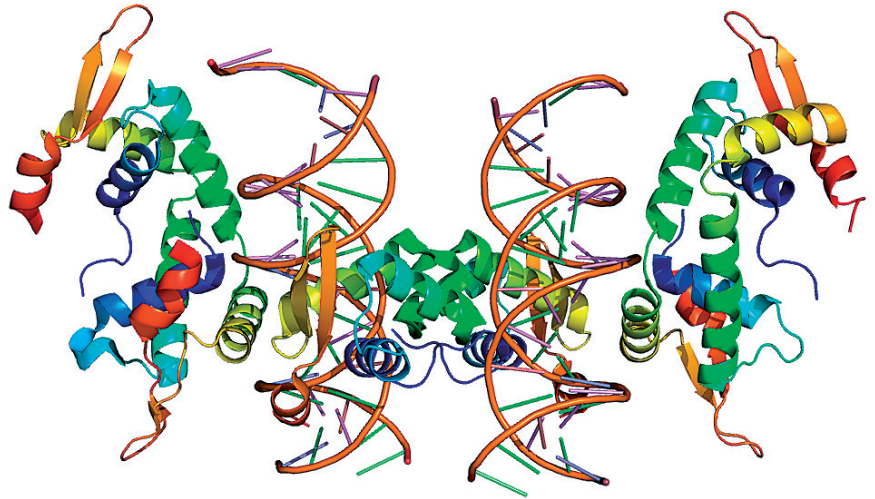
ARG.: CDC.

FOXP2 genearen mutazio bati esker ikasten ditugu mintzatzeko mugimenduak

Washingtonen egindako Neurozientzien Kongresuan, FOXP2 geneari buruzko ikerketa bat nabarmendu da. Berez, saguetan egindako ikerketa bat da, baina ondorioak pertsonen bereizgarrietako batekin lotuta daude, hitz egiteko gaitasunarekin, alegia. Izan ere, sagu horiek FOXP2 genea mutaturik zuten, gizakienaren berdina izan zedin, eta ikusi dute sagu horiek arruntek baino errazago ikasten dituztela mugimendu batzuk. Ikertzaileen ustez, horrek iradokitzen du mintzatzean egiten diren mugimendu konplexuak ikasteko lagungarri izan daitekeela mutazio hori.

Max Planck Institutuko Antropologia Ebolutiboa saileko Christiane Schreibeisek neurologoak aurkeztu du ikerketa. Sail horretan urteak daramatzate FOXP2 genea ikertzen. Adibidez, duela urte gutxi batzuk, sagu batzuk genetikoki eraldatu zituzten, FOXP2 genearen giza bertsioa izan zezaten.

Orduan frogatu zuten sagu haiek ez zirela ausartzen arruntak bezainbeste ingurua miatzera. Horrez gain, amengandik banatutakoan egiten zituzten garrasiak ezohikoak ziren, bereziak. Haien neuronek sagu arruntenenak baino dendrita gehiago zituzten, eta luzeagoak ziren; horrek neuronen arteko komunikazioa errazten zuen. Eta ikastearekin eta oroitzearekin lotutako zelula batzuk ere eraldatuta zituzten.



FOXP2 genearen egitura. ARG.: EMX/©ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ① ②

Oraingoan, berriz, Schreibeisek erakutsi du FOXP2 genearen giza bertsioa duten saguek azkarrago ikasten dutela sagu arruntek baino. Horretarako, sagu mutatuak eta arruntak entrenatu zituen, ikuste-seinale batzuei jarraituz bide egokia topa zezaten. Bada, sagu arruntek mutaturikak baino 4 egun gehiago behar izan zituzten mutaturikak 8 egunean lortu zutena lortzeko.

Ikertzaileen ustez, genearen giza bertsioak eman die ikuste- eta ukitze-prozesuak hobeto integratzeko ahalmena. Eta hortik ondorioztatu du

FOXP2aren mutazioak eman digula gizakioi oinarritzko hotsak sortzeko eta hitzak eratzeko egin behar ditugun mugimenduak ikasteko gaitasuna.

Itziar Laka EHuko hizkuntzalariak hizkuntzaren eta garunaren arteko erlazioa ikertzen du, eta, haren iritziz, Max Planckeko ikertzaileek egindako aurkikuntza “garrantzitsua” da. Haren hitzetan, “ez da erraza izango” jakitea zer lan egiten duen zehatz-mehatz FOXP2 geneak, baina orain aurkeztu duten ikerketak “itxura ona du”. Hitz batean, “oso lan interesgarria” iruditu zaio. ●



ARG.: ELHUYAR FUNDAZIOA.

Pestizida-arrastoak gutxitu egin dira elikagaietan

Baimendutako muga gainditzen duten pestizida-arrastoen kasuak gutxitu egin direla adierazi du Europako Batasunean elikagaien segurtasunaz arduratzen den erakundeak (EFSA). Azken txostenaren arabera, 2006an % 4,4k gainditzen zuten muga, eta 2009an, berriz, % 1,2k. EFSAren arabera, neurri batean 2008an araudian egindako aldaketari zor zaio jaitiera hori.

Txostena egiteko, 67.000 lagin aztertu dituzte, Europako Batasuneko 27 herrialdeetan eta Islandian eta Norvegiar hartutako laginak. Emaitez erakutsi dute batik bat frutetan eta barazkietan gainditzen dela

pestizidentzat baimendutako muga; bereziki, mahatsean, piperretan eta alberjinietan.

EFSAk ohartarazi du piperren pestizidak direla kaltegarrienak pertsonen osasunerako; hala ere, gehitu du, pestizida-arrastoak dituzten barazkiak eta frutak janda ere, inori kalte egiteko arriskua txikia dela.

Beste xehetasun batzuk ere azaltzen dira txostenean; adibidez, pestiziden muga gainditzea ohikoagoa dela inportatutako elikagaietan (% 6,9) Europako Batasunekoetan baino (% 1,5); eta haragiak eta elikagai ekologikoak batez bestekotik behera daudela. ●

Ordenagailuek minbizia diagnostikatzen ikasi dute

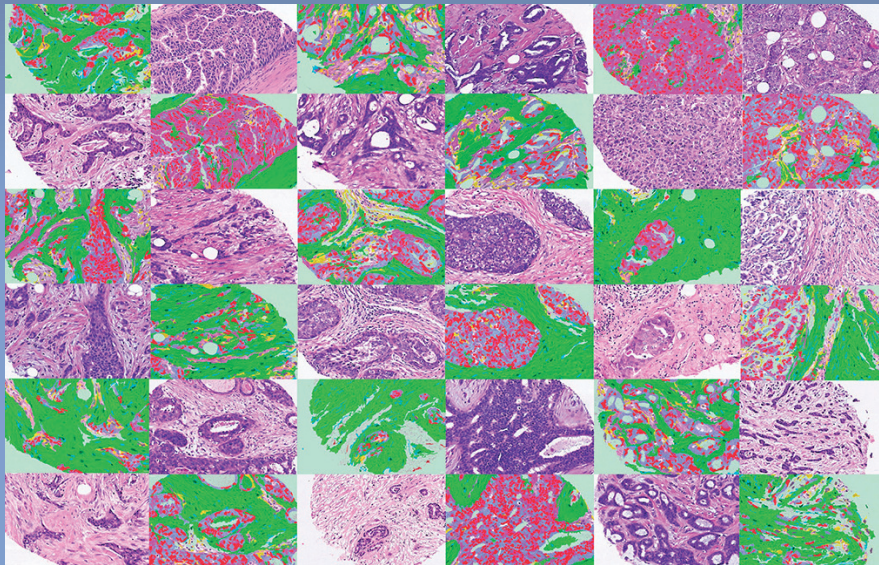
Stanford Unibertsitateko ikertzaileek minbizia diagnostikatzen eta tumorearen bilakaera iragartzen irakatsi diete ordenagailuei. Horretarako, pazienteen bularreko ehunen irudiak eta datu molekularrak

bildu dituzte bost urtez, eta haiek erlazionatzen dituen programa bat sortu dute. Hala, irudiak eta datuak alderatuta, ordenagailuak bularreko minbizia detektatzen eta pronostikoa egiten ikasi du. Programa adimenduna

da; beraz, zenbat eta gehiago trebatu eta paziente gehiagoren datuak jaso eta erabili, orduan eta diagnostiko hobea egingo du.

Ikertzaileek C-Path deitu diote programari (Computational Pathologist), hau da, patologo informatikoa, eta, haien esanean, “giza patologoa baino hobea” da. Izan ere, gizakia bere begien zorrotasunean eta esperientzian oinarritzen da diagnostikoa egiteko, eta programak, berriz, ehunen 6.000 ezaugarri aztertze gaitasuna du. Bide batez, konturatu dira tumore-zelulen inguruan dauden zelula osasuntsuak uste baino garrantzitsuagoak direla diagnostikoan asmatzeko.

Science Translational Medicine aldizkarian argitaratu dute ikerketa, eta, nahiz eta oraindik ez dagoen ospitaleetan erabiltzeko prest, haien helburua bada sendagileentzako tresna baliagarria bihurtzea. Horrenbestez, hori lortzeko lanean jarraituko dutela adierazi dute ikertzaileek. ●



Irudian, bularreko ehunaren 18 lagin eta C-Path programak automatikoki haiekin erlazionatu dituen egiturak. ARG.: © SCIENCE/AAAS.

Bikingoen eguzki-harria

Ipar-orratza asmatu baino lehenagoko nabigazioaren sekretua

Zientzialariek argitu dute bikingoen sekretu handi bat: zer den eguzki-harria, egun lainotsuetan nabigatzeko tresna misteriotsua. IX. eta X. mendeetan, bikingoen nabigazioak Eguzkia zuen gidari, ipar-orratza artean asmatu gabe baitzen. Baina egun lainotsuetan zailagoa zen orientatzea, eta “eguzki-harri” bat erabiltzen zuten, bikingoen Saga Nordikoko agiri zaharretan esaten denaren arabera. Dena dela, agiriez ez zuten zehazten zer zen harri hura.

1967an, Thorkild Ramskou arkeologo daniarrak proposatu zuen nabigazioan orientatzeko sekretu zientifikoa argiaren polaritatea detektatzea dela, detekzio horretatik argi-izpiak nondik datozen ondorioztatu

baitaiteke. Harria kaltzita-kristal bat izan zitekeen, oso ohikoa baita Eskandinavian. Gerora, zientzialariak saiatu dira argitzen nola igar daitekeen Eguzkiaren posizioa kaltzitararen bitartez, egun lainotsu batean.

Azken saioa Rennes 1 Unibertsitateko Guy Ropars fisikariak egin du. Eguzki-harri bat egin du, kaltzita-kristal bat zurezko ontzi batean sartuta, eta teknikaren zehaztasuna neurtu du; haren neurketen arabera, Eguzkiaren posizioa % 1eko errorearekin zehaztu daiteke, baita ilunabarrean Eguzkia sartu ondoren ere. Adituek bikingoen eguzki-harria kaltzitazko kristala zelako frogatzat hartu dute neurketa hori. ●



Guy Ropars fisikariak kaltzita-kristal bat zurezko ontzi batean sartuta egin du Eguzkiaren posizioa jakiteko balio duen “eguzki-harria”. ARG.: GUY ROPARS.

**Zientzia
eta teknologia**
Euskadi Irratiaren
sintonian,
Guillermo Roaren
eskutik



NORTEKO FERROKARRAILLA

Astearteetan, 21:00etan

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



Ametsen funtzio terapeutikoaren jatorria azaldu dute

Amets egiteak funtzio terapeutikoa duela frogatu dute Berkeley Unibertsitateko ikertzaileek (AEB). Hain zuzen ere, ikusi dute loaren REM fasean garunak esperientzia emozionalak prozesatzan dituela, eta, aldi berean, estresaren mekanismoa inhibitzen egiten dela. Horri esker, amets egitean oroitzapen mingarriak berriro bizitzen badira ere, gorputzean ez da sortzen berez bizipen horiek eragingo luketen erantzun fisiologikoa. Horrenbestez, oroitzapen horiekin lotutako emozioak leundu egiten dira, eta mina, arindu.

Ikertzaileen esanean, ikerketa lagungarria da ulertzeko zergatik duten pertsona batzuek trauma osteko asaldua. Lo egitean, nonbait, ez zaie inhibitzen estresaren mekanismoa; horren ondorioz, ezin dituzte gainditu oroitzapen txarrak, amesgaiztoak izaten dituzte, eta lo egiteko arazoa dute. Depresioa duten pertsonen ere antzeko arazoak izaten dituztela ere aipatu dute ikertzaileek.

Ondorio horietara iristeko, 35 heldu gazte osasuntsu aztertu dituzte. Bi taldetan banatu zituzten, eta talde bakoitzari eragin emozionala zuten 150 irudi ikusarazi zizkion, bitan, 12 orduko tartearekin. Bitartean, MRI eskanerraren bidez, garunaren funtzionamenduaren irudiak jaso zituzten. Lehenengo taldeak goizez eta gauez ikusi zituen irudiak, eta besteak, berriz, gauez eta goizez, lo egin ondoren.

Irudiek askoz ere erantzun emozional apalagoa eragin zuten lo egin zutenengan, bestengan baino. MRI bidezko irudietan garbi ikusi zuten amigdalak, emozioak prozesatzan dituen garunaren zatiak, erreakzio arinagoa izan zuela lo egin zutenengan, eta garunaren alderdi "arrazionalak" (cortex prefrontalak) zuela emozioen kontrola. Aldiz, bi ikustaldien artean lo egiteko aukerarik izan ez zutenengan, amigdalak jarduera bortitzagoa erakutsi zuen.

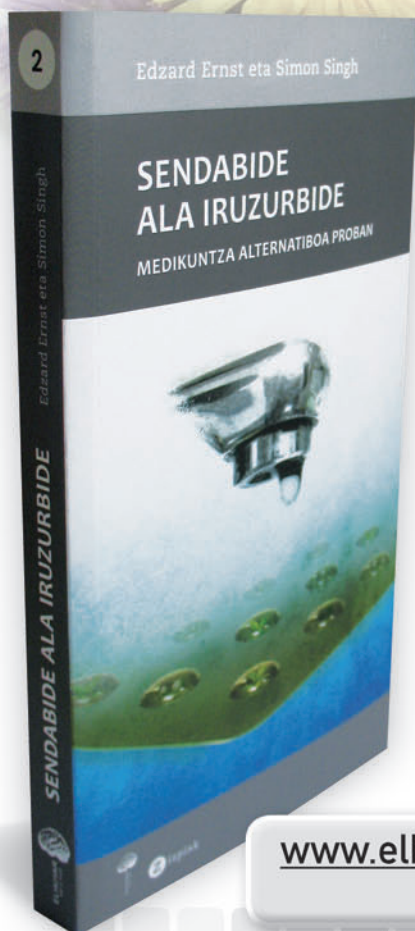
Horrez gain, lo egin zutenen taldean, konturatu ziren estresarekin lotutako neurotransmisore baten kontzentrazioa, norepinefrina, txikitu egiten zela REM fasean. Hortik ondorioztatu dute estresaren mekanismoa fase horretan inhibitzen dela.

Aipatzekoa da beste ikerketa batzuetan ere antzeman ziotela norepinefrinaren jaitsierari eta horren eragin mesedegarriari. Odol-presioa kontrolatzeko botika baten albo-ondorio gisa gertatzen zen jaitsiera, eta ondorioa zen trauma osteko asalduek zituztenek ez zutela amesgaiztorik izaten eta loaldiaren kalitatea hobetu egiten zela nabarmen. Horiek horrela, ikertzaileek iradoki dute norepinefrinaren kontzentrazioa kontrolatzea aukera ona izan daitekeela asalduek hori tratatzeko.

Ikerketa *Current Biology* aldizkarian argitaratu dute. ●



ARG.: PEDRO RIBEIRO/© ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA



**SENDABIDE
ALA IRUZURBIDE.
MEDIKUNTZA
ALTERNATIBOA PROBAN**

*Trick or Treatment?
Alternative Medicine
on Trial* liburua
aren euskarazko itzulpena.

**Egileak: Simon Singh eta
Edzard Ernst**

Eraginkorra ote da
medikuntza alternatiboa?
Proba zientifikoek
emandako ondorioak.

www.elhuyar.org/edizioak

% 20ko DESKONTUA:

- Elhuyar Fundazioko bazkideentzat
- Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren harpidedunentzat



Jogurt probiotikoak onuragarriak dira, baina haien eragina ez da hainbestearainokoa

Jogurt probiotikoen eraginari buruzko informazio esanguratsua jaso dute Washington Unibertsitatean egin berri duten ikerketa batean.

Estatu Batuetako Osasun Institutuak eta Danone konpainiak ordaindu dute ikerketa, eta haren helburua zen ikustea ea jogurt probiotikoek dituzten bakterioek baduten eraginik hesteetako bakterio-populazioan. Hain zuzen, iradoki izan dute jogurt horien bakterioak hesteetako floraren parte bilakatzen direla, eta, horren ondorioz, osasunerako onuragarriak direla. Are gehiago, jogurten ekoizleek argudio hori erabili izan dute haien produktua goraipatzeko.

Alabaina, ikerketaren emaitza seguru asko ez da jogurt horien ekoizleek eta saltzaileek nahiko zuketen bezain ona izan. Izan ere, frogatu dute jogurten bakterioek ez dutela inolako eraginik hesteetako populazioan.

Horretarako, zazpi biki-bikoterekin egin dute ikerketa. Bikietako bati bai eta besteari ez, bost bakterio-espezie dituzten jogurt probiotikoak eman dizkiete, egunean bina, zazpi astean.

Hesteetako floraren eta gorotzen laginak hartu dizkiete, jogurtak jaten hasi aurretik, bitartean eta ondoren, eta haiek alderatuta ikusi dute ez dagoela inolako aldaketarik hesteetako bakterio-populazioaren osieran. Washingtongo Unibertsitateko Jeffrey Gordon mikrobiologoak zuzendu du ikerketa, eta, haren esanean, emaitza hori “ez da harritzekoa”, jogurten bidez ematen den bakterio-kopurua huskeria bat baita hesteetan dugunarekin alderatuta.

Ikertzaileek, ordea, bikiak ez ezik, sagu gnotobiotikoak ere ikertu dituzte. Sagu horiek modu berezian hazita daude, haien hesteetan gizakiek dituzten 15 bakterio-espezie baino ez izateko. Bada, sagu gnotobiokoan hesteetan ere jogurten bakterioek ez zuten eraginik izan, bai ordea gene batzuen espresioan; zehazki, karbohidratoen metabolismoan garrantzitsuak diren entzimak kodetzen dituzten gene batzuetan.

Saguen gernuko metabolitoak aztertuta, ikertzaileek baieztatu dute jogurt probiotikoak jateak metabolismoa aldarazten duela. Horrenbestez, badirudi



ARG.: HIPPIETRAIL.

jogurt probiotikoek entzima batzuen geneen espresioa areagotzen dutela, eta, horren ondorioz, karbohidratoen metabolismoa hobetzen dela.

Ikertzaileek berek onartu dute zazpi bikote gutxi direla behin betiko ondorioak ateratzeko, baina, bestalde, azpimarratu dute sagu gnotobiotikoak aproposak dirudutela era horretako ikerketak egiteko. *Science Translational Medicine* aldizkarian argitaratu dute ikerketa. ●



ARG.: © JL/123RF

Telelaguntza kirolarientzat

Kirol- eta psikologia-aholkularitza on line jasotzeko aplikazio bat garatu du María Palacios informatika-ingenariak. Erremintak Teskal du izena, eta bakarrik bidaiatzen duten kirolariei zuzenduta dago, erraztu egiten baitu horien eta prestatzaileen arteko komunikazioa. Galdetegi-sorta bat da oinarrian; eta kirolariaren aldartea, antsietatea, emozio-kontrola, kontzentrazioa... neurtu eta transmititzen ditu. Horri esker, kirolariaren indarguneak eta ahulguneak

identifika ditzake entrenatzaileak, eta trebakuntza-planak proposatu, espazioaren eta denboraren mugak gaindituta. Donostiako Iceberg enpresan egin du aplikazioa Palaciosen, EHUn laguntzaz. Eta ikertzaileak azaldu duenez, web-aplikazio horrek oso harrera ona izan du, kirolarien generoa zein kirol-mota (banakakoa nahiz taldekakoa) edozein izanda ere. ●



Aldizkari bakarra, zuk nahi adina forma



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

Orain *Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkariko harpidedun eginez gero, aldizkaria hilero etxean jasotzeaz gain, **Interneteko edizio digitalera sarbidea izango duzu, prezio berean.** Etxean nahiz kalean zurekin eraman gaitzazun.

Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkariaren urteko harpidetza-saria: 49,50 euro lehenengo urtean, eta 42 euro bigarren urtetik aurrera.

Edizio digitalera soilik harpidetu nahi baduzu, urteko harpidetza-saria 19 euro da.

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



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Higgs bosoiaren zantzuak detektatuta

Ezin da erabat baieztatu, baina CERNeko LHC azeleragailuan egin dituzten esperimentuetan Higgs bosoiaren seinaleak aurkitu dituzte. Bi taldek eman dute albiste bera; detektagailu banarekin egiten dute lan (ATLAS eta CMS), eta biek aurkitu dituzte bosoiaren seinaleak. Gainera, bietan antzeko masa neurtu diote partikulari, 126 eta 124 GeV/c², hurrenez hurren.

Hala ere, emaitza hori baieztatu beharra dago oraindik. CMS azeleragailuan lan egiten duen Guido Tonelli bozeramaileak oso argi esan die *Nature* aldizkariako albistei: “Ez dugu bildu benetako aurkikuntza bat izateko adina datu”. Modu bertsuan hitz egin die Fabiola Gianotti ATLAS esperimentuaren bozeramaileak ere *Nature*koei; ados agertu da Tonelliren iritzia ere, eta kasurik okerreanean jarri da: “Arraroa

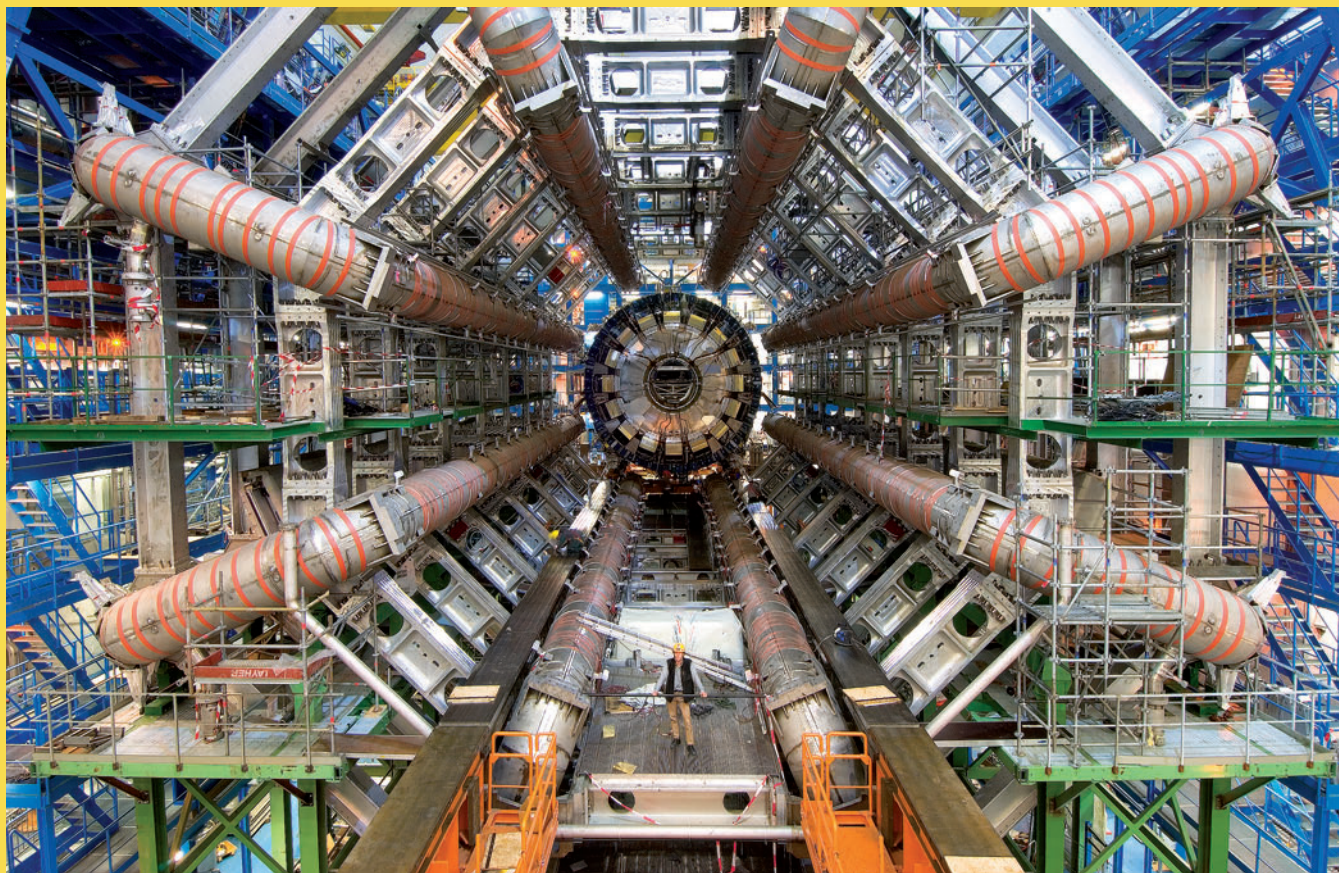
izango litzateke, baina [seinalea] hondoko fluktuazio bat izan liteke”. Noizko jakingo dute aurkikuntza baieztatzen den ala ez? Bada, Bill Murray ATLAS detektagailuaren zuzendariaren arabera, 2012an egindako esperimentuek baieztatuko dute.

Zalantzarik gabe, Higgs bosoiak detektatzea da gaur egungo partikulen fisikak duen helbururik handiena. Zergatik? Partikula hori existitzea beharrezkoa delako zientziak ontzat ematen duen oinarritzko partikulen teoria —alegia, eredu estandarra— zuzena izateko. Eredu horrek ez du partikula-multzo osoa bakarrik esplikatzen, baizik eta baita fisikaren oinarritzko indar gehienak ere.

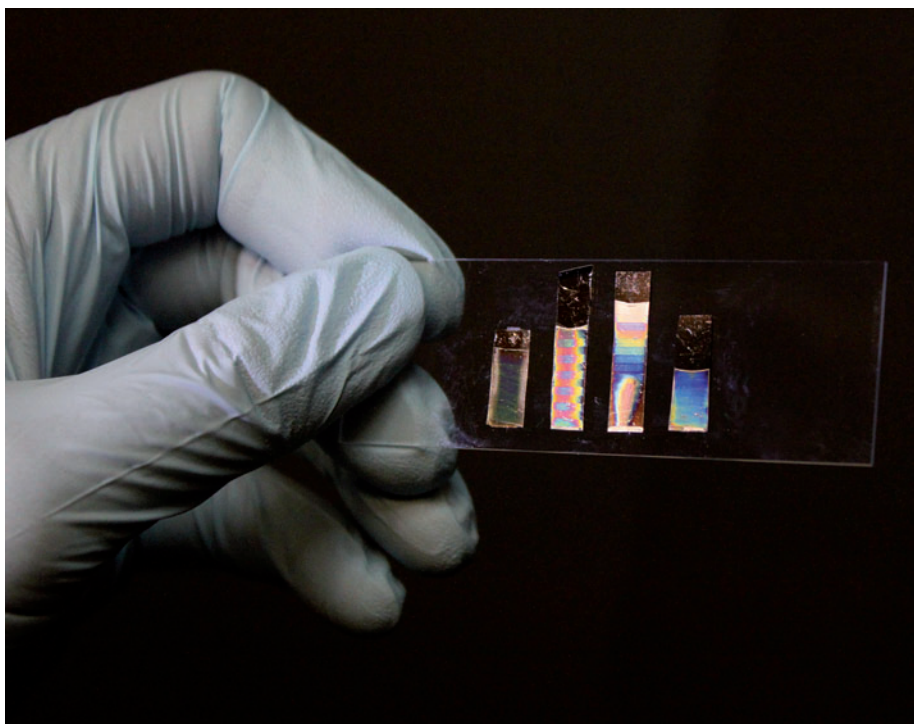
Abenduaren 13an aurkeztu zituzten datuak itxaropena izateko modukoak dira. Baina Higgs bosoiak existitzen ez

bada, eredu estandarrak ezin du esplikatu zergatik duten masa partikula batzuek, eta beste batzuek ez. Indar nuklear ahula garraiatzen dutenek, W eta Z bosoiak, oso masa handia dute; eta elektromagnetismoa garraiatzen dutenak, fotoiak, masarik gabekoak dira. Hori ezin bada esplikatu, bi indar horiek batzen dituen indar orokorraren teoria, indar elektroahularena, ezin da ontzat eman, eta fisikaren adar handi bat oinarritzko gabe geldituko litzateke.

Higgs bosoiaren bilaketa bukaerara iristen ari da. Kalkulu teorikoei zioten masa-tarte jakin batean egon behar duela, eta, aurkeztu berri dituzten emaitzak baieztatzen badira, dagoeneko zehaztu dute zein den masa hori. Horrek esan nahi du fisikariak badakitela nolako esperimentuak egin behar dituzten 2012an aurkikuntza baieztatzeko. ●



ATLAS detektagailuan detektatu dute Higgs bosoiaren seinale indartsuena. ARG.: CERN.



Birusen gainean hazitako ehunak; bakoitzak ehundura eta argia islatzeko propietate jakin bat du.
ARG.: BERKELEYKO KALIFORNIAR UNIBERTSITATEA.

Birusak substratu gisa erabilia, ehunak sortu dituzte laborategian

Birus-geruzaren arabera, mota bateko edo besteko ehunak lortu dituzte

Kaliforniako Unibertsitateko eta Lawrence Berkeley Laborategi Nazionalako ikertzaile batzuek lortu dute zelulak birus-geruza baten gainean haztea. Ikusi dute, gainera, birus-geruzaren egituraren arabera, zelulek era bateko edo besteko ehunak eratu ditzaketela. Naturan ere gertatzen dira horrelakoak: oinarritzko molekula jakin batetik abiatuta —esate baterako, I motako kolagenotik—, larruazala, hezurra edo begiko ehuna sor daiteke. Bat edo bestea eratzea, hain zuzen, kolagenozko beste molekularekin eta beste osagai batzuekin lotzeko erak zehazten du.

Egindako ikerketan, M 13 deritzen birusetan aberatsa zen gatz-disoluzio bat eta xafla bat erabili zituzten ikertzaileek hasieran. Xafla disoluzioan sartu eta atera egin zuten, eta lehortzen utzi gero, birus-geruza sor zedin. Ikusi zutenez, zenbat eta handiagoa izan disoluzioaren birus-kontzentrazioa, orduan eta konplexuagoa zen birusek

xaflan eratzen zuten egitura. Mililitroko 0,1-0,2 miligramokoa zenean kontzentrazioa, gailurrak eta sakonuneak zituzten geruzak ikusi zituzten. 6 mg/ml-ra igotzean, berriz, fideo txinatarren antzeko formak zituzten geruzek. Halaber, ikertzaileak ohartu ziren xaflak disoluziotik ateratzeko abiadurak ere nolabaiteko eragina zuela; hain zuzen, geruzen propietate optikoak aldatzen zirela.

Birus-geruzak zelulak hazteko substratu gisa erabili zituzten ondoren. Bada, geruza-motaren arabera, zelulak desberdin hazi zirela ikusi zuten ikertzaileek. Substratuetakoa batean, adibidez, hortzetako esmaltearen antzeko ehuna sortzea lortu zuten. Aitortu dute jakin badakitela erabili duten prozesuak ez duela inolako antzik ehun horiek berez sortzeko duten moduarekin. Dena den, garrantzitsutzat jo dute ikustea zer garrantzitsuak diren inguruko faktoreak. ●

Aldizkariaren urteko aleen bilduma egiteko azalak

ELHUYAR
Zientzia eta teknologia

2011

Eskaerak:
eskaerak@elhuyar.com
tel.: +34 943 36 30 40



Zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa



MUNDU IKUSGARRIA

PLITVICE

aintziren parkea



URAK BESTE INON EZ BEZALAKO
ESMERALDA-KOLOREA hartzen du
Plitviceko Parke Nazionalan,
Kroaziako Lika eskualdean.
Aintzirak, ur-jauziak eta iturburuak
tartekatzen dira, ikuskizun ezin
ederragoa eskaintzeko.

Parkeak 30.000 hektareako azalera
du; haietatik 22.000 basoa dira,
eta gainerako 8.000 hektareak ura.
Altuera desberdinetan dauden
16 aintzira, ur-jauzien bidez lotuta.
Guztira, 92 ur-jauzi.



ALAITZ LETE/ © ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ©

ALAITZ LETE/ © ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ©

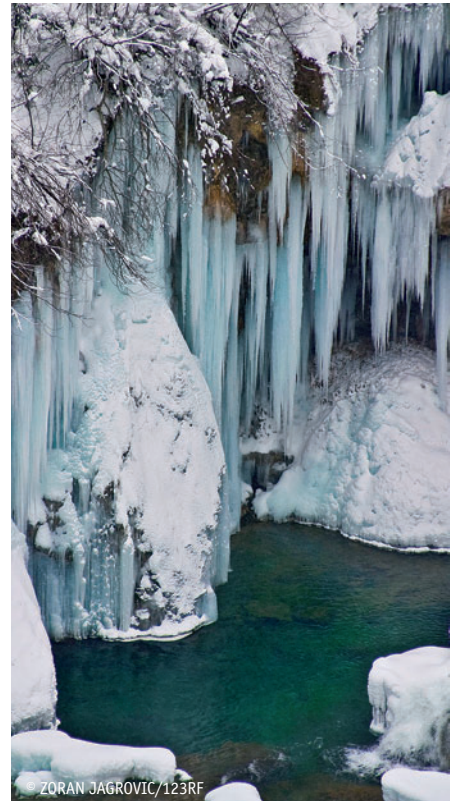
Urak trabertinoan zulatutako presa naturalak dira aintzirak. Trabertinoa kareharri-mota berezi bat da, leun-leuna. Kareharri-mota hori ur karstikoetan sortzen da, mikroorganismoen, algen eta goroldioaren eraginez urak disolbatuta duen karea pilatzen denean.

Zurezko bidezidorrei esker, bisitariek ur-jauzietara hurbiltzeko aukera dute. Bide horiek, gainera, aintziren lehengaia babesteko balio dute, trabertinoa erraz hondatzen baita zapalduz gero.

Jende gehiena udan joaten da Plitvicera, urtarorik lehorrenean. Hala ere, beti aurkitzen dute ura, aintzirak inguratzen dituzten mendietan urtze-aldia motela baina etenik gabekoa delako. Baina toki hau ikusgarria da neguan ere. Gehienetan, elurrak inguru osoa estaltzen du, eta ur-jauzi txikiak izoztu egiten dira. ●



© PIOTR PALACKI/123RF



© ZORAN JAGROVIC/123RF



ALAITZ LETE/© ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

TEKNOPOLIS

Zientzia eta teknologiaren dibulgazio-magazina

etb ❶ Igandeetan, 15:15ean

etb ❷ Igandeetan, 10:30ean

etb ❸ Asteazkenetan, 23:00etan.

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



BABESLEAK



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

EUSKO JAURLARITZA

HEZKUNTZA, UNIBERTSITATE
ETA IKERKETA SAILA

GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE EDUCACION,
UNIVERSIDADES E INVESTIGACION

EUSKO JAURLARITZA

INDUSTRIA, MERKATARITZA
ETA TURISMO SAILA

GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA,
COMERCIO Y TURISMO

ikerbasque
Basque Foundation for Science

MONDRAGON
UNIBERTSITATEA

zientzia zabal zatu
UPV - EHU



MARÍA VALLET

Biomaterialetan aditua

ARGAZKIAK: JON URBE/ARGAZKI PRESS

OIHANE LAKAR IRAIZOZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

“**U**ne batean, materialak kaltegarriak izateari beldurra galdu zitzaion, eta ikusi zen onura ere ekar dezaketela”

1990. urtean Farmazian lortu zuen katedra María Vallet kimikariak, eta ordura arte ikergai zituen materialentzat aplikazio berriak bilatzen hasi zen, “nire ikasle berrientzat interesgarriak izan zitezten”. Horrela hasi zen medikuntzarako biomaterialak aztertzen, alegia, sistema biologikoekin elkarrekintzan jartzen diren materialak aztertzen. Orain, dagoeneko sortutako materialak “doitzen eta hobetzen” aritzen da, baita hirugarren belaunaldiko material deritzenak aztertzen ere, “arazo larri eta zailei” konponbidea bilatzeko. Besteak beste, hezurak birsortzen eta botiken garraio eta dosifikazio selektiboa egiten laguntzen duten biomaterialak sortu ditu.

Medikuntzan erabiltzeko materialen eboluzioan, hiru une edo urrats garrantzitsu bereizten dituzu.

Bai. Hasieran, materialok ez ziren diseinatzeko; erabili egiten ziren. Giza gorputzean sar zitezkeen materialak ziren, aparteko kalterik eragiten ez zutenak, eta gaitzen bat osatzeko balio zuten. Hala hasi ziren erabiltzen. Lehenengo belaunaldiko materialak ziren haiek, eta inerteak ziren. Geroago, bigarren belaunaldikoak etorri ziren: une batean, materialak kaltegarriak izateari heldurra galdu zitzaion, eta ikusi zen onura ere ekar dezaketela, hala nola hezurra birsor dezaketela. Bigarren belaunaldiko materialak biodegradagarriak eta bioaktiboak [ehunek modu jakin batean erantzutea bultzatzen dute] dira. Azkenik, XX. mendearen bukaeran, biomaterialekin lanean ari den jendea jabetzen da protagonista nagusia biologia dela, ez materiala, eta materialek biologiaren zerbitzuan egon behar dutela. Orduan hasten da materialen hirugarren belaunaldia. Eta orain horietan ari gara lanean.

Batzuk agertzeak ez du ekarri aurretik zeudenak desagertzeara edo ordezkatzeara, ezta?

Ez, noski. Une honetan lehenengo eta bigarren belaunaldikoak erabiltzen dira medikuntzan; hirugarren belaunaldikoak ikerketa-mailan daude oraindik. Eta, ikerketa-mailan, inplante horiek hobetzen ere saiatzen gara: ikusten dugu ea ba ote dagoen balio erantsi handiagoa ematerik, edo akabera hobea... hau da, doikuntzak egiten eta hobetzen saiatzen gara, ematen dituzten arazoak saihesten, konponbideak bilatzen, edo arazorik ez gertatzeko alternatibak aurkitzen. Beraz, bai, lehenago sortutakoak erabiltzen eta hobetzen jarraitzen dugu.

MARÍA VALLET REGÍ



María Vallet Regí (Las Palmas, 1946), Kimikan doktorea da, eta Madrilgo Unibertsitate Konplutensean egin du ikerketa-ibilbide osoa. 1990ean Farmazia Fakultatean lortu zuen katedra, eta orduan murgildu zen biomaterialen munduan. 2008an, Leonardo Torres Quevedo Ingeniaritzako Ikerketa Sari Nazionala jaso zuen, traumatologian, odontologian eta ehun-ingeniaritzan erabiltzeko biomaterial zeramikoaren eta bestelako biomaterialen alorrean egindako ekarpenengatik. Dagoeneko bederatzi patenteren egilea da.

Medikuntzan gero eta material gehiago erabil daitezkeela diozu, halaber. Zein da, ordea, erabilera hori ematera iristeko prozesua? Medikuntzan baino lehen, beste zerbaitean erabiliko ziren materialok... kasualitate asko gertatzen dira?

