

274

2011ko apirila

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50
euro



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Elkarrizketa:

Rolf Heuer

CERNeko zuzendaria

Megahiriak

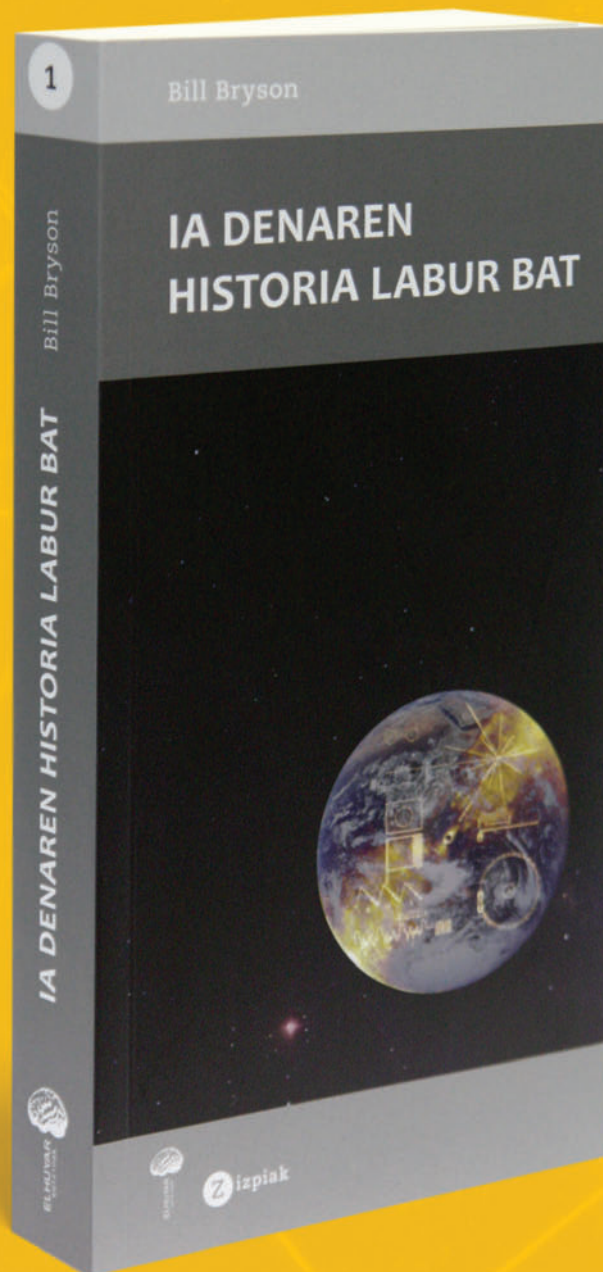
mundua gero eta hiritarragoa

TXERNOBIL

lurrikara 25. urteurrenean



ZIENTZIAZ GÖZATZEA DENON E5KU



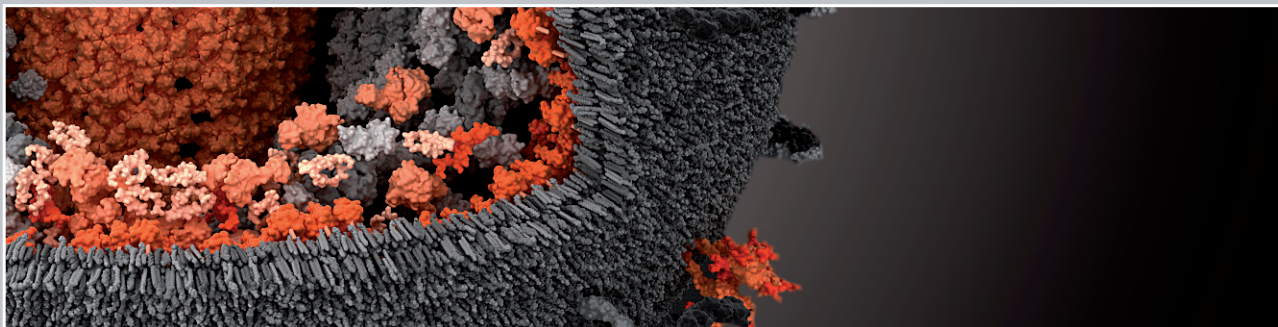
Bill Brysonen
best-seller mundiala
lehen aldiz **euskaraz**:
4 milioi ale baino gehiago
salduta mundu osoan.

“**N**oraino da arrisku bat onargarria, eta nondik aurrera ez?” 24

“**T**xilen ere egin nahi zituzten. Txilen!” 24

“**Z**enbat eta handiagoak izan, orduan eta jende gehiago erakartzen dute” 37

“**K**apitalari begira garatu ditugu hiriak, eta ez jendeari begira” 40



“**U**ste dut Shakespeareren galderari erantzuna eman ahal izango diogula” 45

“**I**rekia nago; zientzialaria naizenez, irekia egon behar dut” 46

Txernobil: urteurrena krisiaren erdian

Martxoaren 17a da gaur. Eta atariko hau idazten ari naizen honetan ez dakigu nola amaituko den Fukushima zentral nuklearraren istripua. Egoerak okerrera egin du etengabe larunbatetik: zentralaren erreaktore guztietan daude une hauetan arazoak, eta isuri erradioaktiboa gertatzen ari da. Garbi dago egoera oso larria dela; hortik aurrera, zurrumbilo handi bat da dena.

Baina Fukushima istripu nuklearraren neurria zein den jakin gabe ere, Japonian gertatzen ari denak ezinbestean ekarri du gogora Txernobil, tragediaren hogeita bosgarren urteurrena bete bezperan. Energia nuklearraren historiako istripu larriena gertatu zen 1986ko apirilaren 26an Ukrainan, eta betirako hondatu zuen milaka pertsonaren bizitza. Konparazioa sortu eta berehala ezeztatu du industria nuklearrak Fukushima eta Txernobil alderagarriak direnik. Eta ez, Fukushima ez da Txernobil. Zentralaren ezaugarriak ez dira berdinak, istripuaren ezaugarriak ere ez, eta istripuaren aurrean arduradunek erakutsitako jokamoldeak ere ez.

Nuklearraren defendatzaile batzuk areago joaten ausartu dira, eta sendotasunaren eta segurtasunaren adibidetzat jo dute Fukushima, sekulako lurrikaren eta tsunamiaren aurrean, segurtasun-neurriek erantzun dutelakoan. Burtsan bestela ikusi dute, eta berehala egin dute gora berriztargarriek. Eta segurtasun-protokolo guztiak berrikusteko konpromisoa adierazi dute agintariek.

Krisiaren beroaldian, eta beldurraren beldur esandakoen balioaz haratago, ikusteko dago zer ondorio ekarriko dizkion istripuak industria nuklearraren garapenari. Berotegi-efekturik gabeko energia-iturri alternatibotzat aurkeztuta, hauspoa hartua zegoen industria nuklearra; baina arriskuaren aurpegi gordina erakutsi du Fukushima zentralak, eta, atzera, indartu egin du energia-ereduaren eztabaida.

Fukushima eta Txernobil desberdinak izanagatik, eztabaidagai berdinetara eraman gaituzte. Zer energia-ereduren arabera nahi dugu garatu? Zenbat energia behar dugu? Zer arrisku ditu horrek? Zer arrisku hartzeko prest gaude? Nork hartzen ditu erabakiak? Zer da segurtasuna? Krisiari aurre egitea tokatzen da orain; baina egoerak bere onera egiten duenean (espero dezagun hala izatea), zain segituko dute ebatzi beharreko galdera zaharrek.



Eider Carton Virto

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia
aldizkariaren
zuzendaria*

zientzia eta teknologia



TXERNOBIL

lurrikara 25. urteurrenean

Japoniako hondamendiak berritu egin du energia nuklearraren segurtasunari, gardentasunari eta etorkizunari buruzko eztabaida. Horren gaineko gogoeta egin dute Igor Peñalva eta Jose Ramon Etxebarria ingeniari nuklearrek.

Megahiriak

mundua gero eta
hiritarragoa

Munduko populazioaren erdia baino gehiago dagoeneko hirietan bizi da. Hiri batzuek hazkuntza bereziki handia izan dute, eta megahiri bihurtu dira. Azken ehun urteetan, megahiri bakarra izatetik hogeita bat izatera pasatu gara. Denak, ordea, ez dira kondizio beretan handitu, eta planifikazioaren ikuspuntutik alde nabarmenak daude.

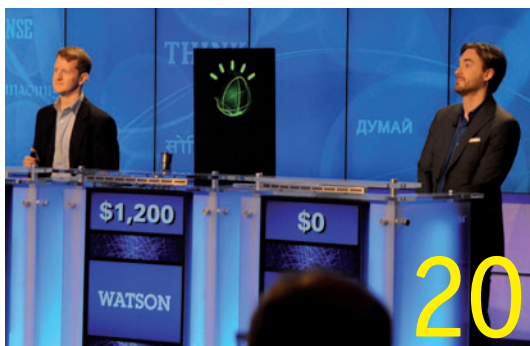
32



Makinak

telebistako
lehiaketak irabazten

Watson izeneko ordenagailu batek AEBko *Jeopardy!* telebista-lehiaketa ezaguna irabazi zuen, saio horren historia luzean izan diren bi lehiakide onenen aurka. Watsonek egin duena harrigarria da, baina ezin esan, oraindik, adimen artifiziala lortu denik.



44

ELKARRIZKETA

Rolf Heuer

2012ko abenduan urtebeteko etenaldia hasiko du LHCak. Rolf Heuer CERNeko zuzendariaren ustez, ordurako jakingo dugu Higgs bosoi ospetsua existitzen den ala ez. Horretaz, eta partikulen fisikaren esparruan egin duen lanaz hitz egin digu.



Plastikotasun neuronalak: garunaren zaindaria

Plastikotasun neuronalak garunaren errendimendua hobetzea ahalbidetzen du eta, gainera, lesio baten ondoriozko kalteak gainditzeko laguntzen du. Gero eta estrategia gehiago erabiltzen dituzte terapeutek garunaren plastikotasuna bultzatzeko.



56 Perspektiba perfekzioaren etsaia

Partenoia, Atenasko akropolian dagoen eraikin klasikoa, *trompe l'oeil* handi bat da. Begi hutsez lerro zuzenetan oinarritua ikusten dugu, baina efektu optikoa da. Hain zuzen ere, perspektibaren aberrazioari aurre egiteko, lerro okertuen bitartez eraiki zuten.

aurkibidea]

4 **FLASHA**
Hiesaren birusa,
molekulaz molekula

6 **ALBISTEAK**

16 **MUNDU IKUSGARRIA**
Kornati artxipelagoa

20 **MUNDU DIGITALA**
Makinak telebistako
lehiaketak irabazten

22 **TXERNOBIL**
lurrikara 25. urteurrenean

32 **Megahiriak,**
mundua gero eta hiritarragoa

44 **ELKARRIZKETA**
Rolf Heuer

49 **GAI LIBREAN**
Plastikotasun neuronalak:
garunaren zaindaria
L. ECHEAZARRA

ANALISIA

54 **Gizakia Ilargian eta Marten**
JOSE F. ROJAS

56 **GOGOETAN**
Perspektiba,
perfekzioaren etsaia

58 **ISTORIOAK**
Gagarinen bidaia

60 **LIBURUTEGIA**
Medikuntza alternatiboa
aztergai

61 **UMORE GRAFIKOA**
Satorrak Ilargian

62 **ASTRONOMIA**

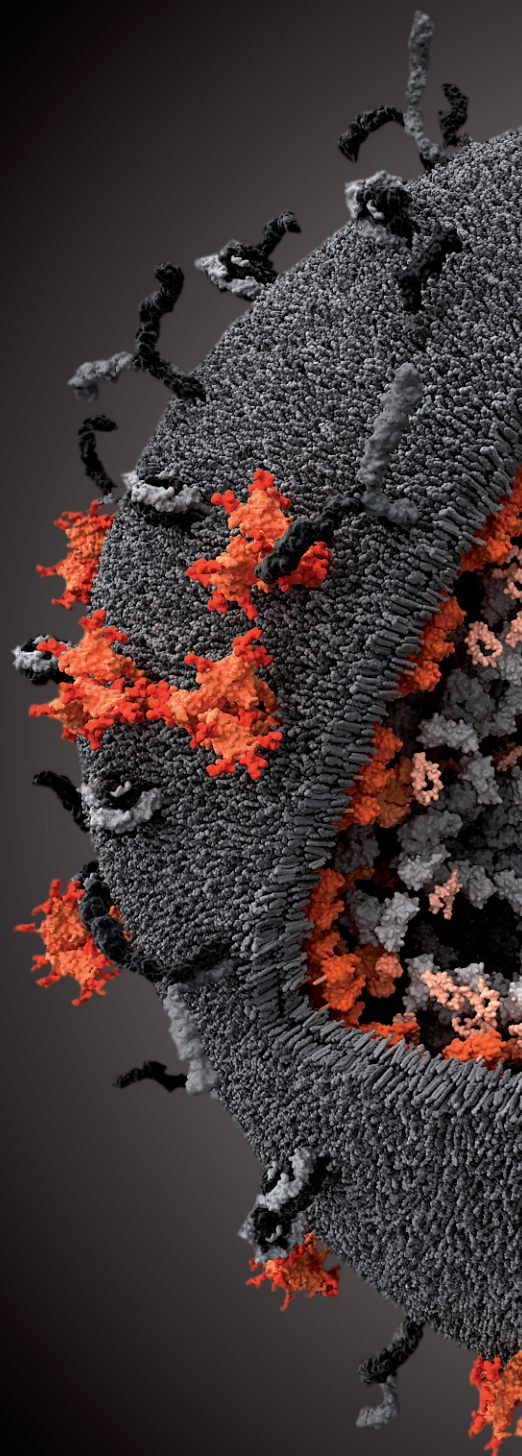
64 **HURRENGO ZENBAKIAN**

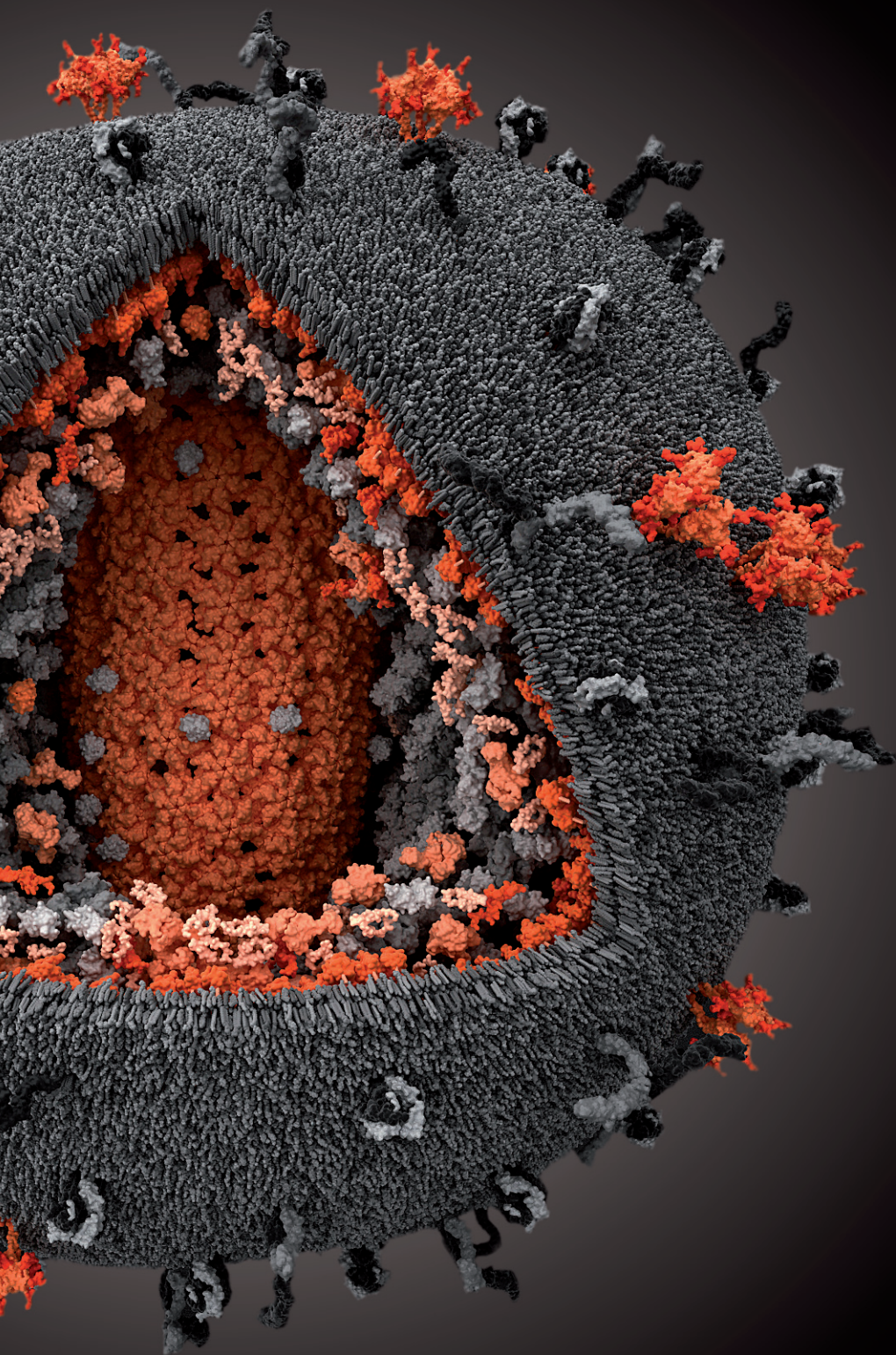
Hiesaren birusa, molekulaz molekula

Inoiz ez da halako xehetasunez irudikatu Giza Immunoeskasiaren Birusa. Visual Science enpresa errusiarreko kideek ehun ikerlanetako baino gehiagotako informazioa baliatu dute hiesaren birusaren hiru dimentsioko eredu hau sortzeko. Hamazazpi proteina irudikatu dituzte, haien benetako egiturarekin. Eta kanpoko mintzean 8 lipido, birusean agertzen diren proportzio berean; 160.000 molekula. Hori guztia bi koloreko kode bat erabiliz: laranja, birusaren beraren proteinak, eta, grisez, ostalariari lapurtutakoak.