Lehen, horrelako kasu gehiago egoten ziren. ‘Serendipia’ esaten zaio horri, eta zientzian betidanik gertatu da: gauza baten bila zabiltzala beste bat aurkitzea da. Hala ere, ezinbestekoa da jakintza-maila bat izatea, eskuartean duzun horrek beste zerbaitearako balio dezakeela jakiteko. Bestela, ez zara horretaz ohartuko.

Beraz, galderara itzuliz, lehenengo belaunaldiko materialetan bai, gertatzen ziren horrelakoak: zoriz, ikusten zen material jakin bat erabilgarria izan zitekeela. Izan ere, materialak ez ziren medikuntzarako diseinatzeko, beste erabilera batzuetarako baizik, eta ikusten zen gorputzak ez zituela errefusatzeko, eta funtzionatu egiten zutela arazoren bat konpontzeko. Helburua zen erreakzio arrarorik ez eragitea, eta toxikoak ez izatea.



Baina biomaterialen mundua garatuz joan ahala, gauzak jadanik ez dira horrela gertatzen. Orain, biomaterialen industria bat dago, eta konpondu nahi den horretarako diseinatzen dira berariaz materialak.

Eta, zuek, zehazki, norantz bideratzen ari zarete zuen ikerketa-lerroak?

Gure taldean, dibertsifikatuta ditugu ikerketa-lerroak. Alde batetik, zati klasikoa dugu: zeramikazko aldamioak eta ordezkio piezak sortzen ditugu, inplanteak hobetzen dihardugu, bakterioek ez dezaten eranstetik izan, adibidez, zeramiken barruan botikak sartzeko prozesua hobetu nahian gabilta. Dagoeneko existitzen dena hobetzen saiatzen gara, oro har. Eta, beste alde batetik, alde berriago batean ari gara, eta hor sartzen

dira nanoteknologiari lotutako ikerketak. Adibidez, botikak askatzeko eta hezurra birsortzeko gai diren material adimendunak sortzen ari gara; aplikazio bakar batek bi funtzio horiek izatea lortu nahi dugu.

Zure aurreko jarduerak, material magnetikoetan lanean aritu izanak, laguntzen dizu orain materialak sortzeko?

Bai, zalantzarik gabe. Esate baterako, partikula-tamaina txikiko material magnetikoekin aritu nintzen lanean garai batean, audio- eta bideo-zinten erregistro magnetikoan erabiltzen direnekin. Oso garrantzitsua zen oso partikula txikiak sortzea. Partikulen tamaina eta morfologia kontrolatuz materialak sintetizatzen espezializatu nintzen ni, eta ikasitakoa primeran etorri zait oraingo ikerketetan. Izan ere, garai hartako teknologietarako erabiltzen ikasitako ekipamendua erabiltzen ari naiz orain nanopartikulak egiteko.

“Orain, biomaterialen industria bat dago, eta konpondu nahi den horretarako diseinatzen dira berariaz materialak”

Eskuartean dugun lerro batean, matrize bat sortu dugu, poroduna, eta barruan botikak sar ditzakegu. Kasu jakin horretan, zitotoxikoak sartzen ari gara, minbizia tratatzeko erabili nahi ditugulako matrizeok. Bada, matrizearekin batera nanopartikula magnetikoak sortu ditugu, matrizearen poroen neurri berekoak. Eta bi materialak (matrizea, batetik, eta, nanopartikulak, bestetik) DNA-harizpi osagarriekin funtzionalizatu ditugu. Elkartzean, harizpiak elkarri lotzen zaizkio, eta poroak itxi egiten dira, Hala, nanopartikulek tapoi-funtzioa egiten dute. Erabili nahi den gorputz-zati edo ehunera iristean, berriz, eremu magnetiko baten eraginean jartzen ditugu, nanopartikula magnetikoak askatu egiten dira, eta botika kanporatu egiten da.

Hitz egin dezagun hezur-ehuna birsortzeko zeramikei buruz. Material horiek inplantatuta, gorputzak hezurra sortzera bultzatzen da. Nola egiten da hori; hau da, nola lortzen da zeramika bat sartuta gorputzari modu jakin batean erantzunaraztea?

Tira, gure hezurak material konposatuak dira; batetik, osagai organiko bat dute, matrize bat, eta, bestetik, osagai ez-organiko bat, apatitazko nanokristal txikitxo batzuk. Beraz, ideia da kanpotik osagai ez-organikoa ematea (zeramika); gorputzak horren aurrean erantzungo du, eta osagai biologiko guztiak sortuko ditu. Zelulak dira hezurra sortzen dutenak.

Zeramikaren helburua da nolabaiteko egonkortasuna ematea hezurra birsortuz joan dadin. Gainera, oso biodegradarria eta bioaktiboa denez, zeramikazko aldamioaren desagertze-abiadurak hezuraren sortze-abiaduraren parekoa izan behar du. Gakoa da hori, bata desagertu ahala bestea sor dadin. Hala, hezurra erabat sortuta dagoenean, ez da ezer geldituko jarritakotik.

Beste ezer txertatu gabe hezurra birsotzea lor badaitenke ere, prozesua bultzatzeko eta azkarrago gertatzeko elementuak ere erants daitezke. Aldamioaz gain, birsortze-prozesuan zelulek eta hazkuntza-faktoreek (eta, oro har, hezurra sortuko duten zelulak erakartzen dituzten seinaleek) hartzen dute parte. Orduan, arazo bat egon denean, eta hezur-zati bat kendu denean, zeramika jartzeaz gain, ehun-ingeniaritza egin daiteke, adibidez, eta zelulak erein, eta hazkuntza-faktoreak gehitu.

Zer abantaila du horrek hezur-mentuen aurrean, adibidez?

Medikuek beti esaten dute hezur autologoa, pazientearena berarena, urrezko patroia dela, ezerk ez duela hori baino hobeki erantzungo. Baina, horretarako, bi ebakuntza egin behar dira: batetik, hezurra kendu behar dizute gorputz-atalen batetik, eta, bestetik, behar duzun lekuan jarri behar da. Eta, gainera, kontuan izan hezurrak oso hondatuta dituzten pertsonetan egiten direla horrelakoak. Beraz, beti ez da posible. Baina, za-

“Botikak askatzeko eta hezurra birsortzeko gai diren material adimendunak sortzen ari gara”

lantza-izpirik gabe, norberaren ehuna da biobateragarria eta egon daitekeen ehunik aproposena.

Gorputz-atal askotarako protesiak eta ordezkoko materialak dauden bezala, noraino iristen dira hirugarren belaunaldiko materialak?

Esan bezala, ikerketa-mailan daude oraindik. Hau da, haiek ikertzen dihardugu. Nire ustez, etorkizun hurbil batean irtenbide berriak aterako dira. Baina ez dira izango irtenbide iraultzaileak. Alegia, ez dut uste inoiz bazterrean utziko dituztenik gaur egun erabiltzen direnak. Zorionez, gure arazo ohikoenek ez dituzte behar izaten horrelako konponbide konplexuak. Material horiek arazo larrietarako dira, oso arazo berezietarako, oso zailletarako. Baina horiek ere behar dute irtenbidea. ●



3Dko

ANA GALARRAGA Aiestaran
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

AVATARRAK

fikziotik errealitatera

SENDAGILEEN LAGUNTZAILE IZATEKO AVATARRAK SORTU DITU TECNALIAK

Ohituta gaude 3Dko avatarrak ikusten bideo-jokoetan, filmetan eta entretenimenduaren industriaren beste zenbait produktutan; ez hainbeste, ordea, medikuaren kontsultan edo etxean, eta are gutxiago norberaren itxura duten avatarrak. Alabaina, Tecnaliak garatu duen proiektuak arrakasta badu, litekeena da avatarrak ohiko bihurtzea medikuntzaren arlo batzuetan.

3Dko avatar pertsonalizatuak egiteko teknologia merkea eta erabilerraza asmatu du Tecnaliako Media Unitateak. Hain justu, helburu horrekin jarri zuten abian proiektua, Concepción Cortés ikertzailearen esanean: “3Dko avatarrak sortzeko erabiltzen den teknologia oso konplexua da, eta, beraz, baita garestia ere. Gure asmoa teknologia merkea asmatzea izan da, erabiltzaile gehiagorengana iristeko aukera izateko”. Eta dagoeneko badituzte emaitzak.

Cortések azaldu duenez, bideo-jokoetan, filmetan eta halakoetan azaltzen diren 3Dko avatarrak egiteko, bi bide nagusi daude: berariazko hardwareak erabiltzea edo software modelatzaileak baliatzea. Biak ere metodo konplexuak dira, prozesu asko eskuz egin behar baitira, eta adituek baino ezin baitituzte egin. Horrenbestez, aplikazio ugari izan badituzkete ere, prezioa oztopo gaindiezina bihurtzen da kasu askotan.

Horiez gain, 3Dko eskanerrak ere erabil daitezke avatarrak sortzeko. Cortésen iritziz, haien itxura onargarria bada ere, “animatzeko, hau da, mugimendua emateko, zailtasun handiak izaten dituzte”.

SINPLETASUNA HELBURU

Metodo horien aldean, Tecnaliako Media Unitatean garatutako sistemak 3Dko avatarrak pertsonalizatzeko irtenbide “sinplea, eraginkorra

eta erakargarria” eskaintzen du, egileen hitzetan. Cortések berak ere oso modu errazean azaltzen du sistemaren funtzionamendua: “Persona baten aurpegiaren avatarra sortzeko, adibidez, maskara batetik abiatzen gara. Webcam arrunt batekin pertsonaren 2Dko irudiak hartzen ditugu, eta, horietan oinarrituta, maskara modelatzen da”.

Horretarako, maskarak zehazki lokalizatuta ditu puntu jakin batzuk. Programak, puntu horiek identifikatzen ditu erabiltzailearen irudian, eta maskarak dituenekin erlazionatzen ditu. Maskararen geometria oso moldagarria denez, erraz moldatzen da erabiltzailearen ezaugarrietara, eta, puntu batzuetan, 3Dko aplikazio bat ere erabiltzen du, geometria are gehiago fintzeko.

Dena dela, ez da hor bukatzen sistemaren lana. Geometria moldatu ondoren, sistemak algoritmo bat erabiltzen du ehunduraren “mapa” egiteko. Horraino, sistemak nahikoa du erabiltzailearen aurpegiaren aurrez aurreko argazki bakar bat.

Mugimendua emateko, irudi gehiago behar dira; baina, horiek edukita, mugimendua ia denbora errealean emateko aukera eskaintzen du sistemak. Cortésen arabera, “gure sistemaren bitartez lortzen diren avatarrak ez dira hasieran aipatutako metodoekin egiten dituzte-

nak bezain txundigarriak, baina kalitate onargarria dute, guk helburutzat ditugun aplikazioetarako”. Oraingoz, medikuntzan aplikatzeko prestatu dute sistema; zehazki, kirurgia plastikoaren alorrean, eta alzhemerraren diagnostikoan eta tratamenduan.

MODELVIR, GEROA ISPILUAN

Cortésen arabera, kirurgia plastikoa egin behar duen pertsona batentzat, oso garrantzitsua da ebakuntzaren ondoren izango duen itxura erreala ikusteko aukera izatea. “Izan ere, gerta daiteke pertsona horrek itxaropen faltsua izatea. Hori hala balitz, litekeena da pertsona horrek arazoak izatea ebakuntza egin ondoren”. Arrisku hori saihesteko sortu dute Modelvir aplikazioa.

“Kirurgialariek ez dituzte simulazio-programak izaten pazienteari gero izango duen itxura erakusteko; normalean, argazkien gainean egindako marrazkiak erabiltzen dituzte pazienteari zer egingo dioten eta zer ondorio izango dituen adierazteko. Modelvirrek irtenbide eraginkorra eskaintzen du, eta emaitza askoz ere hobea da. Gainera, erabilerraza eta merkea da”, dio Cortésesek.

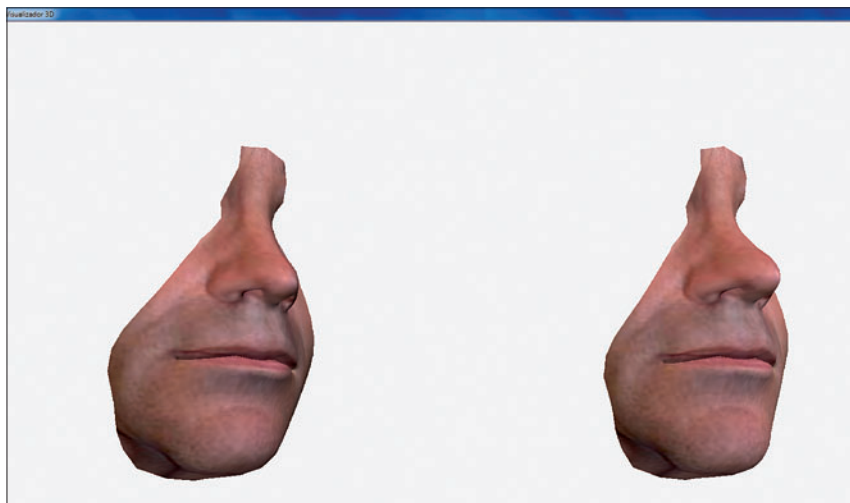
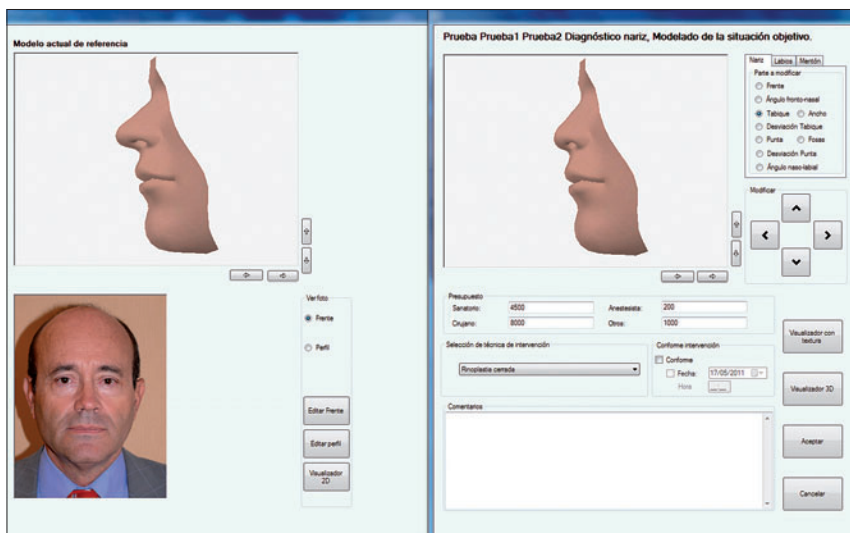
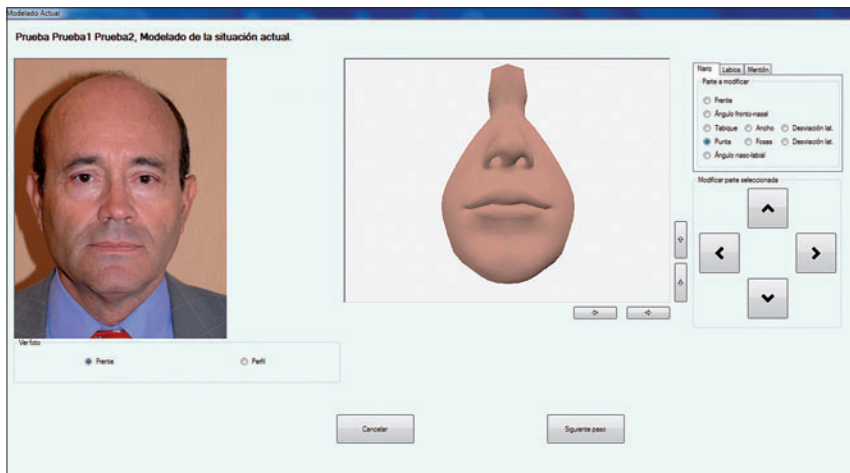
Teknologia merkea eta erabilerraza sortzea izan da Tecnaliaren asmoa, erabiltzaile gehiagorengana iristeko.

Bularreko, ezpainenako, sudurreko eta kokotseko kirurgia plastikoan erabil daiteke Modelvir, “baina, eskaera badago, beste atal batzuetarako ere presta daiteke”.

Cortésen esanean, ez da trebakuntza berezirik behar sistema erabiltzeko: “Kirurgialariak pazientearen irudiak har ditzake, ordenagailuaren web-kameraren bidez, edo artxiboko irudiak erabili. Edonola ere, 2Dko irudiak dira, eta interesatzen zaizkion puntuak markatzen ditu kirurgialariak horietan. Gero, interfaze erraz batean, operatzean egingo dituen aldaketak irudikatzen ditu, eta sistemak irudian markatutako puntuekin erlazionatzen ditu. Gainera, sistemak berak ehundura ere jartzen du”. Hala, 3Dko avatarra sortzen du, pazienteak operatu ondoren izango duen itxurarekin.

Onura batez ere psikologikoa da pazientearentzat, baina kirurgialariari beste era bateko laguntza ere eskaintzen dio; pazientearen historia artxibatzeko, datuak kudeatzeko, eta ope-





Modelvir aplikazioaren irudiak: goiko bietan, eredia nola modelatzen den azaltzen da; behekoan, benetako itxura eta itxaroten dena alderatzen dira. ARG.: TECNALIAKO MEDIA UNITATEA.

ratu aurreko eta ondorengo prozesuaren jarraipena egiteko aukera ematen baitu, besteak beste. "Oso moldagarria da, eta kirurgialari bakoitzak bere beharren neurria jarri eta erabil dezake", baieztatu du Cortésesek. Dagoeneko erabili dute paziente batekin.

ELKARREKINTZAN LAGUNTZEKO

Alzheimerraren tratamenduan erabiltzeko aplikazioa, berriz, oraindik ez dute pazienteekin erabili, baina prest dute horretarako aukera izandakoan aplikatzeko. Alzherapy du izena, eta haren helburua da pazienteari, haren zain-tzaileari eta sendagileari laguntzea.

Hain zuzen ere, xede bera dute denek: gaixoaren bizi-kalitatea hobetzea eta gaitzaren garapena moteltzea. Azken xede horrekin, urteak dira ordenagailuan egiteko ariketa bereziak diseinatu zituztela. Alabaina, alzheimerra nahiko aurreratuta dagoenean, zaila izaten da gaixoa motibatzea ariketak egin ditzan. "Horretarako, asko laguntzen die pertsona ezagun baten laguntasuna jasotzeak; adibidez, zain-tzailearena, askotan familiako edo hurbileko pertsona bat izaten baita, eta harengan konfiantza izaten baitu", azaldu du Cortésesek.

Hori aintzat hartuta, Alzherapyk gaixoaren konfiantzako pertsona horren avaterra sortzen du, gaixoari ariketak egiten laguntzeko. Kasu honetan, abatarrak, itxuraz gain, ahotsa ere imitatzen du, gaixoaren arreta bereganatzeko. Hala, ordenagailuarekin elkarrekintzan egoten laguntzen dio gaixoari, eta ariketak egiteko jarraibideak eskaintzen dizkio.

Oraingoz bi aplikazio sortu dituzte: **kirurgia plastikorako eta alzheimerraren tratamendurako.**

"Gainera, sistema gaixoaren gaitasunera egokitu-tuz joaten da, ariketak ez daitezen izan ez errazegiak ez zailegiak. Horrekin, interesa galtzea saihesten da", gehitu du ikertzaileak. Bide batez, zain-tzailearen lana arintzen du, avatarrari esker ez baita beharrezkoa inor gaixoarekin egotea, ariketak egiten ari den denbora osoan.

Bestalde, sistemak sendagileari bidaltzen dio informazio guztia, eta horrek aukera ematen dio gaixotasunaren bilakaeraren jarraipena egiteko. Diagnostikoan ere lagungarria izan daiteke: "Pazientearen inguruko pertsonen avatarrak izanez gero, pazienteak ezagutzen ote dituen ikusteko erabil daitezke", argitu du Cortésesek.