Lan honekin irabazi dute 2010 Science/NSF International Science & Engineering Visualization Challenge lehiaketako ilustrazioen ataleko lehenengo saria.

IRUDIA: IVAN KONSTANTINOV, YURY STEFANOV, ALEKSANDER KOVALEVSKY, YEGOR VORONIN. VISUAL SCIENCE COMPANY.





flasha

Gene-terapiak emaitza onak eman ditu hiesia duten pazientetan

Lehen aldiz, gene-terapian oinarritutako tratamendu batek emaitza onak lortu ditu hiesaren aurka. Kaliforniako Sangamo BioSciences klinikak aurkeztu du tratamendua Bostongo Erretrobirusei eta Infekzio Oportunistei buruzko Kongresuan.

Ikerketa proba klinikoen lehen fasean dago; beraz, paziente gutxitan probatu dute oraindik, zehazki, antirretobiralen bidezko ohiko tratamendua egiten ari diren sei gizonezkoetan. Botikei esker, birus-kopuru txikia zuten odolean, baina ez zuten zelula immunologikoen kopurua handitzea lortzen.

Hain zuzen, hiesaren birusak erasotzen dion zelula immunologiko batekin egin dute ikerketa, CD4⁺ T zelularekin. Ikertzaileek pazienteetako bakoitzetik zelula horiek hartu, eta, haien genomak, CCR5 genea blokeatu dute. Izan ere, ikertzaileek kontuan hartu dute gene hori mutaturik duten pertsonak erresistenteak direla hiesarekiko, birusak CD4⁺ T zelulara sartzeko erabiltzen duen proteina kodetzen baitu CCR5 geneak.

Genea blokeatu ondoren, pazienteei itzuli dizkiete zelulak; horren ondorioz, sei pazienteetatik bostetan handiago egin da zelula-kopurua. Ikertzaileen ustez, tratamendua errepikatuz, "zelula erresistente kopuru handia" izatea lor dezakete.

Zenbait adituk adierazi dutenez, litekeena da metodo horrek ohiko gene-terapia ordezkatzeari, hura baino zehatzagoa baita (ohikoan, gene eraldatua genomak sartzen da, eta ikertzaileak ezin du guztiz kontrolatu aldaketa). Hala ere, badira alde txarrak ikusten dizkietenak ere, hala nola eraginkortasun txikia eta albo-ondorioen arriskua. ●

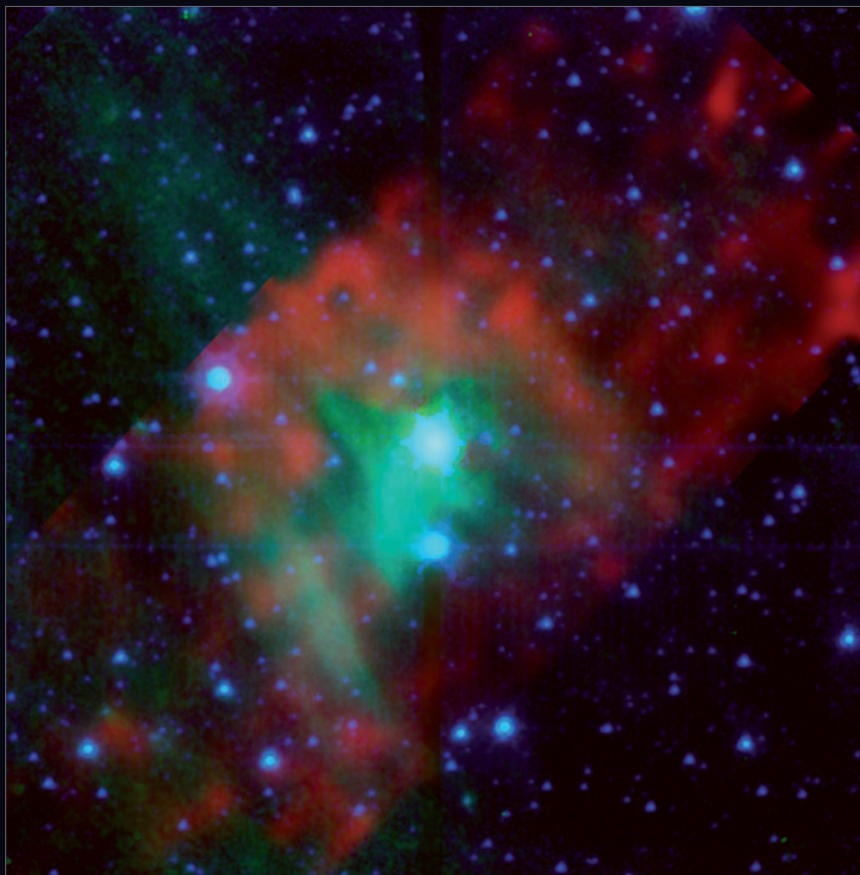
Urrutiko objektuak ez dira hain urrutikoak

Izarrak zer distantziatara dauden kalkulatzeko erreferentzia zuzendu behar da

Kilogramoaren definizioa nola eman behingoz zehaztu nahian dabilzan honetan, distantzia kosmikoak kalkulatzeko erabiltzen den erreferentzia ere zuzendu behar dela proposatu dute Estatu Batuetako Astronomia Elkartearen 217. batzarrean. Hain zuzen ere, distantzia kosmikoak kalkulatzeko astronomoek erabiltzen dituzten Zefeida izarrak uste baino hurbilago daudela ikusi dute.

NASAREN *Spitzer* espazio-teleskopioaren bidez Delta Cephei izarrean orain arte ezagutzen ez zen gas-nebulosa bat aurkitu zutenean iritsi ziren ondorio horretara. Nebulosek izarrek igortzen duten argiaren zati bat xurgatzen dutenez, berez den baino apalago ikusten da Delta Cephei, eta berez dagoen baino urrutiago dagoela ematen du.

Delta Cephein ez ezik, zefeiden taldeko izar erraldoien % 25ean ere aurkitu dituzte nebulosak, *Spitzer* teleskopioaren bidez. erreferentzia gisa. Hortaz, haiek oinarri hartuta distantziak kalkulatzeko, lehenik nebulosen efektua zuzentzea proposatu dute zientzialariek. ●



NASAREN *Spitzer* espazio-teleskopioak Delta Cephei izarrean inguruan hautemandako nebulosa. ARG.: NASA/JPL-CALTECH/M. MARENGO, IOWA ESTATU UNIBERTSITATEA.

TEKNOPOLIS

**Apirilaren 4an,
300. programa!
Zorionak!**

Zientzia eta teknologiaren dibulgazio-magazina

etb 1 Igandeetan, arratsaldeko 15:15ean

etb 2 Igandeetan, goizeko 11:00etan

etb 3 Asteazkenetan, 23:00etan.

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



BABESLEAK

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

urrian da zabal zaku:
UPV - EHU

eitb



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Nanozientziaren garapenari bai esan diote parte-hartzaileek Bilbon, zientziaz. Jokatu eta erabaki” eztabaida-jokoan



ARG.: DANIEL SOLABARRIETA.

AlhóndigaBilbaok “Eztabaidatu dezagun zientziaz. Jokatu eta erabaki” ekimena antolatu zuen martxoan, Elhuyar Fundazioren laguntzarekin. Herritarrak izan ziren ekimenaren hartzaileak, eta nanoteknologia eztabaidarako gaia. Bi orduko jokoaren amaieran, parte-hartzaileak nanoteknologia garatzearen alde agertu ziren, eta, hori ondo egiteko, erregulazioa eta eztabaida publikoa sustatzea eskatu zuten. Bilbon ateratako ondorioak Europan zabaldu dira, gainera, www.playdecide.eu webgunearen bitartez, eta Europako beste herrialdeetan halako ekimenen bidez esandakoetara batu dira.

Guztira, hogeita hamar bat lagunek parte hartu zuten Bilboko Alhondegian egindako saioan. Lehenengo aldia zen Euskal Herrian halako saio bat egiten zena, eta emaitzarekin pozik agertu ziren antolatzaileak. Saioaren gidari

Eneritz Muguruzaren hitzetan: “parte-hartzaileek oso ondo hartu dute jokoa, eta oso gogotsu aritu dira. Gainera, helduentzako ekimena izan arren, gaztetxo batzuk ere aritu dira, eta oso ondo aritu ere; amaierako ondorioetaraino iritsi dira, gainerakoekin batera”.

Eztabaida-joko bat izan da saioaren ardatza. Parte-hartzaileak bi orduz aritu dira nanoteknologiaz, eta, oro har, aurrerapen teknologikoaz eta horrek guztiak gizartean duen eraginaren inguruan: aukerak, arriskuak, beldurrak, neurriak, arduradunak, finantziak, gizartearen parte-hartzea... halakoez eztabaidatu dute, eta talde-ikuspuntua bateratzen saiatu dira. Nerea Rodriguezek garbi du merezi zuela joatea: “Lagunei kontatu beharko banie gaur egindakoa, esango nieke oso esperientzia ona izan dela; asko ikasi dut, eta gehien gustatu

zaidana izan da ikustea jokatz, beste partaideekin eztabaidatuz, asko ikasi daitekeela, ia konturatu gabe, batzuetan. Jokoak arinagoa egiten du gaia, ez baita gai erraza nanoteknologia. Berriz egingo nuke, zalantzarik gabe”.

Zientziari eta teknologiari buruzko eztabaida ireki batean parte-hartzeko gogoak eraman zuen Eguzkiñe Bidaurrezaga AlhóndigaBilbaora. Berak uste du teknologiari eta zientziari buruz gutxi eztabaidatzen dela: “aurrerapenaren atzetik joan ohi da eztabaida, ez dakigu oso ondo zertan ari diren; nanoteknologiaren kasuan, adibidez, jokoari esker konturatu naiz nik uste nuena baino garatuagoa dagoela. Gure mahaian, ia denok bat etorri gara esateko batez ere informazioa falta dela, eta, iritzia eman ahal izateko, beharrezkoa da informazioa izatea”.

“Eztabaidatu dezagun

Ondorioak, Europara

Saioaren amaieran, emaitzak gehitu egin dira beste PlayDecide saio batzuetan esandakoetara. Bai Bidaurrezagak eta bai Rodriguezek oso positibotzat jo dute Bilbon lortutako ondorioak partekatzeko aukera izatea. Bidaurrezagaren hitzetan: “garrantzitsua iruditzen zait jendearen iritzia jakinaraztea, eta halako foro gehiago egotea gustatuko litzaidake, norabait iristen diren foroak, egiten denaren gain eragingo duten foroak. Momentuz kontsultiboak dira batez ere, baina, zabalduko balira, jendeak aukera izango luke gehiago jakiteko”. Rodriguezentzat “oso ondo dago kontinente batean iritziak konpartitu ahal izatea, eta norberak jakin ahal izatea zein den besteen iritzia”.

Europako PlayDecide proiektuan oinarritzen da “Jokatu eta Erabaki” ekimena. Gizartean eztabaida piztea eta ondorioak entzunaraztea da helburua. Horretarako, informazioaz gainera, eztabaidarako eta adostasunerako ildoak ematen dituen jokoa proposatzen dute. Esan bezala, Euskal Herrian horrelako ekimen bat egiten den lehen aldia da, baina gehiagotan egiteko gogoia erakutsi dute antolatzaileek. Maria Gilek, Elhuyar Fundazioren Zientziaren Komunikazioa Saileko arduradunak azpimarratu duenez, “proiektu honekin informazioa ematea baino gehiago egin nahi dugu; jendearen parte-hartzea bilatzen dugu, gai bati buruz hausnartzea, ondorio batzuetara iristea, orokorrean oso gertu dauzkagun gaien inguruan”. ●

“Kaktus ibiltaria”, artropodoen kate-maila galdua

Txinako hego-mendebaldean aurkitutako fosil batek aukera eman du aurrerapauso bat emateko artropodoen eboluzioa ulertzeko bidean. *Diania cactiformis* izena, eta “kaktus ibiltaria” ezizena, jarri dio aurkitu duen paleontologo-taldeak (Berlingo Freie Unibertsitatekoak), eta, azaldu dutenez, artropodoak lobopodioetatik datozela berresteko balio izan du aurkikuntzak.



Kaktus ibiltaria
artropodoen arbasoa
izan liteke.
ARG.: MINGGUANG CHI.

Hain zuzen ere, Lobopodia taldeko animalia bat da, hau da, beldar hankadunen antzeko animalia batzuen taldekoa (gehienak iraungita). Orain dela 500 milioi urte bizi izan zen kaktus ibiltaria, sei zentimetro inguru luze zen, eta, gainerako lobopodioak bezalaxe, gorputz biguna zuen. Gainerako lobopodio ezagunak ez bezala, ordea, hanka artikulatuak zituen (artropodoak bezala). Eta horixe da zientzialariek nabarmendu duten ezaugarria. Izan ere, artropodoak lobopodioetatik eratorri zirela uste izan dute aspalditik, baina orain arte ez zuten aurkitu talde horretan hanka artikulaturik zuen animaliarik. ●

Etor zaitetz ezkutuko ingurune natural hau
ezagutzera eta abenturaz gozatzera

Sobrongo abentura-zentroa

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



Eskola-umeentzako prezio bereziak



01423 Sobron (Araba)

tel.: 945 359016

faxa: 945 359137

http: www.aventurasobron.com

h. el.: info@aventurasobron.com

Bizia, olio-tanta batetik

Biziaren jatorriari buruzko eztabaida hauspotu du hipotesi berri batek, Britainia Handiko Zientziaren Errege Elkartearen azken kongresuan. Hain zuzen, jatorria olio-tanta bat izatearen aukera proposatu du Martin Hanczyc genetikan doktore eta Hego Alemaniako Unibertsitateko irakasleak.

Bizia nola sortu zen azaltzeko teoria bat baino gehiago dago, baina ez dago auzia behin betiko argituko duen froga geologikorik aurkitzeko itxaropenik, lurrazala berritu egiten baita, eta arrokarik zaharrenak duela 3.800 milioi urtekoak dira. Ordurako, bizia sortua zen, eta konplexu samarra zen.

Horrenbestez, ikertzaileak laborategian saiatzzen dira Lurraren hasierako kondizioak sortzen, abiapuntuan jarritako elementuetatik egitura bizidun bat garatzeko. Normalean, elementu horiek zelula bizidunen oinarritzko osagaiak izaten dira, hala nola RNA, karbohidratoak...

Hanczyc, baina, askoz ere egitura sinpleago batetik abiatu da: olio-tanta batetik. Lehen esperimentuetan, nitrobenzeno olioak erabili zuen. Inguru oso basikoan jarrita, eta energia emateko gai kimiko bat gehituz (anhidrido oleikoa), olio-tantek "metabolismoa" zutela ikusi zuen; izan ere, inguru ahalik eta basikoenera mugitzeko eta gai kimikoarekin elikatzeko gai ziren. Hanczycen hitzetan, tanta "hilezkorrak" lortu zituen: energia emanez gero, mugimenduan jarraitzen zuten.

Hanczycen olio-tantekin ikertzen jarraitu du, eta ahalmen handiak dituztela uste du. Esaterako, bata bestearekin elkartzea saihesten dute; Hanczycen iritziz, nolabaiteko komunikazio kimikoa dutela esan nahi du horrek. Are gehiago: olio-tantetan iraganean izandako gertaerek etorkizunean eragiten dute; hortaz, memoria dutela esan daitekeela uste du ikertzaileak.

Orain, olio-tantak bere kasa ugaltzeko mekanismoaren bila dabil. Horrekin batera, lehenengo olio-tantak sortzeko erabili dituen gaien orde, Lur primitiboan zeuden elementuetatik abiatuta haien parekoak sortzeko saiakerak egiten ari da. Besteak beste, olio minerala erabiltzen ari da, eta karbohidratoak eta beste konposatu organiko sinple batzuk, aminoazidoen aurrekariak izan daitezkeenak. Dagoeneko lortu ditu emaitza batzuk, eta olio-tanta berriek lehengoek zituzten jokabideetako asko dituztela adierazi du Hanczycen.

Adituek era guztietako iritziak eman dituzte Hanczycen lanari buruz. Batzuentzat interesgarria den arren, beste askorentzat olio-tanta horiek sinpleegiak dira biziduntzat jotzeko edo bizidun bilakatzeko, batez ere ez dutelako material genetikorik. Philipp Holliger Cambridgeko Unibertsitateko ikertzaileak esan zuen bezala, "softwarea jarri behar duzu hardwarean, funtziona dezan."