Proiektua amaituta dago. Orain, ikusteko dago zer eskaera duen eta zer dioten erabiltzaileek. ●

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 Babestekoa, betetik, jakinarazten dizugu zure datu pertsonalak BERRIA HEDABIDEEN FUNDazioAREN fitxategi automatizatu batera pasatuko direla. Zure esku dago ikusteko, zuzentzeko, ezeztatzeko 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

Izar gazte baten
inguruko materia-diskoa.
ARG.: ESO/LUIS CALÇADA.

Luis Calçada eta
urrutiko munduen
erronka



30

Manu Ortega:
zientziaren historia
biziberrituz



38

Artista baten burua argazki-kamera iristen ez den tokira iristen da. Ikusi ezin diren objektuak eta egoerak ikusgai bihurtzen ditu artistak, eta ikusleari gerturatzen dizkio. Hala, gizartearen irudi-beharra asetzen du, gaur egun gizakiak irudi-premia duelako esparru guztietan. Zientziaren dibulgazioa ez da salbuespen bat. Hain zuzen ere, zenbait artista horretan espezializatu dira. Luis Calçada eta Manu Ortega, adibidez. Ikusi ezin denaren zientzia aurkezten dute irudi ikusgarrien bitartez. Ikusezinaaren ilustratzaileak dira.

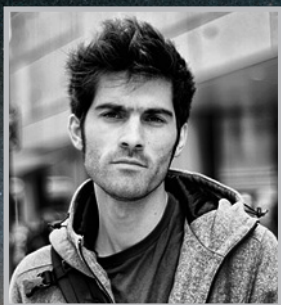
GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

IKUSEZINA IKUSGAI

ILUSTRATZAILEEN EKARPENA ZIENTZIAREN KOMUNIKAZIOARI

Artista baten begirada urrutiko munduetara

LUIS CALÇADAK
MUNDUKO TELESKOPIO HANDIENAK
KUDEATZEN DITUEN ESO ERAKUNDERAKO
EGITEN DITU ILUSTRAZIOAK



Planeta bat Beta Pictoris
izarren sistemako
diskoaren barruan.
ARG.: ESO/LUIS CALÇADA.

Luis Calçada portugaldarra da, baina München bizi da, Alemanian. “Lanekoekin ingelesez egiten dut”, esaten du barrez, “nire alemana oso txarra da”. Baina gizon bizkorra da; astronomoa eta artista da, eta bi espezialitate horiek konbinatuz egiten du lan.

München dihardu lanean ESO erakundeak bertan duela *Education and Public Outreach* izeneko saila; alegia, hezkuntzaz eta dibulgazioaz arduratzen den taldea. ESO (*European Southern Observatory*) Europako astronomiaren ikerketarako nazioarteko erakunde publiko bat da; dagoeneko, munduko teleskopio handienetakoa batzuk eraiki ditu, eta are teleskopio handiagoak eraikitzeko bidean dago. Calçadaren saila erakunde handi horren funtzionamenduaren osagai txiki bat da. “Erakunde oso zabala da. Ingeniariak ditugu; haiek teleskopioak diseinatzeko eta egiten dituzte. Gero, zientzialariak dau-

de, teleskopio haiekin unibertsoa ikertzen dute. Eta, azkenik, gure taldea dago”.

Calçadaren lana da zientzialarien lana publikoari helaraztea irudien bitartez: “Zientzialarien eta hiritarren arteko zubi-lana egiten dugu. Beraz, gure lana ikerketaren emaitzekin hasten da. Zientzialariak guregana datoz, eta esaten digute zer emaitza argitaratu nahi dituzten publiko orokorarentzat”. Batzuetan, kontrako bidea ere izaten da; alegia, komunikazio-taldekoak zientzialariengana joaten dira argitaratzeko zerbait interesgarria ote duten galdetzeraz. Eta hortik abiatzen da ilustratzailearen lana: “Zientzialariak ikerketen emaitzak kontatzen dizkigute, eta, ilustrazioa behar baldin bada, guk sortzen dugu, publikoak errazago uler ditzan emaitzak. Emaitzak azaltzeko, zientzialariak grafiko konplexuak erabiltzen dituzte gehienetan, espektrometroak irudikatutako espektroak



eta horrelako materiala. Guk, ordea, publiko orokorrerako interpretazio errazago bat sortu behar dugu”.

Zientzialarien eta publikoaren arteko zubi-lana egiteko, artistak bi aldeei begira egoten dira. Calçadak beharrezkoa ikusten du egiten duen lana, zientzialarien emaitzak harrigarriak eta interesgarriak diren arren ulertzen zailak izaten direlako askotan. Eta emaitzak konplexuak ez badira ere, agian zailak dira irudikatzen. Lan hori aurre egiteko, bere baitan dituen bi profesionalek lan egiten dute elkarrekin, alegia, astronomoak eta artistak: “Nik neuk astronomiaz dakidana ere erabiltzen dut. Eta, askotan, interpretaziorako tokia ere badago. Koloreetan, adibidez; batzuetan, irudi bat izan daiteke pixka bat urdinagoa edo pixka bat gorriagoa. Baina beti egoten dira zientziak jarritako mugak. Iker-tzaileek esango dizute objektu batek, seguruenik, gorritik gehiago duela urdinetik baino, edo gorrirako joera handia duela tenperatura horrelakoa edo bestelakoa delako, eta abar. Beraz, beti izaten da zientzialariek neurtutako zerbait, irudia nolakoa den jakiten laguntzen zaituena. Eta gero, noski, tokia egoten da askatasun artistikorako”.



Ilustrazio onak egitearen gakoa bi faktoreen arteko nahastea da: zientzialariek neurtzen dutena eta artistak imajinatzen duena.

ARTEAREN ETA ZIENTZIAREN ARTEKO OREKA

Ilustrazio onak egitearen gakoa bi faktore horien arteko nahastea da, alegia, zientzialariek neurtzen dutena eta artistak imajinatzen duena. Horretarako, ESO-n beti izaten da zientzialariaren eta artistaren arteko solasaldi txiki bat, hobeto ulertzeko zer den seguruenik erreala, eta zer irudimenaren ondorioa.

Modu horretan, ikusi ezin dena ere ilustratzen dute: “Irudikatzen ditugun fenomenoek aukera oso zabala da. Izan daiteke izar baten barrualdea —gure Eguzkiarena, adibidez—, eta izan daiteke unibertsoaren hasiera; alegia, oso urrutiko kontua, bai denboran, bai espazioan. Eta egia da horietako batzuk ez ditugula ikusten, baina



ALMA teleskopio-sarea. Teleskopio horiek ez dira oraindik eraiki. Ezkerreko irudian ikusten da sareak nolako itxura izango duen, eta hondoko irudian zer ingurutan instalatuko duten: Chajnantor lautadan, Atacama basamortuan, Txilen. ARG.: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/LUIS CALÇADA.

zientzialariek, urteen edo mendeen poderioz, lortu dute fenomeno horiek oso ondo ulertzea. Nahiz eta izar baten barrualdea ez dugun inoiz ikusi, badakigu (seguruenik) nolakoa den”.

Eta hori pertsona arrunt bati, zientziako eta fisikako jakintzarik ez duen bati, azaltzeko oso termino sinpleak erabiltzen diren bezala, irudigileek ilustrazio sinple eta argigarriak egitea bilatzen dute. “Izar baten barruan nukleo bat dago, eta han hidrogenoa helio bihurtzen da erreazio nuklear baten bitartez, eta abar”, dio Calçadak. “Hori badakigu. Zientzialariek zehaztasun handiz kalkula dezakete zenbat kilometrotara hasten den nukleoaren geruza hori, masa ezagutzen dutelako, izarren tenperatura neurtzen dutelako. Osagai txiki horiek guztiek laguntzen dute izar baten barrualdearen irudi bat egiten”.

ARO DIGITALAREN ABANTAILAK

Hortik abiatuta hasten da lana. Ordenagailua piztu, eta pantailan ilustrazioa sortzen hasten da. Calçadaren egunerokoa ez da margolari baten oihal zuri baten aurreko lana bezalakoa: “Normalean, 3D softwareak erabiltzen dut ilustrazioaren alde geometrikoa egiteko. Gero, Photoshop erabiltzen dut, gainean pixka bat marrazteko. Eta, animazioak egin behar ditudanean, After Effects programa erabiltzen dut animazioaren azken zatia sortzeko (post-produkzioa eta efektu bereziak egiteko programa ezagun bat). Beraz, gehienbat formatu digitalean egiten dut lan. Agian, salbuespen txiki batzuk izango dira; noizbait, marraztu izan dut, baina, oro har, teknika digitalak dira”.

Kontatzen duen prozesu horretan, lehen urratsak ia ezinezkoak izango lirateke software egozia izango ez balu; eta ez bakarrik geometriak behar duen perspektibarekin marrazten laguntzen diolako. “Askoz praktikoagoa da formatu digitala tradizionala baino —dio Calçadak—, batez ere softwareak laguntzen dizulako. Pluton gainazala ilustratzeko, esate baterako, atmosfera simulatzen duen software bat erabili dut; fisikoki zuzena den emaitza bat ematen dit software horrek. Atmosferaren hainbat parametro definitu behar dira (altuera, trinkotasu-

na eta abar), eta oso itxura naturala duen irudi bat sortzen du. Koloreetan, adibidez, softwareak kolore zuzenak ematen ditu, argiaren difrakzioaren eta atmosferaren beste fenomeno fisikoaren arabera”.

Gainera, programa horiek ez dituzte bakarrik astronomo profesionalek erabiltzen. Edozeinentzat eskuragarri dagoen softwarea da. Hori bai, Calçadaren taldeak tresna informatiko asko konbinatzen ditu emaitzak ahalik eta onenak lortzeko. “Gure lan-prozesuan, Hollywoodekoek edo beste edozeinek pelikulak egiteko erabiltzen duten softwareaz ere baliatzen gara”. Tartean, paisaiak simulatzeko softwareak eta beste antzeko batzuk izaten dira, programa horiek atmosferak simulatu ahal izateko tresnak dituztelako.



Atmosferak simulatzen dituen softwareak erabiltzen da, adibidez, planeten gainazalen ilustrazioak egiteko.

Material horrekin, gainera, paradoxa bat sortzen da: “Xehebrea da software horiek lehenagoko zientzia-ikerketan oinarrituta daudelako; ikerketa haien emaitzak sartuta daude, dagoneko, pelikulak edo telebistako iragarkiak egiteko 3D softwareak dituen tresna digitaletan. Eta, orain, guk, zientzialariok edo zientziaren esparrukook, software horren bitartez simulatzen dugu ikertzen ari garen mundua”.

Lan hori espazio-agentzia guztietarako egiten da. Batzuetan, artista bera ari da agentzia bat baino gehiagotarako lanean. Hala aritu da Calçada; ESA agentziarako lanak ere egin ditu (eta NASAk ere erabili izan ditu haren ilustrazioak). Hala ere, bere jardueraren zati handiena ESOk komunikazio-taldean egiten du, eta erakunde horren errealitatea bizi du. Dioenez, erakundearen ikuspuntu korporatibotik begiratuta ere beharrezkoa da dibulgaziorako ilustrazioak egitea. Eta, neurri batean, horretarako arrazoiak ekonomikoak dira: “Ez gara erakunde komer-

Plutonen gainazala, etorkizunik gabeko irudia?

Animazio ikusgarria egin du Luis Calçadak Plutonen gainazala erakusteko. Oso urrutiko planeta nanoa da, eta, Eguzkitik urruntzen denean, atmosfera izoztu egiten zaio. Benetan inork ez daki nolakoa den Plutonen gainazala, baina li-tekeena da laster jakitea, 2016an NASAko New Horizon zunda Plutonera iritsiko baita.

Jakina, Calçadak badu zunda horren berri: “Bai, beharbada, iristen denean, nire irudiari begiratuko diot eta esan beharko dut erabat oker nabilela”. Eta barre egiten du. “Egia da irudi hauek nire irudimenaren ondorio bat direla. Baina uste dugu agian krater batzuk egongo direla, ez gehieg, gainazala izotzez es-

talita dagoelako; nahiz eta zuzenean Plutondik jasotako daturik ez dugun, badugu zantzu bat haren sorrerari buruzkoa. Oso urruti dago, baina badugu informazio erabilgarria ilustrazio bat egin ahal izateko, dena irudimenaren esku utzi gabe”.

ESOn, antzeko hurbilketa astronomikoa erabili dute Pluton ez diren beste objektu batzuekin. “Duela ez asko Pluton baino harago dagoen beste planeta bati buruzko lan bat argitaratu genuen. Eta kasu hartan ere bagenekien seguru asko izotzak estalita egongo zela, izotz-geruza fin bat izango zuela. Ilargiaren antzeko itxura izango zukeen, baina izotzak sor-

tutako zona txuri bat ere izango zukeen, haren atmosfera izoztuta zegoelako. Esan nahi dudana da nahiz eta planeta bati buruz informazio zuzena ez izan, eta nahiz eta oso gauza sinpleak jakin, badakigula zer mekanismoren arabera sortu den. Beraz, errealitatea era batekoa edo bestekoa izango da, baina gu beti saiatzen gara ezagutzen dugunaren araberrako mugak jartzen”, dio Calçadak. Agian, urte gutxi batzuen buruan, New Horizon zunda iristen denean, ikusiko da zenbateraino diren ideia zuzenak edo okerrak. Eta agian, orduan ikusiko da Calçadak imajinatu duen Plutonen gainazala erreal den ala ez. ARG.: ESO/LUIS CALÇADA.



tzial bat; gure helburua ez da dirua egitea, baizik eta unibertsoaren sekretuak aurkitzea, eta nahiko helburu laudagarria da. Baina, noski, teleskopio sofistikuatuak ere egin nahi baditugu, dirua behar dugu, eta, horretarako, jendearen arreta jasota justifikatu behar dugu gure lana". Eta horrekin ixten da diruaren zirkulua; ilustratzaileak ikerketaren emaitzak ditu oinarri; emaitzak lortzeko dirua behar da, eta, dirua lortzeko, jendeari emaitza erakargarriak eskaini behar zaizkio ilustrazioen bitartez.

IRUDIAREN KULTURA

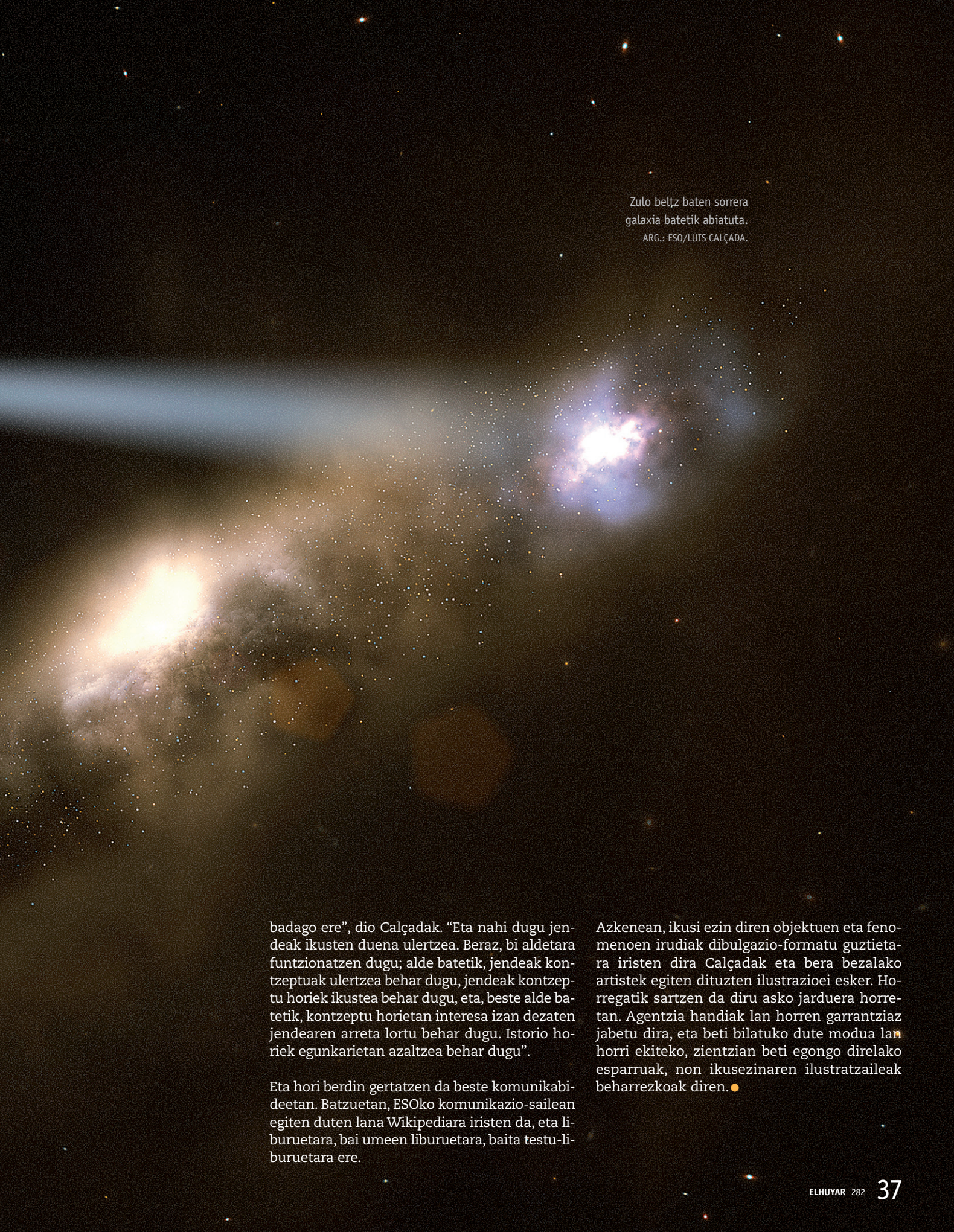
Ikusi ezin diren fenomenoak edo objektuak irudikatzearen garrantziari buruz galdetzen zaionean, Calçadak oso modu pragmatikoan erantzuten du: "Ez da filosofia-kontu bat; arrazoi praktikoa bat dago: behar-beharrezkoak ditugu irudiak. Guztiok. Irudi dramatikoak dituzten pelikulak ikusten ditugu; animazioak, koloreak eta irudi dramatikoak dituzten bideo-jokoekin jo-

lasten gara. Eta unibertsoaren funtzionamenduari buruz zientzialariek lortzen dituzten emaitza harrigarriak ez dira azalduko, adibidez, egunkari baten azalean, sorgintzen zaituen irudi ikusgarri batekin batera ez bada".



Zientzialariek lortzen dituzten emaitza harrigarriak ez dira azalduko egunkari baten azalean, sorgintzen zaituen irudi ikusgarri batekin batera ez bada.

Horrez gain, Calçadak onartzen du helburua bikoitza dela: azaltzea eta arreta harrapatzea. Konbinazio bat da. "Jendeak gauzak hobeto ulertzeko behar ditu irudiak, irudi errealik ez



Zulo beltz baten sorrera
galaxia batetik abiatuta.

ARG.: ESO/LUIS CALÇADA.

badago ere”, dio Calçadak. “Eta nahi dugu jendeak ikusten duena ulertzea. Beraz, bi aldetara funtzionatzen dugu; alde batetik, jendeak kontzeptuak ulertzea behar dugu, jendeak kontzeptu horiek ikustea behar dugu, eta, beste alde batetik, kontzeptu horietan interesa izan dezaten jendearen arreta lortu behar dugu. Istorio horiek egunkarietan azaltzea behar dugu”.

Eta hori berdin gertatzen da beste komunikabideetan. Batzuetan, ESOko komunikazio-sailean egiten duten lana Wikipediara iristen da, eta liburuetara, bai umeen liburuetara, baita testu-liburuetara ere.

Azkenean, ikusi ezin diren objektuen eta fenomenoaren irudiak dibulgazio-formatu guztietara iristen dira Calçadak eta bera bezalako artistek egiten dituzten ilustrazioei esker. Horregatik sartzen da diru asko jarduera horretan. Agentzia handiak lan horren garrantziaz jabetu dira, eta beti bilatuko dute modua lan horri ekiteko, zientzian beti egongo direlako esparruak, non ikusezinaren ilustratzaileak beharrezkoak diren. ●

MANU ORTEGA

“*Begian minik egiten ez duen zerbait marraztea da gakoa*”



Manu Ortega. Bilbo, 1971.

www.manu-ortega.com

Arte Ederrak ikasi zituen Salamancan eta Kassel-en, Alemanian. 1997tik ari da lanean ilustratzaile moduan. Testuliburu eta umeentzako liburu asko ilustratu ditu, eta multimediako esparrurako ere egin du lan. Euskal Herrian, adibidez, ELKAR eta Erein argitaletxeetarako lan egin du. *Elhuyar* aldizkariko irakurleek ere haren lana ezagutuko dute, aldizkariaren zenbaki guztietan “Istorioak” atalaren ilustrazioak egiten baititu.

Zaila da zientzia ilustratzea?

Elhuyar aldizkarirako egiten dudana berezia da. Zientziari buruzkoa baino gehiago, zientziako pertsonen buruzkoa da. Pertsonaia dira, eta, beraz, bildu behar den dokumentazioa gehienbat historikoa da. Zientziaren dokumentazioa sartu izan denean, adibidez, ezusteak izan dira. Esate baterako, Mendeleev-i buruzko artikulua bat ilustratzeko, pertsonaia marraztu nuen, eta, atzean, elementu kimikoen taula periodikoa. Gero zuzendu egin behar izan genuen ilustrazioa, hasieran taulan sartutako elementu batzuk artean ez zirelako ezagunak Mendeleev bizi izan zen garai hartan.

Zure lana bada ikusi ezin diren eszenak eta egoerak ilustratzea, denboran galduta geratu zirelako. Nola egiten diozu aurre lan horri?

Zerbait koherentea sortzea da gakoa, begian minik egiten ez duen zerbait. Batzuetan, iragazi egin behar da gaiari buruz dauken aurreko ilustrazioen informazioa. Pertsonaia ospetsuak badira, ilustrazio faltatu asko egongo dira. Baina neurri bataraino bakarrik. Koherentea izan behar du. Eta dokumentatu ezin diren gauzak erron-

ka dira, ezin baitira kendu ilustraziotik, eta, aldi berean, zuzenak izan behar dute neurri batean, behintzat.

Antoni van Leeuwenhoek-i buruzko artikulua ilustratu zenuenean, *Elhuyar* aldizkariko 2011ko urtarrileko zenbakian, omenaldi bat egin zenion Vermeer margolariari; haren koadroak imitatzen dituen ilustrazio bat egin zenuen.

Bai. Batzuetan dokumentazioan galtzen naiz; irakurtzen hasi, irakurketak harrapatzen nau, eta ahaztu egiten dut ilustrazioa egin behar dudala (barreak). Kontua da hortik zehar badabilera hipotesi bat esaten duena Vermeerren modeloa izan zela Leeuwenhoek. Eta, beraz, nahiz eta artikuluan ez den Vermeer aipatzen, erabaki nuen haren koadroa imitatuko nuela ilustrazioan.

Batzuetan, lehen irakurketan jasotzen dena baino datu gehiago ematen ditut, eta harrapatzen duenarentzat hobeto; artelanez infinitu irakurketa dituzte. Ilustrazioak ez daude definituta ekuazio matematikoak bezainbeste; ezaugarri asko iradokitzen dituzte, eta aukerak zabalitzen dituzte.

Zure ustez, zergatik behar ditugu ilustrazioak ikusi ezin dena irudikatzeko, nahiz eta jakin kasu askotan ez direla zuzenak izango?

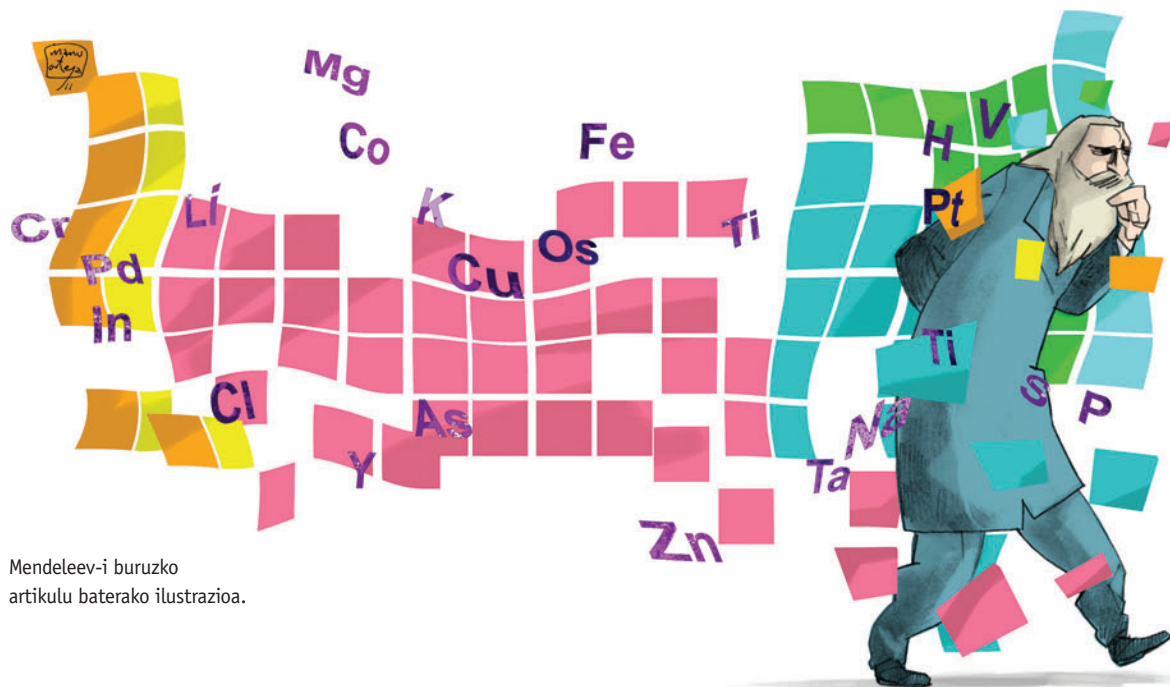
Arrazoi askorengatik. Didaktikagatik, adibidez; kontu bat ondo ulertzeko, azalpen-mota bat baino gehiago behar ditugu, eta horietako bat ilustrazioa da. Bestalde, irudiaren inperioan bizi gara, eta, irudirik ez badugu, faltan botatzen dugu. Erakargarriago egiten du, eta erosoago sentitzen

Zientziako pertsonei buruzko ilustrazioak dira, eta, beraz, bildu behar den dokumentazioa gehienbat historikoa da.

gara irudi bat dagoenean. Askotan, han dagoen elementu bat da, taberna bateko hondoko musika bezala; beti ez diogu jaramonik egiten, baina han dago. Eta, gainera, ilustratzailearen interpretaziorako tokia izateak plus bat gehitzen dio, eta plus hori ere bada informazioa. Ilustrazioa zehaztasun handiz eginda badago, erabil dezakegun informazioa izango da. Kasuren batean gerta liteke ilustrazioak ikerketarako ate berriak irekitzea. Azken batean, datuak dira; ez dago ikerketaren kontzeptutik hain urruti. ●



Antoni van Leeuwenhoek-i buruzko artikulu baterako ilustrazioa, Vermeerren koadro bat imitatzen duena.



Mendeleev-i buruzko artikulu baterako ilustrazioa.



IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

Badatoz elkarriketa-agentek

Applek iazko urrian aurkeztutako iPhonearen 4S modeloaren berrikuntza nagusietako (eta bakarretako) bat elkarriketa-agentea da, Siri izenekoa.

Telefonoaren aplikazio eta aukeretarako atzipena ukipen-pantailaren eta teklatuaren bidez egin ordez, ahotsaren eta lengoaia naturalaren bidez eskaintzen du iPhone 4S modeloak aurreinstalatuta dakarren aplikazio honek. Eta Applek egiten duen ororekin gertatzen den moduan, seguruenik horrelako elkarriketa-agentek zabalduz joango dira smartphone eta tabletetan.

Askorentzat gauzak Applek egin arte existitzen ez diren arren, elkarriketa-agentek ez dira atzo goizekoak. Aurrendari ezagunenetakoa bat ELIZA da, 1966an MITen garatutakoa; ez zebilen ahots bidez, teklatu eta pantaila bidez baizik; baina lengoaia naturalean elkarriketa bat iza-teko gai zen, nolabait.

Appleren Siri baino lehen ere, 2010etik bazegoen Android mugikorretan Google Voice Actions aplikazioa. Horrekin ere ahots bidez sortzen da interakzioa, baina ez da Sirirena bezalakoa: Googlek aplikazioak komando jakin batzuk ulertzen ditu ("listen to [taldea, albuma, abestia]", "call [agendako norbait, enpresaren bat]", "send e-mail to [agendako norbait] [mezua]", "map of [hiria]", "navigate to [helbidea, enpresa]", "search [bilatzekoal]"...); Sirirekin erabil dezakegun hizkuntza, berriz, ez dago mugatua, hau da, lengoaia natural bidezko interfazea du. Egia da azken finean ia gauza berdinak egin daitezkeela biek; baina Sirirekin elkarriketak naturalagoak dira, eta erantzuna ere "irakurri" egiten digu, soilik pantailan erakutsi beharrean. Bestalde, gauzak nola esaten dizkiogun, ez ulertzeko edo gaizki ulertzeko arriskua handiagoa da Sirirekin; baina

ulertu ez duen kasuetan edo ziur ez dagoenetan, berriz galdegiten du, edo gehiago zehazteko eskatzen, edo berresteko esaten.

IRAULTZA EZ, BAINA BERRIKUNTZA NABARMENA

Alabaina, ez zaio meriturik kendu behar Siriri. Lehenengo aldia da lengoaia naturaleko eta ahots bidezko agente bat zabalkunde handiko gailu batean sartzen dena. Eta perfektua ez bada ere eta batzuetan huts egiten badu ere, onartu behar da, oro har, emaitza onak lortzen dituela. Izan ere, Siriren teknologiaren atzean osoki horretara dedikatzen den enpresa bat dago, Siri izenekoa hori ere, Applek 2010eko apirilean erosi zuena.

Sirik hainbat teknologia erabiltzen ditu egiten duena egiteko: ahotsaren ezagutza, hizkuntza-ren prozesamendua, ontologiak... Horien guztien konbinazioak ematen dio ahalmena agindu ezberdinak ulertzeko, baina, aldi berean, sentiberago egiten du akatsekiko. Izan ere, teknologia horietako bakoitzaren zehaztasuna ez da % 100ekoa, eta bakoitzean gerta daitezkeen erroreak metatu egiten dira emaitza globalean.

Hala ere, horrelako sistemek emaitza hobeak lortzen dituzte domeinu jakin edota mugatuetan, eta hori da Siriren kasua: normalean mugikor batek egin ditzakeen gauzetara mugatuko dira elkarriketak, eta horrek asko errazten dio esaten zaiona ulertzea. Bestalde, testuingurua ezagutzeak ere asko laguntzen die horrelako agentei, eta smartphone batean badugu testuinguruaren informazio ugari: posizioa (GPS

edo telefono-antenen bidez jakin daiteke), agendako kontaktuak, aurreko bilaketak, aurretik nabigatutako webguneak, aurreko deiak...

EUSKARAZKO AGENTEAK?

Gauza jakina da Applek joera markatzen duela sarri, eta ziur asko etorkizun hurbilean lehiakideen smartphoneetan —edo, zergatik ez, beste-lako gailuetan (tabletak, e-bookak, ordenagailuak...)— ere elkarriketa-agente gehiago ikusten hasiko gara. Adibidez, Android sistema eragilea duten telefonoentzat badaude jada Siriren antzeko aplikazio ugari (Jeannie, Andy, Cloe, Iris, Vlingo, Speaktoit Assistant, Risi...). Horietako batzuk Siriren aurretik existitzen ziren, eta ikusgaitasuna irabazi dute hari esker; baina beste batzuk ondoren etorri dira. Android mugikorretan elkarriketa-agenteez behin betiko zabalkundea izan dezaten behar den gauza bakarra da sistema eragileak horietako bat aurreinstalatuta eta lehenespenez aukeratuta ekartzea, iPhoneetan gertatu den bezala. Eta badirudi Google horretan ari dela: Androiden hurrengo bertsioan berak garatutako elkarriketa-agente bat defektuz instalatuta ekarriko omen du, Majel izenekoa.

 *Lehenengo aldia da lengoia naturaleko eta ahots bidezko agente bat zabalkunde handiko gailu batean sartzen dena.*

Lengoia natural bidezko agente horiek, baina, hizkuntza batekin edo batzuekin funtzionatzen dute. Siri, esaterako, ingelesez, frantsesez eta alemanez dago; Androiderako aplikazio batzuk gaztelaniaz ere badabiltza. Baina euskaraz dakien elkarriketa-agenterik ez dago oraindik mugikorretarako. Eta etorkizunean eguneroko erabilerakoak bihurtzen badira, beharrezkoa dugu horrelakoak euskaraz ere izatea.

2008an, hizkuntza-teknologiaren AnHitz ikerketaproiektuaren barruan, hizketa bidezko agente baten demo bat, AnHitz izenekoa, egin zuten Elhuyar Fundazioak, EHUko IXA eta Aholab ikerketa-taldeek eta Vicomtech eta Robotiker-Tecnalia ikerketa-zentroek. Zientzia eta teknologiako aditu birtual bat zen, alor horietako galderak erantzuten zituena eta bilaketa eleaniztunak egitea ahalbidetzen zuena. Eta 2011n erakunde ber



ARG.: © ISTOCKPHOTO.COM/MANLEY 099

horiek beste elkarriketa-agente baten demoa garatu dute BerbaTek proiektuaren barruan; oraingo honetan, hizkuntzen irakaskuntzarako tutore pertsonal bat. Bi kasuetan, ahotsa eta lengoia naturala dira interakzioa sortzeko modua, eta teknologia hori berdin aplikatu daiteke mugikor batean egin daitezkeen ekintzetara. Beraz, mugikorren ekoizleek euskararekiko interesa agertzea besterik ez da behar mugikorretan euskaraz dakiten elkarriketa-agenteez izateko. ●

ENEKO IRIARTE

Geologoa. Giza Eboluzioaren laborategia.
Burgosko Unibertsitatea

ANTROPOZENOA

aro berri batean bizi al gara?

Egun, hainbat zientzialarik diote Lurra muga estratigrafiko berri bat zeharkatzen ari dela. Arroketan arrasto bereizgarria utz dezaketen eraldaketa sakonak gertatzen ari dira, eta, oraingoan, besteetan ez bezala, gizakia da aldaketa horien eragilea. Geologo eta biologo askoren iritziz, gure planeta aro geologiko berri batean sartzen ari da, Antropozenoa ("gizakiaren aroa") deituriko aro berrian. Gizakiaren jarduera Lurraren bilakaera eragin duten beste prozesu geologikoekin parekatzen dute, eta, hala izanik, horrek esan nahiko luke Lurraren etorkizunaren nondik norakoak hein handi batean gure esku daudela!

Informalki 2002. urtean proposatu zene-tik, gero eta argitalpen gehiagotan hasi zen erabiltzen Antropozeno hitza. Gauzak horrela, 2009. urtean Estratigrafia Komisio Internazionalak (ICS) Antropozenoaren unitate geologiko berriaren gaineko eztabaida formala hasi eta lantaldea osatu zuen. Lantalde horren lehenengo ondorioak *Philosophical Transactions of the Royal Society A* aldizkariaren monografiko batean argitaratu ziren 2011ko otsailean. Erregistro geologikoan, Antropozenoa aurreko aroetatik bereizteko balioko luketen hainbat ezaugarri aurkitu dituzte.

Zein dira Antropozenoa definituko luke-ten ezaugarriak? Aro berriari dagozkion arroketan zer aldaketa nagusi aurkituko lituzkete etorkizuneko geologoek? Landa-reak eta animaliak etxekotzetik gaur egungo hiriak sortzeraino, Holozenoan zehar, azken 11.500 urteetan, gizakiak etengabe eraldatu du ingurumena. Duela gutxi arte, ingurumena eskala txikian baino ezin zuen aldatu gizakiak. Baina Industria Iraultzak ahalmen hori handitu egin zuen, eta giza eragina globala izatea eta eragindako aldaketak historia geologikoan zehar gertatutakoen parekoak izatea ekarri zuen.

Adituen arabera, gizakiak kontinenteen azaleraren % 80 eraldatu du. Haietatik, % 38 nekazaritza-lur bihurtu ditu eta baso-eremuetan landatutako zuhaitzak berez jaiotakoak baino gehiago dira. Abeltzaintza- eta nekazaritza-ustiapena dela eta egindako deforestazioa aise nabarmen-duko litzateke Antropozenoko arroak eta horietako polen-edukia aztertzean.

Gizakiak sortutako hiri eta azpiegiturak eta horietan erabilitako eraikuntza-materialen eta gai sintetikoaren arrastoak ere lekuan lekuko aztarna ikusgarriak utziko lituzkete. Nahiz eta higadurak suntsitu eraikitako eremu gehienak, ingurune se-

dimentarioetako hiri eta egiturak sedimentu artean kontserbatuko lirateke. Bestalde, meatzaritza eta beste indusketatan lanen ondorioz, Lurreko ibai eta glaziarrek baino lau aldiz sedimentu gehiago sortzen ditu gizakiak; prozesu sedimentarioen artean, gizakiak eragindako sedimentuen sorrera ugarienetariko bat bilakatu da egun.

Ozeano eta ur kontinentalen gaineko eraginei ere antzemango litzaieke. Ibaien ibilguetan eraikitako urtegi eta kanalizazio-lanak, lurpeko uren ustiaketa edota glaziarren urtzea bazter utzi gabe, nabarmena izango litzateke atmosferaren CO₂-edukia areagotzeak gaur egungo ozeanoetan eragindako azidotzea. Itsasoko ura azidotzeak aragonitoaren asetasun-maila jaistea dakar. Aragonitoa da korallen eta bestelako izaki itsastarren karbonatozko maskorren osagai mineral nagusia, eta, ondorioz, itsasoko urak duen aragonito-asetasuna jaisteak izaki horiek gutxitzea edota desagertzea ekarriko luke.

Ziurrenik, gizakiak eragindako aldaketa nagusi eta nabarmenena Lurraren konposizioan eragindako aldaketa kimikoa eta isotopikoa da. Gaur egun, lurrazala karbonoaren isotopo arinetan (¹²C) aberasten ari da, erregai fosilak erretzearen

ondorioz, eta aldaketa hori dagoeneko neurgarria da gaur egungo sedimentuetan metatutako koral, foraminifero planktoniko edota beste izaki urtarren maskorretan. Antropozenoko arroken geokimikak ere gai kimiko berrien sorrera erakutsiko luke, hala nola PCBak, plastikoa, eztanda nuklearek sorturiko isotopo erradioaktibo berriak edota naturan berez ez dauden aluminio metalikoa eta nitratoak. Eguratsaren konposizio-aldaketak —adibidez, CO₂ eta CH₄ berotegigasak areagotzea eta ozonoa gutxitzea— eta kutsatzaile kimikoei sortutako ondorioak ere pairatzen hasiak gara, haiek eragindako klima-aldaketa eta berotzea dagoeneko nabarmenak baitira.