Hanczycen, baina, bere olio-tanten alde egin du, eta Lurreko lehen bizidunen aurrekariak izan daitezkeela adierazi ez ezik, urrutiago ere joan da, eta nonbait bizirik egon daitezkeela esan du, hala nola Lur sakonean hondoratuta. Edo eguzki-sistemaren txokoren batean; adibidez, Titanen, Saturnoren ilargi handiengan, karbohidratoetan aberatsa baita satelite hori. ●

Uste baino energia gutxiago iristen zaigu Eguzkitik

Orain arte uste zen baino txikiagoa da Eguzkitik Lurrera iristen den energia-kantitatea, Estatu Batuetako bi zientzialarik adierazi dutenez (Atmosferaren eta Espazioaren Fisikako Laborategikoa bat —LASP—, eta Itsas Ikerketen Laborategikoa bestea). LASP laborategian, hainbat datu kalibratu ondoren, doitasun handiagoz kalkulatu ahal izan dute zenbat energia jasotzen dugun Eguzkitik. Bada, emaitzetan ikusi dute, adibidez, 2008an, Eguzkiaren jarduerak minimoa jo zuen garaian, Lurrera metro karratuko 1360,8 watt iritsi zirela, onartuta dagoena baino 5 watt gutxiago metro karratuko. NASAren SORCE sateliteak jasotako datuak erabili dituzte azterketan. Energiari dagokionez aldea oso handia ez bada ere, klima-ereduak hobeki doitu ahal izango direla adierazi dute ikertzaileak. ●



Olio-tanta, ingurune oso alkalinoan mugitzen. ARG.: MARTIN HANCZYC.

Zailtasunak indusitutako zelula amen ikerketan

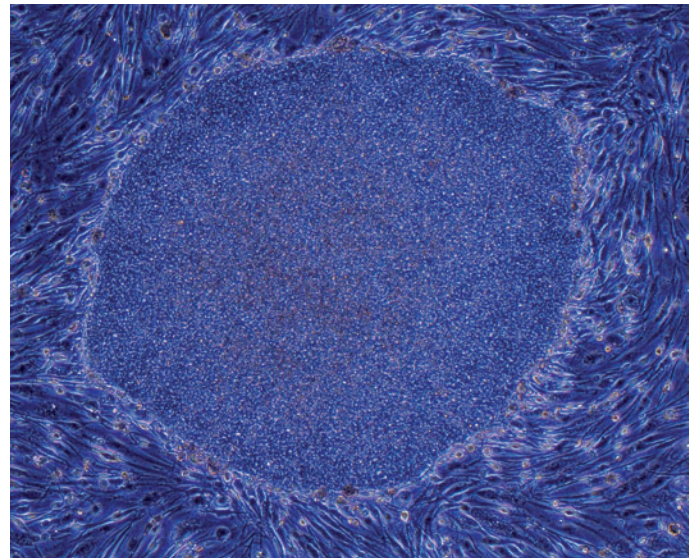
Nature aldizkariak zelula amei buruz argitaratu duen artikulu batek dezenteko oihartzuna izan du ikerketarako horretan. Hain zuzen ere, indusitutako zelula amek duten arazo bat nabarmentzen du artikuluak ("Hotspots of aberrant epigenomic reprogramming in human induced pluripotent stem cells").

Ikerketaren burua Salk Institutuko Joseph Ecker da, eta Estatu Batuetako zentro garrantzitsuenetako ikertzaileek parte hartu dute. Berez, indusitutako zelula amek itxaropen handia sortu dute ikertzaileen artean, zelula ama enbrionarioen antzeko ezaugarriak dituztenez, ez dutelako arazo etikorik sortzen.

Alabaina, orain erakutsi dutenez, litekeena da indusitutako zelula amak ez izatea erabilgarriak

tratamenduetan, aldaketa epigenetikoaren ondorioz. Aldaketa epigenetikoek geneen espresioa aldatzen dute; aktibatu edo inaktibatu egiten dute, DNA aldatu gabe. Bada, indusitutako zelula amek helduak izan direlako *oroimena* gordetzen dute genoman, eta marka epigenetiko horiek haietatik eratorritako edozein ehunetan edo organoetan irauten dute.

Gurutz Linazasororen ustez, ikerketak agerian jarri du birprogramatutako zelula pluripotenteak sortzeko teknologia "ez dela perfektua" oraindik. Zelula amen ikerketan eta medikuntza birsortzailean espezializatutako Inbiomed Fundazioaren lehendakaria da Linazasoro, eta, hark azaltzen duenez, prozesu epigenetiko garrantzitsuenetako bat histonen metilazioa da.



Indusitutako zelula ama pluripotenteak, larruazaleko zelula helduetatik eratorriak. ARG.: SHINYA YAMANAKA/KYOTO UNIBERTSITATEAREN ZELULA AMEN IKERKETARAKO ZENTROA.

Larruazaleko zelula helduetatik eratorritako zelula ama indusituak zelula ama enbrionarioekin alderatu dituzte, eta aldaketak aurkitu dituzte metilazio-ereduan. Adibidez, zelula helduetan metilatuta dauden genoma-zati batzuk hala daude haietatik eratorritako zelula ametan, baina ez enbrionarioetan.

Hori da "diferentzia garrantzitsua", Linazasororen esanean.

Hala eta guztiz ere, Linazasororen iritziz, oztopo hori ez da gaindiezina, "zelulen birprogramazioaren oinarri zientifikoa oso sendoa baita". ●



Euskal Herriko Unibertsitateko Euskara Zerbitzuak 2003an abiarazitako ekimena da ZIO (Zientzia Irakurle Orentzat). Bizkaiko Foru Aldundiaren laguntzari esker urterik urte osatuz doa ZIO bilduma.

Zientziara hurbiltzeko liburu erakargarri eta erabilgarriak eskainiz, euskara eta jakintza uztarturik jartzen dira edonoren esku.



BIZKAIA BIZIA

Isabel Arriortua, 2010eko Ikerkuntzako Euskadi Saria

EHUko katedradun Maria Isabel Arriortuak (Barakaldo, 1950) jaso du 2010eko Ikerkuntzako Euskadi Saria, Zientzia eta Teknologiaren modalitatean. 1992. urtetik kristalografian eta mineralogian katedraduna da EHU, eta kristal-materialak aztertzen diharduen talde baten buru izan da bere ibilbidearen hasieratik.

“Atomoen ordena ikertzen dugu materialetan —azaldu du Arriortuak—. Laborategian sintetizatutako materialak izan daitezke, edo naturan aurkitutako produktu naturalak. Hala, propietateak eta aplikazioak bilatzen ditugu haietan”.

Hainbat funtzionarako materialak garatzeko bidea eman dute Arriortuak egindako ikerketek, hala nola energiaren arloan, katalisian eta ingurumenean erabil daitezkeenak. Adibidez, material mikroporotsuak garatu dituzte. Honela azaldu du Arriortuak: “Material horiek egitura dinamikoa dute eta, nolabait esatearren, atomoekin jolasteko aukera ematen digute. Poroak dituzte, eta poro horietan atomo txikiak —litioa edo sodioa, esate baterako—



Isabel Arriortua, 2010eko Ikerkuntzako Euskadi Saria. ARG.: EHU.

sartuz edo atereaz, materialen propietateak aldatzen dira. Horrenbestez, material jakin bat katalizatzaile moduan erabil daiteke, edo eroale bihurtu, energiaren eremuan erabiltzeko”.

Ikerkuntzako Euskadi Sariaren Zientzia eta Teknologiaren modalitatean oinarritzko zientziak, biziaren eta osasunaren zientziak, teknologia eta arkitektura

hartzen dira kontuan. Zientzia-jarduera sustatzea du helburu, eta bi urtez behin ematen dute. Saria 36.000 eurokoa da. 1996. urtean sortu zuen saria Eusko Jaurlaritzak, eta Isabel Arriortua Zientzia eta Teknologiaren modalitatean saria irabazten duen lehenengo emakumea da. ●

Sagu jaioberriak gai dira bihotza birsortzeko

Jaio eta lehenengo astean, saguak gai dira kaltetutako bihotza leheneratzeko. Ondorio horretara iritsi da Texas Unibertsitateko kardiologo-talde bat. Egun bateko saguei ezkerreko bentrakuluaren % 15 erauzi zieten, eta, handik hiru astera, bihotza oso-osorik zutela ikusi zuten. Zazpi eguneko saguetan prozedura berari jarraitzean, ordea, ez zuten halako leheneratzerik ikusi. Zientzialariek uste dute lehenengo aste horretan, batetik, aldaketa batzuk gertatzen direla saguen gene-espresioan, eta, bestetik, hormona jakin batzuk edo inguruneke seinale jakin batzuk desagertu egiten direla. Orain, birsortze-aldia luza edo berpiz lezaketen geneen, gene-isilgailuen eta botiken bila dabilta zientzialariak. ●

Antilaser bat garatu dute

Argi koherentea emititu ordez (laserrak bezala), argi koherentea xurgatzen duen gailu bat garatu dute Yale Unibertsitateko fisikariek; antilaserra. Taldeak iazko udan argitaratu zuen ideiaren oinarri teorikoa, eta orain egin dute gailua. Laser izpia bitan banatu, eta bi izpiak kontrako norabidean gune berera bideratzen dituzte. Gune horretan, bi izpien arteko interferentzia suntsitzailea eragin, eta argia xurgatzen da. Xurgatutakoaren energia bero edo elektrizitate bihurtzen du. Laser izpi bat desagerrarazten duen tresna bat da, azken batean, eta horregatik aplikazio asko izan dezake iragazki edo babesle bezala. ●

Astearteetan, 21:00etan

Eta Interneten:

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

Hidrogenoa eta deuterioa ezberdin usaintzen dituzte euliek

Greziako Alexander Fleming ikerketa-zentroko ikertzaile batzuek frogatu dute *Drosophila melanogaster* euliek hidrogenoa eta deuterioa bereizten dituztela usaimenaren bitartez. Haien ustez, emaitza horrek indartu egiten du bibrazioen bidezko usaimenaren teoria, baina teoria hori ez da onartuena, eta piztu egin da eztabaida.