Bioaniztasunean eragindako aldaketak ere erraz nabarmenduko lirateke, aro berriko arroken fosil-edukian. Gaur egun, gizakiak eta etxekotutako animaliek oraingo ornodunen biomasaren % 90 osatzen dute; duela 10.000 urte, aldiz, % 0,1 besterik ez zen. Gainera, zenbait biologoren aurreikuspenen arabera, gizakiak eragindako gehiegizko ehizak, arrantzak, habitat-galtzeak, poluzioak eta klima-aldaketak Lurraren historiaren seigarren desagertze masiboa ekarriko dute.

Antropozenoan sartzen ari garelako iritziairen kontra dauden ikertzaileak ere

badaude. Batzuek diote Antropozenoaren erregistro estratigrafikoa (sedimentuak eta arroak) oso txikia dela oraindik, eta zalantza handiak dituzte aurreko prozesu guztiek aztarna utziko duten eta, orobat, haien adierazgarritasunaren gainean. Beste batzuen iritziz, oraindik ez da iritsi Antropozenoaren hasieraren muga, hu-

Aldituen arabera, gizakiak kontinenteen azaleraren % 80 eraldatu du. Eta ozeano eta ur kontinentalen gaineko eraginei ere antzematen zaie.

rrango hamarkadetan gertatuko baitira estratigrafikoki esanguratsuagoak izan daitezkeen aldaketak. Erabakia ez da erraza, orain arte definitu diren unitate kronoestratigrafikoak ez bezala, Antropozenoa gertatzen ari den bitartean definitu beharreko aroa baita, eta ez gertatu ostean. Eta horrek geologoek lan egiteko ohiko modua aldatzea eskatzen du. Eta aldaketak... beti sortzen du eztabaida.

Antropozenoaren gaineko lantaldeak 2016. urterako egingo du behin betiko txostena. Ondoren, Geologia Zientzien Nazioarteko Elkarteak (IUGS) bozketa birtartez erabaki beharko du Antropozenoak aro, periodo edo epoka berri bat merezi duen ala ez. Prozesua zenbait urte luza daiteke; horrelako erabakiak hainbat hamarkadatarako eztabaida-prozesua izatera iritsi dira.

Hala ere, espero da Antropozenoaren formalizazioaren gaineko eztabaidak balio izatea haren ikerketa zientifikoan aurrera egiteko eta gizartea jabetzeko gaur egun gertatzen ari diren aldaketa sakonez. Paul J. Crutzen, 1995. urteko Kimikako Nobel sariduna (ozonoaren aldaketei buruzko ikerketengatik), da Antropozenoaren kontzeptuaren inguruko eztabaidaren sortzailea. Haren iritziairen arabera, Antropozenoaren gaineko eztabaidaren alderdirik garrantzitsuena ez da unitate formal berri baten sorrera. Crutzen-en ustez, eztabaidaren garrantzia harago doa: zientzialarien arteko elkarlana pizteak etorkizunean gerta daitezkeen aldaketak ezagutu eta saihesteko balio dezake; Antropozenoa, unitate geologikoa baino gehiago, gizartearentzako oharpen bat izatea espero du. Hala bedi. ●



ARG.: GUILLERMO ROA.

BIG BANGAREN



Alpher, Bethe, Gamow. Alfabeto grekoaren lehen letrak ziruditen abizen haiek. Sinadura ezin hobea unibertsorearen jatorriari buruzko artikuluzientifiko batentzat. Horregatik, Ralph Alpher gazteak bere tesian egindako ikerketa argitaratzeko garaia iritsi zenean, haren zuzendari George Gamowk bere lagun Hans Bethe-ri proposatu zion lan hura sinatzeko. Halaxe argitaratu zuten “Alpher-Bethe-Gamow” artikulua.

Alpher gazteari ez zion grazia handirik egin bere tesi-zuzendariaren ideia hark. Izan ere, garai hartan, bai Gamow eta bai Bethe izen handiak ziren, eta beldur zen ez ote zen haien itzalean geldituko berea, lanaren benetako egilearena.

“The Origin of Chemical Elements” (Elementu kimikoen jatorria) zen artikuluaen titulua, eta Big Bangaren teoria indartzen zuten emaitzak ematen zituen. 1940ko hamarkada zen, eta inork gutxik hartzen zuen aintzat, garai hartan, Georges Lemaître apaiz belgikarrak 1931n proposatutako teoria. Lemaîtrek ez zuen erabili “Big Bang” espresioa, baina “atzorik gabeko egun bat” izan zela proposatzen zuen, eta unibertsoa “atomo primitibo” edo “arrautza kosmiko” baten leherketaz sortu zela.

Beren garaiko fisikari gehienak ez bezala, Alpher eta Gamow konbentzituta zeuden teoria hark bazuela zentzua, eta haren aldeko frogaren bat bilatu nahi zuten. Horretarako, unibertsoko elementuen ugartasunean zeuden desberdintasunak Big Bang-arekin azaldu ote zitezkeen ikusi nahi zuten. Hilabeteak pasatu zituen Alpherrek kalkulu nuklearrak egiten. Big Bang hipotetiko batetik sortutako unibertsoa nagusiki hidrogenoz eta helioz osa-

alfabetoa

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

IRUDIA: MANU ORTEGA

tua legokeela iradokitzen zuten Alpherren kalkuluek, eta 10 hidrogeno-atomo egongo lirakeela helio-atomo bakoitze-ko. Eta horixe zen, hain zuzen ere, astronomoek izarretan eta galaxiatan neurtutako proportzioa.

Alpherrek bere tesiaren defentsan aurkeztu zituen lehengoz datu horiek, 1948ko udaberrian. Zurrumurrua zabaldu zen 27 urteko gazte batek aurrerapauso handi bat egin zuela, eta auditorioa lepo bete zen. Kazetariak ere han izan ziren; “Mundua bost minutuan hasi zen” izan zen hurrengo eguneko *Washington Post*-tako titularra.

Gero, “Alpher-Bethe-Gamow” artikulua argitaratu zuten, eta, Alpherren beldurra egia bihurtu ziren: Bethe eta Gamow fisikari handien lana izan balitz bezala hartu zuen komunitate zientifikoak, eta Alpher itzalean gelditu zen.

Handik hilabete batzuetara, beste lan bat argitaratu zuen Robert Herman-ekin batera, eta han ondorioztatzen zuten Big Bangak igorritako erradiazioa oraindik egungo unibertsoan dagoela irrati-uhin gisa. Astronomoei eskatzen zieten bilatzeko Big Bangaren oihartzun hura. Baina, kasu hartan ere, ez zuen zorterik izan Alpherrek; inork ez zien kasurik egin.

Batetik, astronomo gehienak ez zeuden konbentziturik Big Bangaren konzeptuarekin, eta, teoriaren alde zeudenek ere, teknikoki ezinezkotzat jotzen zuten erradiazio hura detektatzea. “Energia mordoa xahutu genuen hitzaldiak ematen. Inork ez zion heldu amuari; inork ez zuen esan hori neur zitekeenik”, kexatuko zen geroago Alpher.

Handik hamarkada batera, Alpher eta Hermanen ekarpena jada ahaztuta zegoenean, Princeton Unibertsitateko Robert Dicke, Jim Peebles eta David Wilkinson astrofisikariak ondorio berera iritsi ziren: Big Bangaren oihartzunak hor egon behar zuen. Gainera, uste zuten tresna egokiarekin detektatu ahal izango zela, eta horretarako prestatzen hasi ziren.

*“Mindu egin ninduen
antena madarikatu hura
ikustera ere gonbidatu
ez izanak”*

Bitartean, handik 60 km-ra, New Jerseyko Bell Laborategietan, Big Bangaren oihartzun hartaz nola libratu ezin asmatu zebiltzan Arno Penzias eta Robert Wilson irrati-astronomo gazteak. Komunikazio-antena handi bat erabiltzeko saioak egiten ari ziren. Satelite bidezko komunikaziorako eraiki zuten antenna hura, eta horretarako interferentzia guztiak ezabatu behar zituzten. Baina, ustez, horretarako neurri guztiak hartu bazituzten ere, etengabeko hondo-zarata bat jasotzen zuten.

Urtebetez, bururatu zitzairen guztia egin zuten zarata hura desagerrarazteko. Sistema elektriko guztiak probatu zituzten, tresna berriak eraiki, zirkuituak ongi zeuden begiratu, kableak mugitu, entxufeei hautsa kendu... Antenara igo eta zinta itsasgarria jarri zuten juntura eta errema-txe guztietan, eta antenan habia egin zu-

ten uso batzuk ere jo zituzten zarata haren errudun: antenaren gainazalean zegoen “material dielektriko zuria” zela eta. Hura ere garbitu zuten, baina, egiten zutena egiten zutela, zaratak han jarraitzen zuen. Alde guztietatik zetorren gainera, gau eta egun.

Horrela zebiltzan Penzias eta Wilson, 1965ean Princetongo ikertzaileen ondorioen berri jakin zuten arte. Orduan hasi ziren konturatzen zer zen zarata hura. Princetongoek (eta Alpher eta Hermanek) iragarritako erradiazioarekin guztiz bat zetorren. Unibertsoa sortu zeneko erradiazioa zen.

Berehala argitaratu zuten Penzias-ek eta Wilson-ek aurkikuntza handi hura. Artikuluan ez zen Alpherren eta Hermanen iragarpenaz aipamenik egiten. Alpherrek gerora aitortuko zuen garai hartan bizi izan zuen haserrea: “Mindu egin ninduen antenna madarikatu hura ikustera ere gonbidatu ez izanak”. Eta Hermanekin batera idatzi zuen *Genesis of the Big Bang* liburuan, honela dio: “Batek zientzia egiten du bi arrazoiengatik: zer bait lehenengoz neurtzearen edo ulertzearen zirrargatik, eta, behin hori lortutakoan, gutxienez kideen aintzatespenagatik”.

Aintzatespen hura Penziasen eskutik etorri zen, 1978an. Gamowren, Hermanen eta Alpherren ekarpenak goraipatu zituen, Nobel saria jaso zuenean. Wilsoni eta biei eman zieten Fisikako Nobela, bi-latu ez zuten eta aurkitu zutenean zer zen ez zekiten “hondoko mikrouhin-erradiazio kosmikoa aurkitzeagatik”. ●

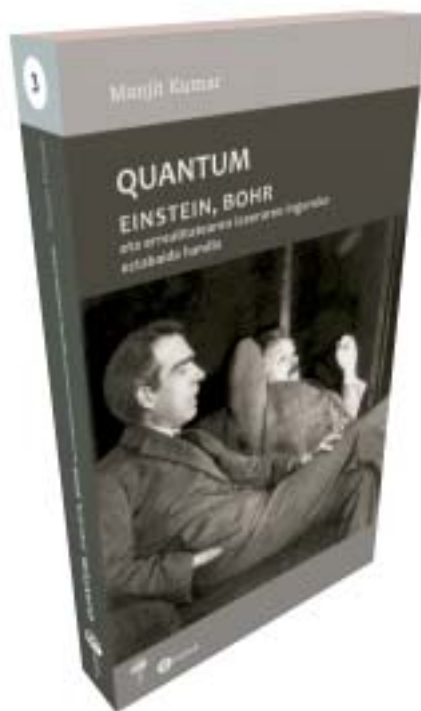
Brusela, 1927. Solvay kimikari industrialak antolatutako bosgarren konferentzia ari dira ospatzen. Han, hitzalditik hitzaldirako denbora-tarteetan, bi fisikari ari dira errealitateari buruz eztabaidan. Bata Albert Einstein da, seguru asko, historiako fisikaririk ezagunena, eta ordurako oso ospe handia zuena inguru akademikoan zein publiko orokorraren artean; bestea Niels Bohr daniarra da, fisikari ez hain ezaguna, baina ohorezko lekua merezi duena fisikaren historian.

Bi haiekin batera, garai hartako fisikari garrantzitsuenak elkartu ziren konferentzian: Marie Curie, Paul Dirac, Ernst Schrödinger, Max Planck eta errefente bihurtu ziren beste fisikari asko. Baita Werner Heisenberg ere. Heisenbergekin ziurgabetasun-printzipioa aurkeztu berria zuen, mekanika kuantikoaren printzipio berezi bat, errealitatearen izaerari zuzenean eragiten ziona; ideia arraro hark abiarazi zituen Einsteinen eta Bohrren arteko solasaldiak eta eztabaidak.

Einsteinek ez zituen onartzen printzipioaren ondorioak. Bohrrek bai. Eta konferentziak iraun zuen hiru egunetan borroka moduko bat izan zuten biek. Einstein saiatzen zen frogatzen ziurgabetasun printzipioa oker zegoela, planteamendu fisikoak asmatuta, eta Bohrri eskatzen zion asmatutako egoera azaltzeko. Bohrrek azalpena ematen zuen, eta Einsteinek planteamendu berri bat asmatzen zuen Bohrren erantzunari aurre egiteko. Baina Bohrrek beti bilatzen zuen erantzun bat.

Konferentzia hartan gertatutakoa da *Quantum* liburuaren muina. Hain zuzen ere, liburuaren azpititulua "Einstein, Bohr eta errealitatearen izaeraren inguruko eztabaida handia" da. Manjit Kumar idazleak aztertzen ditu konferentzian esanda-

koak, baina ez hori bakarrik. Konferentzia baino lehenagoko eta ondorengo lanak ere aztertzen ditu, fisikaren esparruaren testuinguru osoa aurkezteko. Azken batean, mekanika kuantikoaren iraultza eta haren protagonista izan zirenen bizitzak daude jasota liburu horretan. Liburu batek baino gehiagok aztertu ditu Einsteinen eta Bohrren arteko eztabaidak; Kumarrek idatzitakoak duen abantaila da oso oreka ona lortu dela kontatzen duen fisikaren eta datu biografikoen artean. Irakurketa arina da, eta, aldi berean, ondo osatua. Horregatik hartu du ospea *Quantum* liburua. Orain, euskaraz irakurtzeko aukera dago; Elhuyar Fundazioak argitaratu du euskarazko itzulpena, zientzia-dibulgazioko liburuaren Z izpiak bildumaren barruan. ●



i

**Quantum.
Einstein, Bohr eta
errealitatearen
izaeraren inguruko
eztabaida handia**

Manjit Kumar

Elhuyar Fundazioa

225 x 130 mm

ISBN: 978-84-92457-66-3

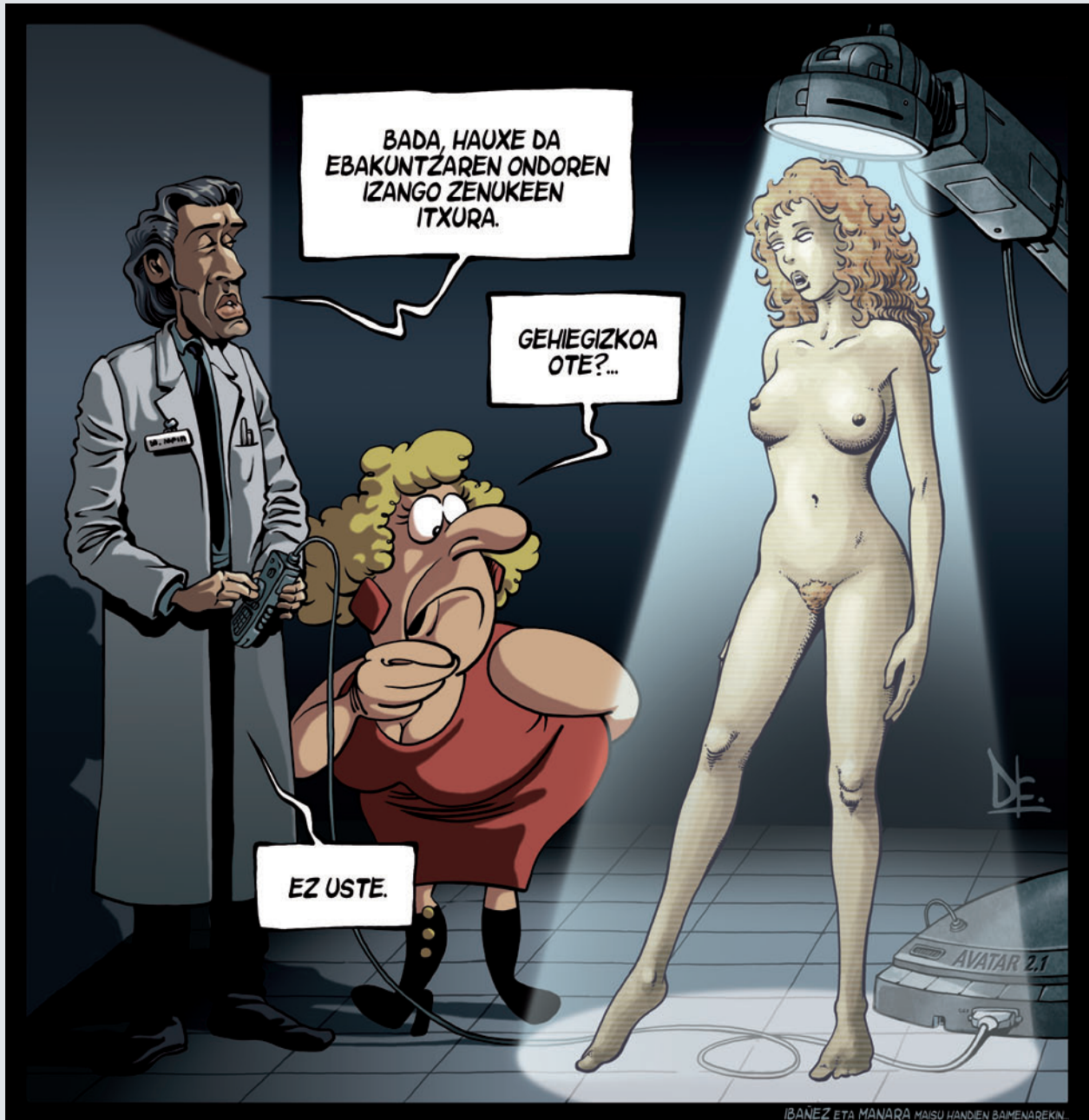
2 JENIO
aurrez aurre

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

SATORRAK

dani fano

ILARGIAN



IBÁÑEZ ETA MANARA MAISU HANDIEN BAIMENAREKIN.

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



Izan Elhuyar Fundazioko

BAZKIDE

www.elhuyar.org/bazkidetza

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





MIGUEL QUEREJETA

Madrilgo Unibertsitate Konplutentseko
Astrofisikako ikaslea (UCM). Kanarietako Astrofisika
Institutuko udako ikerketa-bekaduna (IAC).

JOHN BECKMAN

CSIC eta Kanarietako Astrofisika Institutuko
ikerketa-irakaslea (CSIC, IAC).

JOAN FONT

Kanarietako Astrofisika Institutuko postdoc
ikertzailea (IAC).

GALAXIA ESPIRALEN ERROTAZIO MISTERIOTSUA

Unibertsoan guztia mugitzen ari dela esan genezake, gorputz oro beste zerbaiten inguruan biraka dabilela: Ilargia Lurraren inguruan; Lurra Eguzkiaren inguruan; baita Esnebidetako izar guztiak, gure Eguzkia barne, zentro galaktikoaren inguruan higitzen direla ere jakin badakigu. Dantza kosmiko horretan, galaxia espiralen errotazioak ezusteko itzela eragin zuen XX. mendeko astrofisikan, eta gaur egun ere fe-

nomeno hori zehazki neurtu eta azaltzen orduak ematen ditugu astrofisikari askok.

Forma espiraleko “nebulak” deigarriak gertatu zitzaizkien Charles Messier eta beste hainbat zeru-kartografiatzailei XVIII. mendean. Duela ehun bat urte arte, alabaina, ezin izan zen frogatu objektu horiek geure Esne-bidetik urrun dauden izar-multzotz erraldoiak direla. Hain zuzen, 1925. urtean Edwin Hubble astronomo amerikarrak

argi utzi zuen hodei moduko entitate horiek geure galaxiatik at daudela. Horretarako, NGC 6822 eta M31 galaxiak erabili zituen laborategi modura (garai hartan oraindik “nebula espiral” moduan ezagunak). Modu jakin batean distira aldatzen duen izar-mota berezi baten segimendua eginez (zefeida izarrak), nebula horiekiko distantzia kalkulatu zuen; distantzia hori Esne-bidearen tamainarekin alderatuz, ondorioztatu zuen



Andromeda galaxia, M31. Edwin Hubble astronomoak frogatu zuen M31 motako galaxia espiralak gure Esne-bidetik at dauden izar-multzotz direla. Hortaz, galaxia horien errotazioa beharrezkoa den fenomeno dugu, baina fenomeno horren azalpena aurkitzea ez zen erraza izan. ARG.: HUBBLE SPACE TELESCOPE, NASA.

objektu horiek geure galaxiatik kanpo dau dela, gauzez ikus ditzakegun izarrek baino ehunka aldiz urrutiago.