Usaimenaren mekanismoa azaltzeko teoria onartuena da usain bakoitzarentzat errezeptore espezifiko bat dagoela sudurrean. Hipotesi horren arazoa da usain asko daudela, eta nekez izango dituela gorputzak hainbeste errezeptore-mota. Beste teoria baten arabera, sudurrak molekulen bibrazioak detektatzen ditu, eta bibrazio-modu gutxi batzuk konbinatuz usain asko hautematen ditu. Hala ere, teoria hori frogatzea oso zaila da.

Greziako ikerketan, hidrogenoa eta deuterioa erabili dituzte hipotesi hori frogatzen saiatzeko. Atomo beraren bi isotopo izanik, edozein substantziaren hidrogenoa deuterioarekin ordezkaturik ere, substantzia bera da. Hala ere, substantzia horren bibrazio-moduak aldatu egiten dira. Lehen teoria zuzena balitz, hidrogenoak deuterioarekin ordezkatzek ez luke substantziaren usaina aldatuko, eta bigarren teoria zuzena balitz, aldiz, bai.

Euliek usain ezberdina antzeman diote azetofenonari—haien gustuko substantzia bati— bi kasuetan; alegia, bibrazioen teoriaren aldeko emaitza izan da. Hala ere, eztabaida ez da bukatu, zientzialari batzuek ez baitute uste aldaketa benetan bibrazioaren ondorioa denik. ●



ARG.: MR. CHECKER

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



NORTEKO FERROKARRILLA

 **eitb**


zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Aspartamo edulkoratzailea segurua dela baieztatu du Europako Agintaritzak

Aspartamoak minbizia eta erditze goiztiarra eragiten dituela ezeztatu du EFSA Europako Elikagai Segurtasunerako Agintaritzak, ondorio horietara iritsi ziren ikerketak aztertu ondoren.

Izan ere, hamarkadak dira aspartamoa edulkoratzaile gisa onartuta dagoela Europan eta beste herrialde batzuetan, eta oso erabilia da azukrearen orde edari eta janari askotan. Alabaina, ikerketa batzuek zalantzan jarri zuten haren segurtasuna; hain zuzen, minbiziarekin eta erditze goiztiarrarekin erlazionatu zuten aspartamoaren kontsumoa.

Hori dela eta, EFSAk ikerketa horiek sakon aztertzea erabaki zuen. Batetik, Onkologia eta Ingurumen Zientzien Ramazzinni Fundazioan, Soffrittik eta haren taldeak saguekin egindako ikerketa bat aztertu zuten. Ikerketa hartan ondorioztatu zuten saguei plazenta bidez aspartamoa emanez gero, epe luzera minbizia sorrarazten zuela gibelean eta biriketan. EFSAk, ordea, datuak aztertu ditu, eta adierazi du ikertzaileek egindako interpretazioa ez dela zuzena.

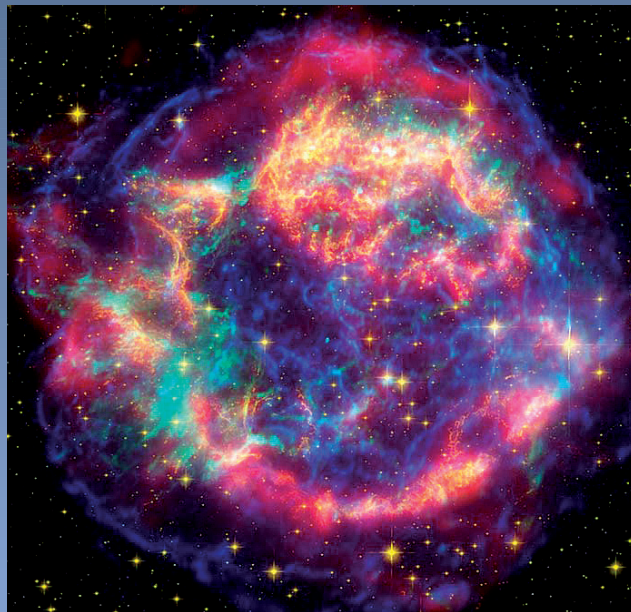
Bestetik, Copenhageko Statens Serum Institutuko Halldorsson doktoreak zuzendutako ikerketa bat ere aztertu dute. Halldorssonen taldeak garaia baino lehen erditu ziren 59.334 emakumezko ikertu zituen, eta edulkoratzaile artifizialak dituzten edari

freskagarriak edateak erditzea aurreratzean zerikusia izan zuela ondorioztatu zuten. EFSAren iritziz, ordea, ikerketan ez zuten frogatu kausa-efektu erlazioa, eta hori baieztatze edo ezeztatze ikerketa gehiago egin beharko lirartekeela gehitu du.

Horrenbestez, EFSAren ustez bi ikerketa horiek piztutako susmoak ez dira nahikoak lehendik egindako ikerketak zalantzan jartzeko eta haiek aztertu edo gehiago egitea erabakitzeke. Hain zuzen, 1984ean baimendu zuen EFSAk aspartamoa giza kontsumorako, eta 2002an berraztertu eta berretsi zuen erabakia. ●



Aspartamoa elikagai eta edari askoren ohiko edulkoratzailea da. ARG.: THE COCA COLA COMPANY.



Cassiopeia nebulosa argi ikusgaiz eta X izpiz ikusita. Nebulosa horren erdian dago Cassiopeia A neutroi izarra. ARG.:NASA/JPL-CALTECH.

Superfluidotasuna aurkitu dute neutroi-izar baten nukleoan

Cassiopeia A neutroi-izarraren nukleoan superfluidotasuna aurkitu dute bi astronomo taldek —batetik, Dany Page-ren taldea (Mexiko), eta, bestetik, Wynn Ho (Ingalaterra) eta Craig Hennke (Canada) astronomoak elkarlanean—. Horrek esan nahi du izarraren nukleoko materialak ez duela inolako erresistentziarik mugitzean. Materiaren egoera fisiko hori oso arraroa da Lurrean, baina aurkikuntza honen arabera, litekeena da neutroi-izarren nukleoetan ohikoa izatea.

Izarraren tenperatura izan da gakoa; X izpien bidez jakin dute izarra oso azkar ari dela hozten: 2,12 milioi kelvinetik 2,04 milioi kelvinera hamar urteko epean. Neutroiak binaka akoplatzen aritea izan daiteke hozte hori gertatzeko arrazoi bakarra, eta bikote horiek superfluidotasuna eragiten diote materiari. Pageren iritziz, hamarkada batzuk barru motelduko da Cassiopeia A izarraren hoztea, neutroi-bikoteak sortzeko abiadura bera ere gutxitu ahala. ●

Angel Rubio EHUKo irakaslea AAAS zientzia-elkarteko kide egin dute

Zientziaren sustapenean eta dibulgazioan lan egingo du Rubiok

Angel Rubio, Materialen Fisikan katedraduna eta EHUKo Nano-Bio Spectroscopy taldeko zuzendaria, American Association for the Advancement of Science (AAAS) elkarteko *fellow* izendatu dute. AAAS, munduko zientzia-elkarte handiena, irabazi-asmorik gabeko elkarte da, eta hezkuntza-eta dibulgazio-jardueren bidez zientziaren aurrerapena sustatzen du. Elkarte horrek argitaratzen du Science aldizkari zientifiko ezaguna.

“Ohore bat da erakunde horretako kide izatea. Batetik, espainiar oso gutxi gaudelako zerrenda horietan, eta, bestetik, eta batik bat, nanoegituren simulazioaren eta espektroskopia teorikoaren alorretan urte hauetan guztietan egindako lana nolabait saritzen duelako” dio Rubiok. “Orain, ildo horietan ikertzen jarraitu behar dugu, eta erronka berriei heldu behar diegu” gehitu du.

AAASeko kontseilu errektoreak, kide berriak aukeratzeko orduan, hautagaiek zientziaren aurrerapenerako eginiko ekarpenak edo gizarteak zein zientziaren esparruak onartutako aplikazioak lortu izana baloratzen du. Ángel Rubio aukeratu dute, fisikaren arloan,



ARG.: EHU.

fisika konputazionala eta teorikoa materialen zientziari eta nanoteknologiari aplikatzeko eta, bereziki, karbonozko nanoegiturak ulertzeko egin dituen ekarpen handiengatik. “Zientziaren sustapenean eta dibulgazioan lan egingo dut. Halaber, Science aldizkarian referee lanak egitea egokituko zait nire lan-esparruan” azaltzen du Rubiok. ●

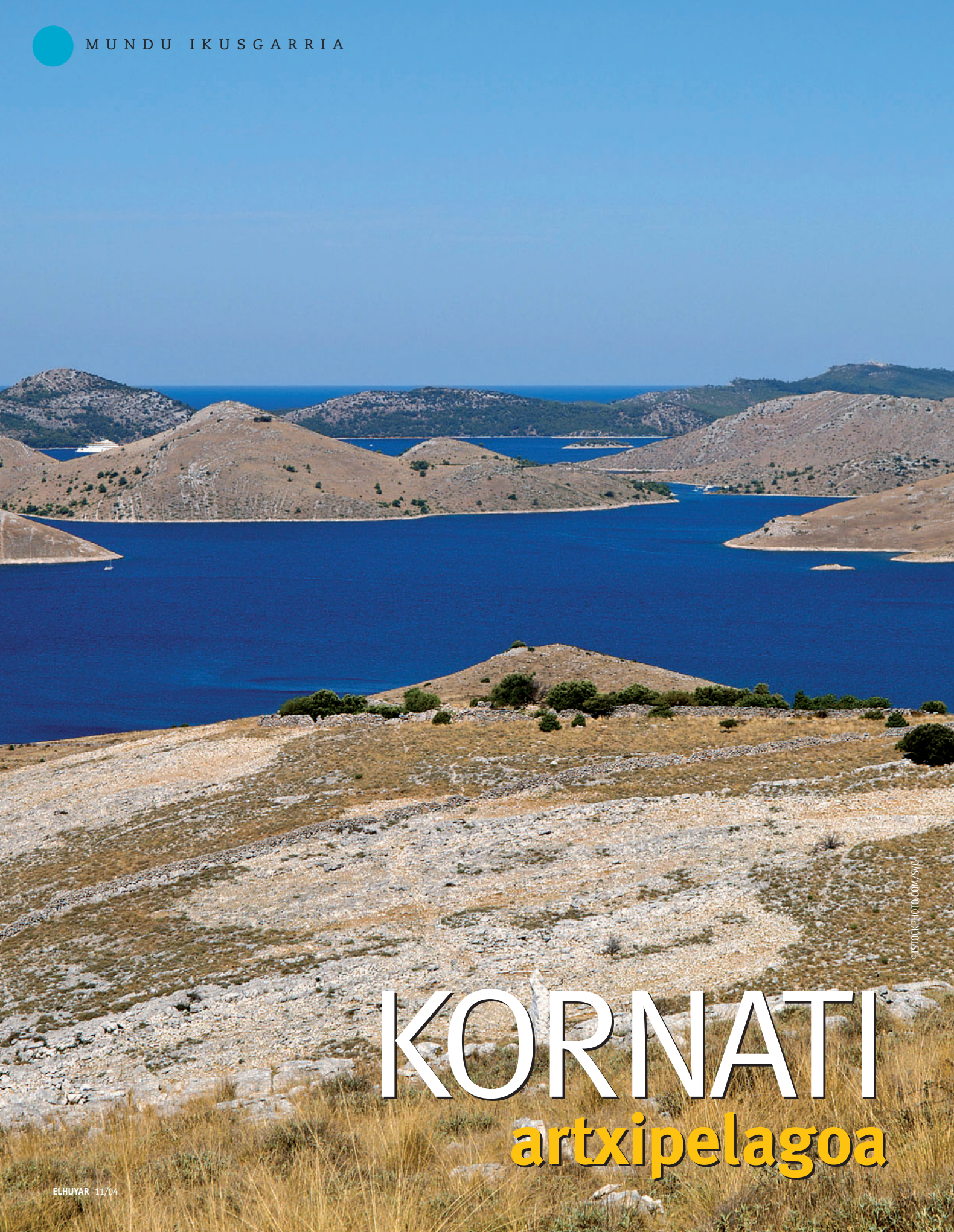


Abentura eta dibertsioa familia osoarentzat

Ongi pasatu eta IKASI!



www.sendaviva.com Arguedas (Nafarroa) T. 948 088 100



KORNATI

artxipelagoa

© 2015 KORNATI.COM.SV

INON UHARTEAK BATA BESTEAREN ONDOAN PILATUTA BADAUDE, Kornati artxipelagoan daude, Kroaziako kostaldean. 150 uharte inguru, 320 kilometro koadroan. Itsaso Adriatikoa uharte gehien eta dentsitate handienez dituen uhartedia da. Dena den, inguruko biztanleen kondairen arabera, uharteak 150 baino askoz gehiago dira; hain justu, urteko egunak adina.

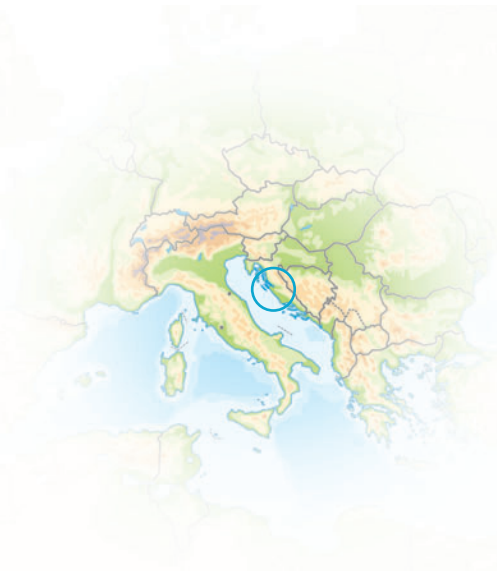
Uharte txikiak 4 metro karratu inguru ditu. Handiak, Kornat izenekoak, berriz, 32,5 kilometro karratu; berak eman dio izena artxipelagoari.

Toki lehorra da Kornati, klimatologiak bai, baina, batez ere, uhartediaren geologiak eraginda. Kretazeoan sortutako kareharria da nagusi, karst

izugarria osatu duena; eta, ondorioz, prezipitazio guztia lurpera iragazten da. Ez dago iturri, erreka edo aintzirarik. Hala ere, Kornatin 700-800 landare-espezie daudela jotzen da.

Zenbait uhartetan dauden itsas labar ikusgarriak Afrikako plaka tektonikoak Europakoaren aurka talka egin izanaren ondorio dira.

XX. mendearen hasieran, artzaintzak eta nekazaritzak nahikoa indar izan zuten. Gaur egun, ordea, uharte gehienetan ez da inor bizi, eta uhartediaren hiru laurden inguru babestuta daude, Kornati Parke Nazionalaren barruan. ●



DAMIR FABJANIĆ/CROATIAN NATIONAL TOURIST BOARD



zu zara berria

euskarazko
komunikabideak,
elkarlanean, berrituta,
mugimenduan



Gure produktuak gertutik ezagutu
nahi badituzu edo harpidetu nahi baduzu:

www.zuzaraberria.info

*berri*ketan  info





IGOR LETURIA AZKARATE
Informatikaria eta ikertzailea

MAKINAK

telebistako lehiaketak irabazten

Otsailean, Watson izeneko ordenagailu batek AEBko *Jeopardy!* telebista-lehiaketa ezaguna irabazi zuen, saio horren historia luzean izan diren bi lehiakide onenen aurka. Skynet sortu da? Vinge, Kurzweil eta bestek iragarritako singularitatea iritsi dugu? Watsonek egin duena harrigarria bada ere, ezin dugu esan adimen artifiziala lortu denik. Elhuyarreko I+G sailean edo IXA taldean erabiltzen ditugunen antzeko teknologiak erabili ditu. Hori bai, hardware ikaragarri bati esker abiadura handian ibiltzen da eta informazio-kantitate izugarria gordetzen du.

Jeopardy! AEBko telebistako lehiaketa bat da, gai ezberdin askoren inguruko galdera-erantzunez osatua. Definizio bat emanda, lehiakideek asmatu behar dute zer den definitzen den hitza, pertsona, gauza, tokia edo dena delakoa; baina definizioek hitz joko eta tranpatxo ugari ere badituzte. Urte asko dira ematen dutela, eta bertan parte hartzen dutenek jakituria ikaragarria erakusten dute. Espainiako *Saber y Ganar* tele-saioaren antzeko zerbait da.

Otsailaren 14 eta 15ean, bi saio berezi egin zituzten: hiru partaide normal izan beharrean, bat makina bat zen, eta beste biak saioko inoizko lehiakide onenak. Helburua, makina bat lehiaketa horretan onenak izan diren gizakiei irabazteko gai ote den ikustea. Makina, IBMk egindako ordenagailua, Watson.