Beraz, teleskopioen bidez ikus ditzakegun galaxia espiralak gure Esne-bidearekiko independenteak dira, milioika izarrez osatutako multzoak, “unibertso-irla” modukoak. Horren ondorioz, galaxia espiralen errotazioa behar-beharrezkoa den fenomeno dugu: galaxia horiek errotazio-mugimendurik ez balute, kolapsatu eta desagertu egingo lirатеke grabitatearen ondorioz. Ikus dezagun zer gertatzen zaigun kotxez bihurgune bat ematen dugunean. Autoarekin biratzean, geure gorputzak kanporantz egiten du, hasiera batean generaman nora-bideari jarraituz (sentitzen dugun bultzada horri indar zentrifugo deritzo fisikan). Gauza bera gertatzen da galaxiekin: izarrek mugituko ez balira, erakarren grabitatorioak galaxia konprimatu eta desagerraraziko luke (Lurrak gu erakartzen gaituen bezala);

aldiz, izarrek galaxiaren zentroaren inguruan biraka badabiltza, kanporantz zuzendutako indar zentrifugoak kolapsoa saihestu dezake. Beraz, guztiz naturala da galaxiekin errotazio-mugimendua izatea, eta mugimendu hori nolabait detektatzea espero zuten astronomoek.

UNIBERTSO-IRLAK BIRAKA

Hasiera batean, zientzialariek pentsatu zuten galaxia espiralak disko solido baten antzera bueltaka dabiltzala. Eredu intuitibo horren arabera, materiazko beso espiral zurrunak izar berez osatuta egongo lirатеke beti, eta ez lukete beren forma aldatuko denboran zehar: tinko jarraitu eta bueltaka ibiliko lirатеke beti. Gaur galaxia espiral baten argazkia atera eta irudi horri zentrotik pasatzen den ardatz baten inguruan bira emango bagenio bezala gauzatuko lukete errotazioa galaxiekin. Hala ere, galaxiekin ehunka milioi urte behar dute errotazio bakar bat

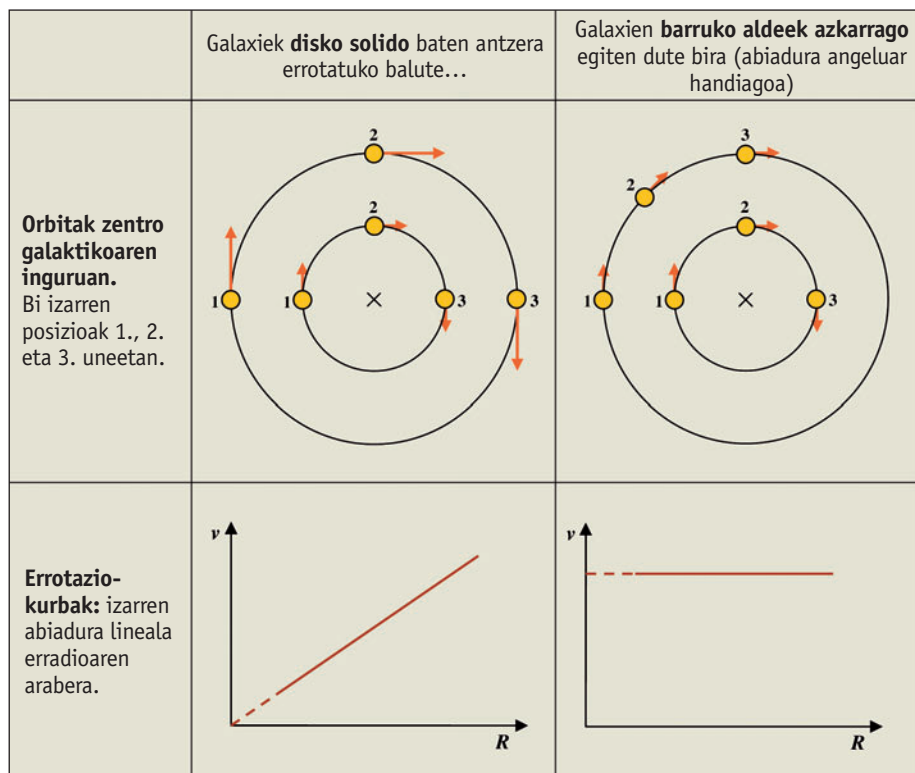
burutzeko, eta, beraz, izarren posizio-aldaketa nabaritzea ezinezkoa da gure bizialdi laburretan.

Galaxien errotazioari buruzko lehen neurketa kuantitatiboak Doppler efektua erabiliz egin zituzten. Efektu horri esker, galaxiaren puntu bakoitzak ikuslearekiko duen abiadura zehaztu daiteke, abiadura horrekiko proportzionala den aldaketa gertatzen baita detektatzen dugun argiaren uhin-luzeran. Suhiltzaileen sirena ez dugu entzuten intentsitate berarekin gerturatzen eta urruntzen ari denean, eta gure ondotik pasatzean tonu-aldaketa berezia nabaritzen dugu. Argia ere uhina denez, soinua den bezalaxe, fenomeno bertsua gertatzen da galaxiekin igortzen duten argiarekin. Hortaz, argiaren uhin-luzera neurtuz, galaxiaren eremu ezberdinetako abiadura erlatiboak lor ditzakegu.

EZUSTE GALAKTIKO APARTA

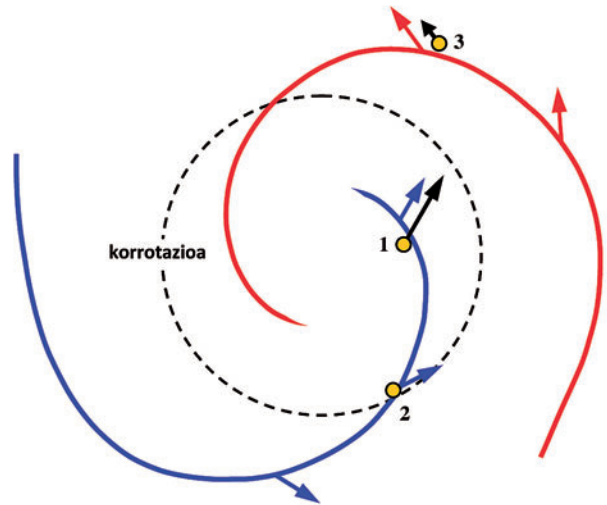
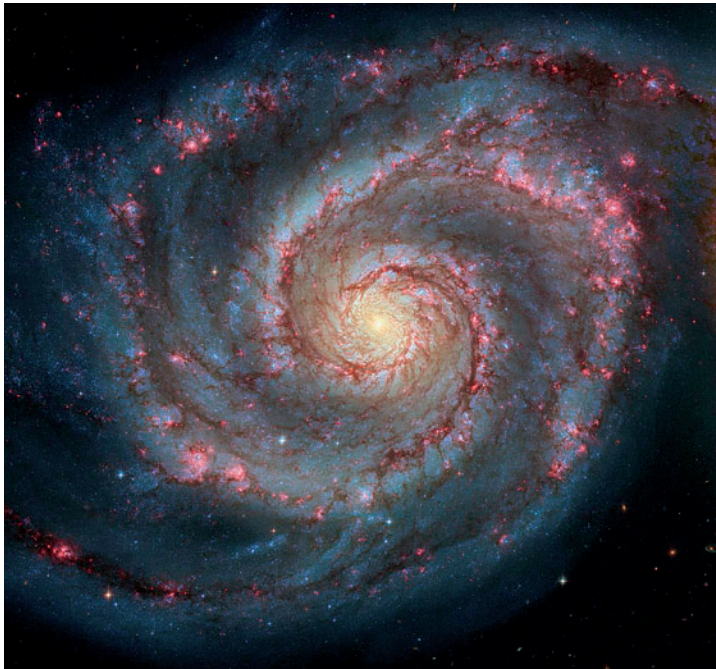
Eta hona hemen astronomoek topatu zuten ezustea abiadura horiek neurtzean. Azaldu berri dugun eredu intuitiboa egia balitz, hau da, egitura espirala modu tinko eta iraunkorrean biraka ibiliko balitz, abiadura angeluar konstantea erregistratzea espero behar genuke (eta horrek esan nahi du abiadura linealak erradioarekin modu uniformean igo beharko lukeela). Doppler efektuari esker neurtutako abiadura linealak, ordea, berdintsuak dira erradio ezberdinetarako (“errotazio-kurba lau” deritzo fenomeno horri), eta horrek esan nahi du abiadura angeluarra ez dela konstantea galaxian zehar. Hau da, barruko aldeko izar batek bira bat ematen duenerako, kanpoko aldeko beste izar batek bira-erdia edo bira-laurdena baino ez du egingo. Barruko aldeak azkarrago egiten duenez bira, bizpahiru errotazio egindakoan galaxiaren egitura espirala hain bihurritua egongo litzateke ezen ezinezkoa izango bailitzateke forma espirala bereiztea: nahaste-borraste handi bat baino ez genuke haitemango galaxiari begiratzuz gero.

Egitura espiralaren nahaspilatzeak dakarren arazoaz gain, beste enigma garrantzitsu bat gordetzen zuten astro ikusgarri eta misterioitsu horiek. Galaxia espiral horietako bat arretaz aztertzen badugu, izar erraldoi urdin gehiago haitemango ditugu besoetan beste eremuetan baino; horregatik izaten dira beso espiralak urdinxkak eta erdiguneko aldeak gorrixkak. Hortaz, galaxia espiralen egitura azaldu nahi duen edozein hipotesik bi arazo hauek hartu beharko ditu kontuan: egitura espirala zergatik ez den nahaspilatzen eta desagertzen, eta zergatik



Goiko lerroan, bi izarren mugimendua ikus dezakegu galaxiaren zentroaren inguruan: disko solido baten modura mugituko balira (lehen zutabea) eta benetan gertatzen den bezala (bigarren zutabea: abiadura angeluarra handiagoa da barruan kanpoan baino). Disko solidoaren kasuan, barruko izarrek bira-erdia eman duenean, kanpoko izarrek ere bira-erdia burutu du; bigarren kasuan, aldiz, barruko izarrek bira-erdia eman duenerako, kanpokoak laurdena baino ez du burutu.

Behoko lerroak erradioaren arabera abiadura lineala adierazten du, goiko bi kasuetarako (errotazio-kurbak): disko solidoan, abiadura lineala modu uniformean handitzen da erradioarekin (abiadura angeluar konstantea); bigarren kasuan, errotazio-kurba lau da (abiadura angeluarra txikiagoa da kanpoko aldeetan). ARG.: MIGUEL QUEREJETA.



M51 galaxia espirala (galaxia-zurrumbiloa, Canes Venatici konstelazioan. ARG.: HUBBLE SPACE TELESCOPE, NASA.). Diagrama honek galaxia horren beso espiralak adierazten ditu modu eskematikoan, eta korrotazio-zirkuluaren posizioa lerro etenaz. Korrotazioaren barruko aldean, izarrek patroia espirala aurreratzen dute (1. izarra), kanpoaldean (3. izarra) patroia espiralak izarrek aurreratzen dituelarik. Korrotazio-zirkuluan (2. izarra), izarrek egitura espiralarekin batera egiten dute bira, erradio horretan biek abiadura bera baitute. ARG.: MIGUEL QUEREJETA.

dauden izar erraldoi urdin gehiago besoetan barruko aldeotan baino.

1964. urtean, aipatutako bi galdera horiei erantzuna ematen zion teoria dotore bat proposatu zuten Chia-Chiao Lin eta Frank Shu astrofisikariek, aurreko urtean Bertil Lindblad astronomo suediarrek aurkeztu zuen hipotesian oinarriturik. Teoria horrek defendatzen du beso espiralak ilusio optiko baten modukoak baino ez direla: une zehatz batean dentsitate handiagoa duten eremuak izango lirateke. Uhin-motako perturbazio batek dentsitate handiagoko eremu horiek sorraraziko lituzke, eta perturbazio horrek abiadura angeluar uniformearekin errotatuko luke. Teoria horren punturik garrantzitsuetariko bat honako hau da: dentsitate handiagoko beso espiral horiek osatzen dituzten izarrek ez dute beso espiralarekin batera errotatzen normalean; izar gehienak egitura espiralean sartu eta handik atera egiten dira etengabe.

AUTO-ILARA KOSMIKOAK

Azken puntu hori argitzeko, metafora batez balia gaitzke. Pentsa dezagun errepidean maiz gertatzen diren auto-ilaretan (presa handiena daukagunean topatzen dugun horietako bat). Begira diezaiogun orain auto-ilarari goitik, gu espiazten ari den satelite batek begiratu lukeen bezala. Perturbazio batek (lanak errepidean, esaterako) autoak pilotzea eragiten du. Horren ondorioz, auto-dentsitate handiagoa topatzen dugu eremu

batean (auto-ilara), eta honen aurretik eta atzetik, dentsitate txikiagoko guneak. Baina, oro har, autoak igaro egiten dira dentsitate handiagoko puntu horretatik: auto-ilaran ez daude beti kotxe berak, nahiz eta auto-ilararen posizioa ezer ez den aldatzen edo ilara kotxeak baino motelago mugitzen den.

Auto-ilararen fenomenoaren moduko bat gertatzen da galaxia espiralen errotazioan. Dentsitate handiagoko egitura (beso espirala) auto-ilararen analogoa da, bertatik izarrek igaro egiten baitira, oro har ez direlako egitura espiralarekin batera mugitzen. Gainera, eredu horrek esplikatzeko digu zergatik dauden izar erraldoi urdin gehiago besoetan: eremu horretan, gasa konprimatu egiten da, uhinak dentsitate handiagoa eragiten duelako, eta, horren ondorioz, izarrek sortzeko prozesua areagotzen da. Horren gakoa hau da: izar erraldoi urdinek besteek baino askoz bizitza motzagoa dute (azkarrago kontsumitzen dute erregaia, hidrogenoa); horregatik, izar erraldoi urdinak sortzen diren puntutik hurbil aurkitzen ditugu beti, hau da, beso espiraletatik gertu, laster hiltzen baitira.

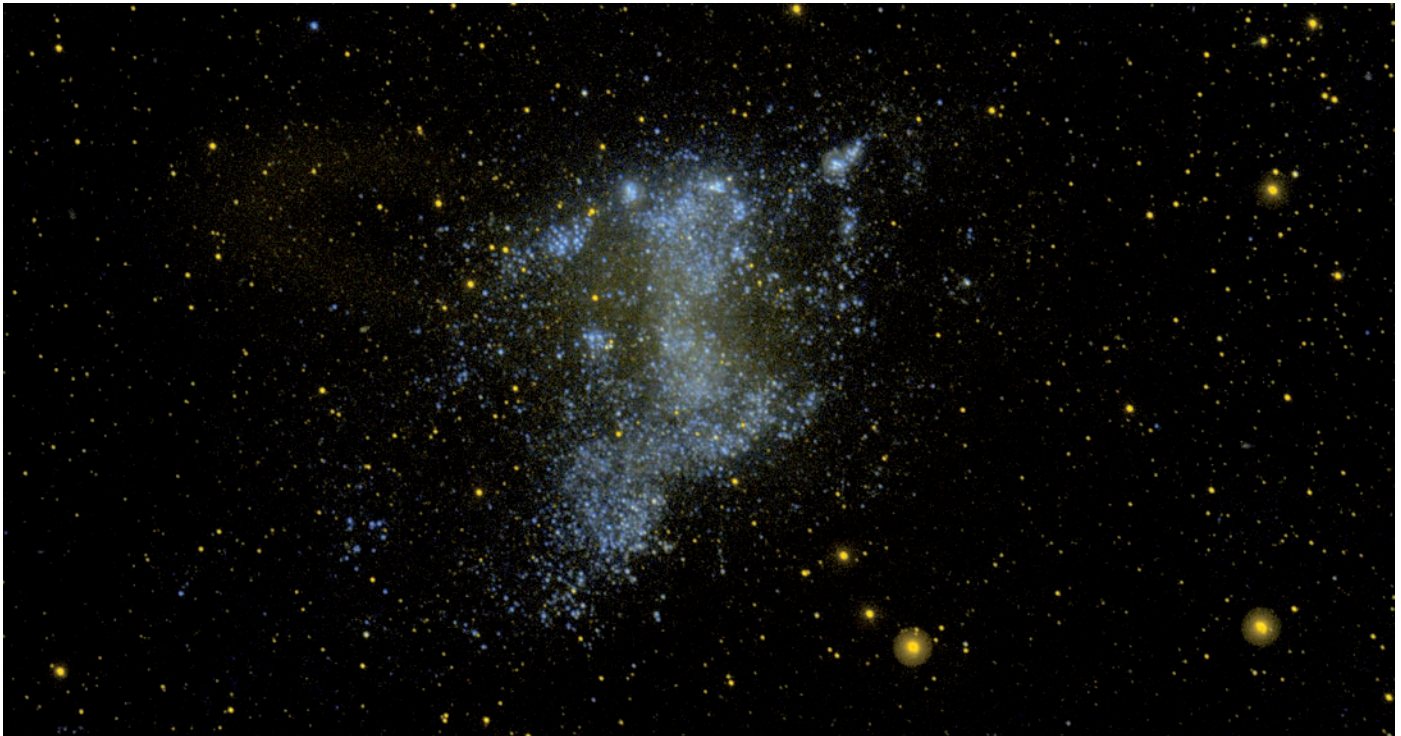
Laburbilduz, Linek eta Shuk proposatutako dentsitate-uhinaren eredu arakastatsua da bi arrazoiengatik: batetik, egitura espirala zergatik ez den desegiten azaltzen duela (izarrek eta egitura espiralek ez dute normalean abiadura angeluar bera) eta, bestetik, izar urdinen kokapen bereziaren galderari ere erantzuten diolako. Guk izarren abiadura neurtzen dugu, eta ez egitura espiralarena;

hortaz, ez da kontraesanezkoa esatea patroia espiralak erlojuaren orratzek bezala errotatzen dutela, abiadura uniformeaz, eta izarrek abiadura angeluar aldakorra dutela.

GALAXIEN KILOMETRO-KONTAGAILU BERRIA

Esan duguna kontuan hartuta, normala da honako galdera hau sortzea: izarren abiadura aldakor horiek badira neurtzen ditugunak, zehaztu al daiteke patroia espiralaren abiadura uniformea? Neurketa horrek garrantzia handia dauka kosmologian, patroia-abiadurari esker jakin baitezakegu zein den materia ilunaren kokapena. Gainera, galaxia espiral askok barra bat izaten dute erdian, eta barra horren abiadurak (kanpoko egitura espiralaren abiadura ez bezalakoa) galaxia materia ilunezko halo batez inguratuta dagoen esaten digu. Azkenik, astrofisikari askok uste dute patroia-abiadura ezberdin horiek (barra eta egitura espiralarena, adibidez) erresonantzien arteko akoplamendu-fenomenoak eragin ditzaketela.