Watsonek ez zuen Interneteko konexiorik; beharrezko informazio guztia berekin eduki behar zuen. Ahots-ezagutzarik ez zioten jarri. Galderak testu digitalaren formatuan pasatzen zitzaizkion Watsoni, aurkezleak beste lehiakideei esaten zizkien une berean. Erantzuteko botoia azkarren sakatzen duenak irabazten duenez, Watsonek ere atzamar mekaniko bat aktibatu behar zuen, erantzuteko prest zegoenean. Erantzunak ahoz ematen zituen. Baldintza horietan jokotuta, eta galdera batzuetan gauza arraroak erantzun bazituen ere, asko asmatu zituen Watsonek, baita galdera zail eta hitz-jokodunak ere, eta jipoi ederra eman zien besteei: 77.147 dolar irabazi zituen; gizakiek, berriz, 24.000 eta 21.600.

ADIMEN ARTIFIZIALA?

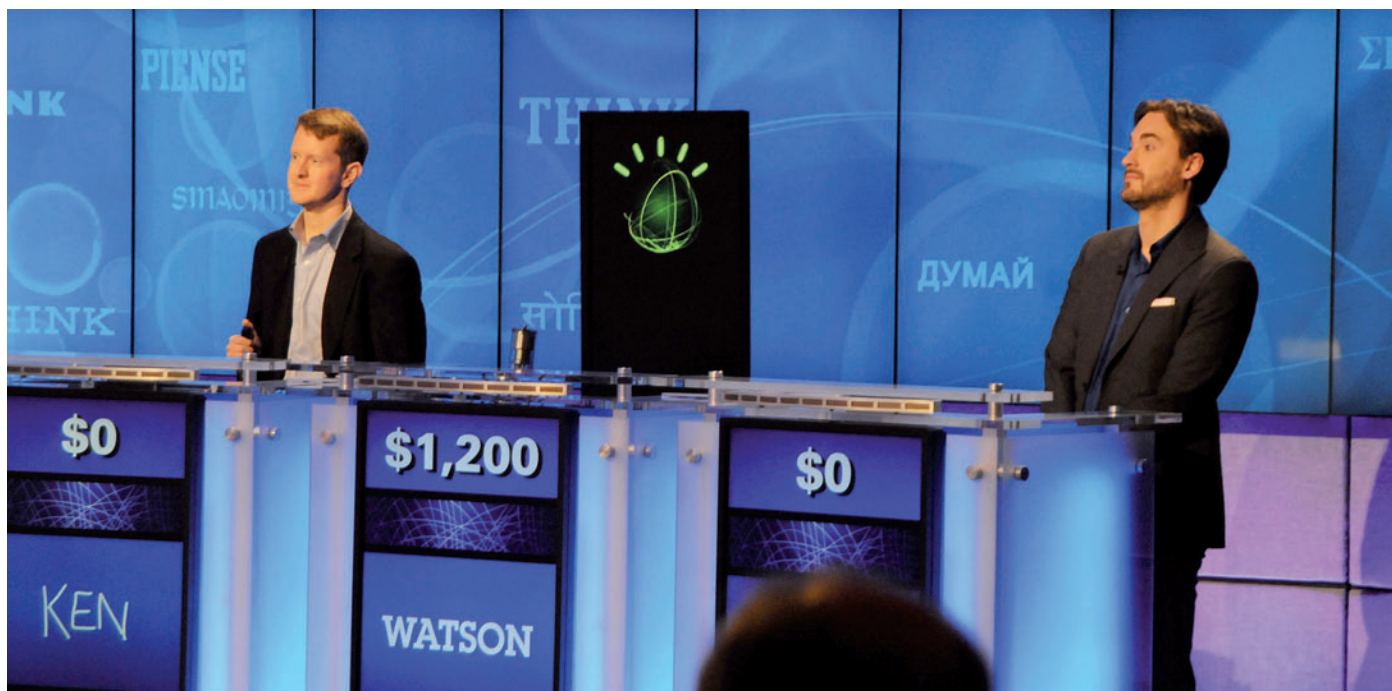
1997an ere IBMren beste makina batek, Deep Blue izenekoak, xakean irabazi zion Gary Kasparov munduko txapeldunari. Xakean jokatze-

ko adimena behar da, eta, *Jeopardy!*-n aritzeko, hizkuntza ulertzea. Hain justu gizakien bereizgarri diren bi arloetan, inteligentzian eta hizkuntzan, gainditu gaituzte?

Ez, oraingoz lasai egon gaitzek. Bi kasuotan erabili diren teknikak oso sinpleak direla esan daiteke, giza burmuinaren pentsatze-prozesuaren konplexutasunaren aldean. Deep Blue-k, oinarrian, jokaldi eta kontrajokaldi posible guztien zuhaitzean oso behera egiten zuen bere ahalmen konputazional handia erabiliz, eta irabazteko probabilitate handiena ematen zuen bidea hautatzen zuen kasu bakoitzean, besterik ez.

➤ *Ataza zehatzetan, gizakia gainditzeko gai izan daitezke, teknika sinplifikatuen bidez eta ahalmen konputazional handiaren laguntzaz.*

Watsonek erabiltzen dituen teknikak ere sinple samarrak dira. Erantzun asko asmatu arren, beste batzuetan oso gauza arraroak esan zituen, berriz hizkuntza "ulertzen" ez duen adierazgarri. DeepQA teknologia erabiltzen dutela diote, finean QA (Question Answering edo Galderen Erantzutea) aurreratu bat. Teknika hauekin, galderen azaleko azterketa bat egiten da, NLP (Lengoaia Naturalaren Prozesamendua) erabiliz; gero, bertako hitz gakoak bilatzen dira testu-base batean, IR eginez (Informazio Bilaketa), sinonimo eta abarrez lagunduta, nahi bada; eta,



Watson ordenagailua *Jeopardy!* telebista lehiaketan, saio horretako bi lehiakide onenen aurka. ARG.: IBM.

azkenik, emaitza guztietan galdegaiarekin bat datorren hitzik hurbilen eta probableena itzultzen da. Bestalde, egia da hitz jokoetako batzuk ongi asmatu dituela, eta, beraz, ohiko teknikak hobetu dituztela onartu behar da.

Baina bere arrakastaren gakoa, Deep Blue-rena bezala, ahalmen konputazionalan dago. Watsonek 2880 prozesagailu-nukleo ditu, 80 TerafLOPS-eko abiadura ematen diotenak, eta 15 Terabyte-ko RAM memoria du. Horri esker, informazio asko gorde dezake, informazioa azkar bilatu, eta kalkuluak oso arin egin.

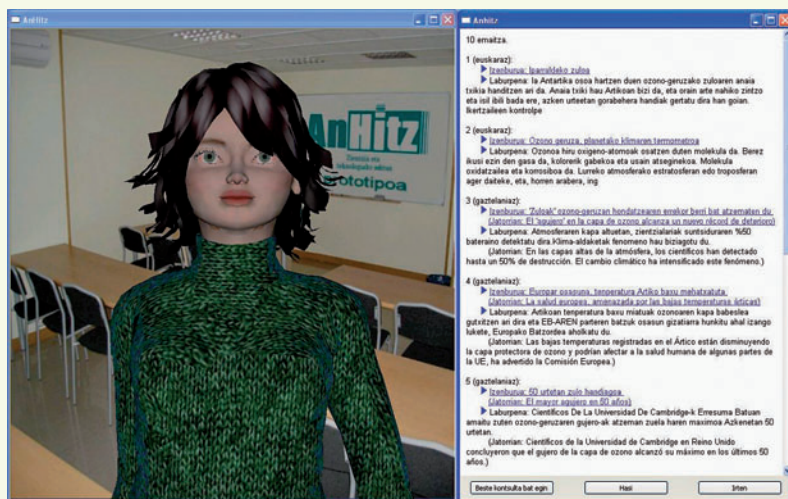
Makinak pertsona batek duen benetako adimenetik urrun badaude ere, ikusi dugu ataza zehatzetan (xakea, telebistako galdera-lehiaketak...) gizakia gainditzeko gai izan daitezkeela, teknika sinplifikatuen bidez eta ahalmen konputazional handiaren laguntzaz. Batzuek diote 2050. urterako munduko onenen selekzio bati irabazteko gai litzatekeen roboten futbol-taldea egingo dela. Orduan bai izango dela munduaren amaiera... Edo agian jendeak interesa galduko du futbolekin, eta gauza garrantzitsuagoetan erabiliko dira dirua eta denbora!

Eta benetako adimen artifiziala lortu ez bada ere, *Jeopardy!*-ko lehiakideetako batek Homer Simpson omenduz egin zuen bezala, neuk ere, orri hauen bitartez, ongietorria egin nahi diet gure nagusi berri makinei, eta beraien zerbitzari umil eta leialena naizela adierazi. Badaezpada... ●

Euskarazko aitzindaria: AnHitz

Euskal Herrian, AnHitz zientzia-aditu birtuala, Watsonen antzeko gauzak egiteko gai den makina, aurkeztu genuen Elhuyar Fundazioak, EHUKO IXA eta Aholab taldeek, Vi-comtech-ek