Galaxia espiralaren abiadura angeluarrak behera egiten duenez erradioa handitzean, oro har, abiadura angeluar hori ez da izango egitura espiralaren abiadura konstantearen baliokidea. Hala ere, erradio berezi bat egongo da, non izarrek egitura espiralaren abiadura bera izango baitute: zirkulu hori baino barrurago izarrek beso espiralak aurreratu dituzte aldizka, eta zirkulu horretatik kanpora, alderantziz, beso espiralek izarrek aurreratuko dituzte maiztasun zehatz bate-



NGC 6822 galaxia. Edwin Hubble astronomoak erabili zuen, M31 galaxiarekin batera, izar-multzo haiek Esne-bidetik kanpo daudela baieztatzeko, alegia, galaxiak direla baieztatzeko. ARG.: NASA.

kin. Zirkulu berezi horri korrotazio deritzo, eta hura neurtzea patro-abiadura aurkitzearen baliokidea da, bi magnitudeak erlazioztatzen dituen ekuazioa baitago. Korrotazioa aurkitzeko, zenbait metodo asmatu izan dira, sinpleenak morfologian oinarrituta. Egitura bereziren bat orbita zehatz batekin lotuz, korrotazioa aurkitu daiteke; adibidez, eratzun moduko egiturak orbita berezi batzuekin identifikatuz, posible da korrotazioa zehaztea. Beste metodo batzuek, neuritutako abiaduraren mapan oinarriturik, posizio hori zehaztea ahalbidetzen dute (Tremaine-Weinberg, adibidez). Azkenik, ahalegin handia egin da galaxien portaera simulazio hidrodinamikoak erabiliz ordenagailuen bidez irudikatzeko, eta, zenbait kasutan, posible da simulazio horiekin patro-abiaduraren balioa mugatzea.

Kanarietako Astrofisika Institutuan korrotazioaren posizioa neurtzeko metodo berri bat garatu dugu. Galaxien abiadura ez-zirkularren mapa aztertzean oinarritzen da metodo hori, eta gaur egun eskura ditugun teleskopio eta detektagailuen kalitate handiak posible egiten du metodoa aplikatzea (duela hamarkada pare bat ezinezkoa zen hori, ez geneukalako behar adina zehaztasun instrumental). Orain arte erabilitako metodoak baino sinpleagoa da gurea, korro-

tazioa edo beste erresonantzietatik hurbil gertatzen den gas-korronteen norabide-aldaketa bakarrik erabiltzen duelako. Gasaren norabide-aldaketa hori uhin-dentsitatearen teoriak iragartzen du. Hala, zuzenean neuritutako abiaduren mapari errotazio-kurba (abiadura zirkularrak) kenduz, zeinu-aldaketa gehiago topatuko ditugu eraiki dugun abiadura ez-zirkular horien mapan, erresonantzien posizioetan. Teknika berri hori bibliografian ikertutako zortzi galaxiatara aplikatu da, eta etorkizun handiko emaitzak lortu dira: beste metodoekin lortutako balioen antzekoak aurkitu ditugu, eta ia beti ziurgabetasun-bitarte txikiagoekin. Laster, artikulua honen egileek egindako ikerketa sakonago bat argitaratuko da, metodo berria ehun bat galaxiatara arrakasta handiarekin aplikatzen duena.

Laburbilduz, galaxia espiralen errotazioa azaltzea erronka handia izan da astronomoentzat. Hala ere, Linek eta Shuk 1960ko hamarkadan proposatutako hipotesiak dotore azaltzen du egitura espirala: beso espiralak une zehatz batean dentsitate handiagoa duten eremuak dira, handik sartu eta atera egiten diren izarrez osatuak; gainera, dentsitate handiagoko ilusio optiko moduko egitura horrek erloju-orratzen norabidean errotatzen du, tinko, galaxiaren zen-

troaren inguruan. Garrantzi handia dauka jakiteak galaxiek zer patro-abiadura duten, eragin handia baitu kosmologian, eta beso espiralen patro-abiadura zehaztea korrotazioaren posizioa aurkitzearen baliokidea da: zirkulu berezi horretan, izarrek egitura espiralarekin batera higitzen dira. Esan dezakegu Kanarietako Astrofisikako Institutuan garatu berri dugun metodoa aurrepauso handia izan dela arlo horretan, oso teknika zuzena baita eta posible egin baitu korrotazioa orain arte ezinezkoa zen zehaztasunarekin neurtzea. ●

BIBLIOGRAFIA

- FONT, J.; BECKMAN, J.E.; EPINAT, B.; FATHI, K.; GUTIÉRREZ, L.; HERNÁNDEZ, O.: *The Astrophysical Journal Letters*, 741 (2011), 14.
- VAN DER KRUIT, P.C.; ALLEN, R.J.: *Annual review of astronomy and astrophysics*, 16 (1978), 103.
- LIN, C.C.; SHU, F.H.: *The Astrophysical Journal*, 140 (1964), 646.
- DEBATTISTA, V.; SELLWOOD, J.A.: *The Astrophysical Journal Letters*, 493 (1998), 5.
- BINNEY, J.; TREMAINE, S.: *Galactic Dynamics*, Princeton University Press: Princeton, 1987.



Android-erako
eta iPhone-rako



Elhuyar hiztegiak zure mugikorrean

Deskargatu **DOAN** demoak

www.elhuyar.org/hiztegiak-mugikorrean

mugikorrak@elhuyar.com





Ilargiaren efemerideak

- 1) 06:15ean, Ilgora.
- 2) 20:44an, apogiotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena). 404.589 km.
23:14an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin 5,0°-ra.
- 5) 10:52an, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin, 2,8°-ra.
- 6) 14:25ean, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 9) 07:31n, Ilbetea.
- 10) Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -5,11^\circ$).
- 13) Gehienezko librazioa latitudean ($b = 6,69^\circ$).
- 14) 00:36an, konjuntzio geozentrikoan Marterekin 9,1°-ra.
- 16) 09:09an, Ilbehera.
14:59an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin 6,4°-ra.
- 17) 22:39an, perigeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 369.899 km.

Beste efemeride batzuk

- 1) Igandea, 2012.urteko lehen eguna.
Eguerdian, 2.455.928. egun juliotarra hasiko da.
Egutegi juliotarrean, urtarilaren 14a da 2012ko lehen eguna.
- 4) Kuadrantida izeneko izar iheskorren maximoa.
- 5) 2012an Lurra Eguzkitik hurbilen egongo den eguna. Perihelioa da: 147.100.000 km.
Urtarrilaren 1eko 22:00etatik (orduan izan zen 1989an) urtarilaren 5eko 8:00etara bitartean (orduan izango da 2020an) izan liteke. Lur-Ilargi sistemak bere barizentroaren inguruan egiten duen mugimenduak eragiten du alde hori. Periheliorik hurbilenak Ilbeheran izaten dira, eta urrunenak, Ilgoran.
- 18) Eguzkia, itxuraz, Capricornus konstelazioan sartuko da (299,61°).
- 20) Astrologiaren arabera, Eguzkia Aquariusen sartuko da (300°).
- 23) Urte Berri eguna Txinan. Herensugearen urtea hasiko da.
- 31) 433 Eros planeta txikia 1975etik izan duen distantzia txikienera pasatuko Lurraren ondotik; 27 milioi kilometro baino gutxiagora. 8,5eko magnitudea izan behar luke. 2056ra bitartean ez da izango orain bezain kondizio onik hari behatzeko.

- 19) 11:16an, konjuntzio geozentrikoan Antaresekin 4,2°-ra.
18:27an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 23) 07:40an, Ilberria.
- 26) Gutxieneko librazioa latitudean ($b = -6,62^\circ$).
13:12an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrekin, 6,8°-ra.
- 27) 21:39an, konjuntzio geozentrikoan Uranorekin 6,0°-ra.
- 30) 11:28an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin, 4,5°-ra.
17:50ean, apogiotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 404.326 km.
- 31) 04:10ean, Ilgora.

urtarrila 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 12a baino lehen), Marte eta Saturno.

Arratsalde: Artizarra eta Jupiter.
Gauetz: Marte, Jupiter eta Saturno.

Merkurio

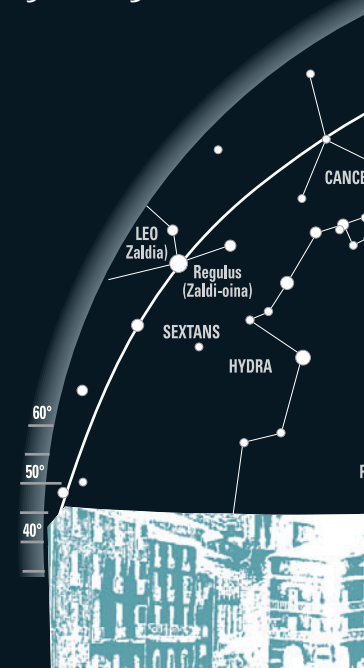
Hilaren 12ra arte, hego-ekialdeko horizontearen gainean ikusi ahal izango da, Eguzkia atera baino ordubate lehenago. Handik aurrera, zaila izango da ikustea, horizontetik oso hurbil egongo baita. 17 h eta 20 h bitarteko igoera zuzena. -22, -23 eta -21° bitarteko deklinazioa. Ophiuchusen izango da, Sagittariusen sartuko da gero, eta Capricornusera pasatuko da ondoren. Magnitudea -0,5etik -1,0ra jaitsiko zaio.

Artizarra

Eguzkia baino hiru bat ordu geroago ezkutatuko da hilaren 1ean, eta hiru ordu eta erdi inguru geroago hilaren 31n. Hil honetan, egunean 0,5°

Zerua

2012ko urtarilaren 15eko 01:30ekoa



Ekialdea

egingo du gora. Distira ikusgarria du, eta, hori dela eta, gaueko lehen orduetako ikuskizuna da negu osoan. 21 h eta 23 h bitarteko igoera zuzena. -18° eta -05° bitarteko deklinazioa. Capricornusen hasiko du hila, eta Aquariusera igaroko da gero. Marteren magnitudeak gora egingo du pixka bat, -4,0tik -4,1era.

Marte

Eguzkia ezkutatu eta gehienez ere sei ordu geroago agertuko da hilaren 1ean, eta ia hiru ordu eta erdi geroago hilaren 31n. Distira asko handituko zaio, izar gehienek baino magnitude handiagoa izan arte. Marte Eguzkia baino mantsoago mugitzen da; beraz, Lurra Eguzkiaren inguruan 79 bira ematen ditu bitartean, 42 bira ematen ditu Martek. Horrek esan nahi du 79 urte eta egun batzuek behin posizio erlatibo bera dutela. 11 h-ko igoera zuzena. +06°-ko deklinazioa. Leon hasiko du hila, eta Virgora igaroko da gero. Magnitudea -0,0tik -0,6ra aldatuko zaio.

zenita



Hegoaldea

Mendebaldea

Jupiter

Eguzkia baino bederatzi ordu geroago sartuko da hilaren 1ean, eta zazpi ordu geroago hilaren 31n. Haren distira gaueko ordu askotan ikusiko dugu. Ekialderanzko bidea hasiko du, eta Ariesen sartuko da hilaren 8an. Pixkanaka, Taurusera iritsiko da maiatzean, eta han hasiko du hurrengo eretrogradazio-begizta. 02 h-ko igoera zuzena. +10° eta +11° bitarteko deklinazioa. Piscisetik Ariesera aldatuko da, eta han izango da hila bukatu arte. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, -2,6tik -2,4ra.

Saturno

Eguzkia baino sei ordu lehenago aterako da hilaren 1ean, eta zazpi ordu eta erdi lehenago 31n. Aurreko hilean baino distiratsuxearago dago. 14 h-ko igoera zuzena. -09°-ko deklinazioa. Hil osoan Virgon izango da. Haren magnitudeak gora egingo du pixka bat, 0,7tik 0,6ra.

Hilaren 2an, 13:36an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 10ean, 15:54an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 18an, 13:05ean, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebaldera.

Hilaren 26an, 15:09an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Urano

Gero eta zailagoa da begi hutsez ikustea. 00 h-ko igoera zuzena. 00°-ko deklinazioa. Piscisen egongo da, eta 5,9ko magnitudea izango du.

Neptuno

Ikusgai dagoen aldia amaitzera doa, baina hilaren 13an Artzarraren alboan ikusi ahal izango da. 22 h-ko igoera zuzena. -12°-ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen. 8,0raino txikituko zaio magnitudea.

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 1ean, 13:00etan, Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,177 egunean behin. Hilaren 8an, 15ean, 23an eta 30ean izango dira beste maximoak.

Hilaren 2an, 23:00etan, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa. Haren magnitudea 3,3ra hurbilduko da. Beste minimoak hilaren 5ean, 8an, 11n, 14an, 17an, 20an, 23an, 25ean, 28an eta 31n izango dira.

Hilaren 4an, 9:00etan, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 4,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 9an, 15ean, 20an, 25ean eta 31n izango dira beste maximoak.

Hilaren 11n, Europan, Lurraren Eguzkiarekiko orientazioa egokia da gaueko lehen orduetan mendebaldean argi zodiakala ikusteko. Kasu honetan, Aquarius eta Piscis konstelazioak estaliko ditu, Ilargia han ez dagoenean, hots, ilargialdiaren bigarren fasean (Ilbehera).

Teleskopioarekin:

Hilaren 21ean, P/2006 TI Levy kometa Lurretik 30 milioi km-ra igaroko da. Bailearen konstelazioan izango da, Mira izarretik ez hain urruti. 7ra hurbilduko da haren magnitudea. Hegoaldeko horizontetik 40°-ko altueran bila daiteke, krepuskulu astronomikoaren bukaeran. Jupiter baino 2° inguru beherago.

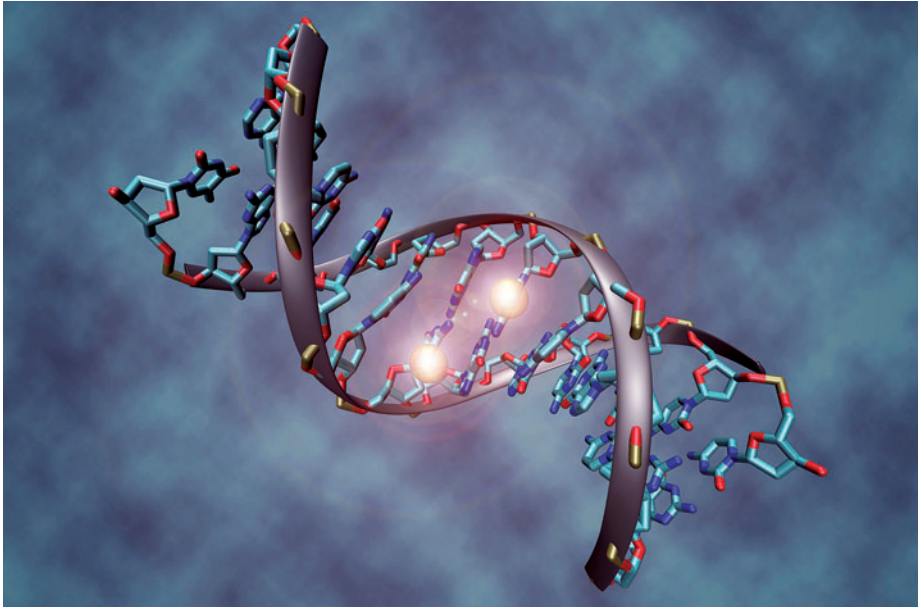
Hilaren 31n, Ilargiaren banalerrotik gertu, Rupes Recta (quart 4-322) ikus daiteke. Ekialde-mendebalde orientazioa duen malda txiki bat da, 300 m-ko desnibela duena; erabat zuzena da, eta ipar-hego norabideko faila batean dago. Ekialdetik datorren arraseko argitasunaren ondorioz, beltz bizi kolorekoa ikusten da. Argia mendebaldetik datorrenean, lerro argi bat ikusten da.

Hilabete osoan, Jupiter eta haren lau ilargi galileotarrak ikusi ahal izango dira: Io, Europa, Ganimeses eta Kalisto.

Artizarra ere ikusgai egongo da, eta haren faseak bereizi ahal izango dira.

* Gehitu ordubete denbora ofiziala kalkulatzeko.

Inguruneak desberdin egin dezake berdina dena



Oso-oso antzekoak badira ere, biki monozigotikoek izaten dituzte bata bestetik bereizten dituzten ezaugarriak. Eta, adinean aurrera egin ahala, gero eta gehiago. Desberdintasun horiek, ordea, ez dituzte geneetan gordeta izaten; gene horien espresioan dago gakoa. Eta espresioan eragiten duen faktore-multzoiari epigenoma deritzo. Barneko nahiz kanpoko ingurune-kondizioek izan dezakete eragina epigenetikan.

ARG.: CHRISTOPH BOCK-MAX PLANCK INSTITUTE FOR INFORMATICS/© ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA ⓘ ⓘ



ELKARRIZKETA

Fernando Cossío

Ikerbasqueko presidentea

Ikerbasque agentziaren arduradun izendatu zutenetik, kimikaren ikerkuntza eta zientzia-sistemaren kudeaketa bateratzen ditu Fernando Cossíok. Euskadiko ikerkuntza lehiakorrago egiteko nazioarteko puntako ikertzaileak erakarri behar direla dio. Era berean, harrobia bultzatzea eta ibilbide zientifikorako azpiegitura-sare egokia eraikitzea beharrezko jotzen ditu.

ARG.: JON URBE/ARGAZKI PRESS.



Fukushimaren lezioa

Ia urtebete igaro da Fukushima hondamendi nuklearra jazo zela. Data biribilei diegun zaletasuna aintzat hartuta, ziur hamaika eta bat txosten argitaratuko direla hurrengo hilean, gertakari horrek utzitako ondorioei buruz. Baina urteurrenari itxaron gabe ere, artikulua ugari argitaratu dira hilabete hauetan; tartean, industria nuklearraren eta erradioaktibitateak kutsatutako eremuaren etorkizuna aztergai duten zenbait analisi. ARG.: DIGITALGLOBE.

Argitaratzailea:

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



zientziaren
ELHUYAR
komunitateak

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

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

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

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

Hizkuntza-arduradunak: Sagrario Barandiaran,
Saroí Jauregi, Alfontso Mujika.

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

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: John Beckman,
Dani Fano, Joan Font, Eneko Iriarte, Igor Leturia,
Joseito Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea),
Miguel Querejeta.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: ESO/Luis Calçada; Guillermo Roa

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetzak: Izaskun Etxebeste, 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 €.

© Elhuyar Fundazioa

Lege-gordailua: SS-769/85

ISSN: 213-3687

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

**Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak
eta enpresak:**



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

KULTURA SAILA

DOILAN TEGIA Koop. Elk.; LAGUN-ARO SERVICIOS Koop. Elk.;
ORONA Koop. Elk.; IRIZAR Koop. Elk.



ELHUYAR
edizioak

ZIENTZIAK TXUNDITUKO ZAITU

ESPERIMENTATU, DAIATU, OHARTU...

Gazteentzako zientzia-esperimentu
erakargarri, ikusgarri eta egingarrien
bilduma

9-14 urte

Zz



ZIENTZIA GUZTIZ ARDURAGABEA!

Totally
Irresponsible
Science
liburuaren
euskarazko
itzulpena.

Egilea:
Sean Connolly



Bizi ezazu ZIENTZIA-ABENTURA

Gazteentzako zientzia-narrazioko
liburuak, zientziaren eta
literaturaren arteko zubi

12-16 urte

ZzL



PLATONEN URMAELA. Lapurtutako giltzaren bila

Plato's Pond
liburuaren
euskarazko
itzulpena.

Egilea:
Fred Andrews



www.elhuyar.org/edizioak



ERAKUTSI ZER EGIN DEZAKEZUN ORRI TXURI BATEKIN



2.000 €

DIBULGAZIO-ARTIKULU ORIGINALAK:

- Dibulgazio-artikulu orokorrak
- Egilearen doktore-tesian oinarritutako dibulgazio-artikuluak

2.000 €

ZIENTZIA-KAZETARITZAREN ARLOKO LANAK

5.000 €

**GAZTEEI ZUZENDUTAKO
ZIENTZIA-NARRAZIOAK**

PARTE HARTU

Informazio gehiago eta oinarriak:
<http://cafelhuyarsariak.elhuyar.org>

ANTOLATZAILEAK:

CAF



ELHUYAR
fundazioa

LAGUNTZAILEA: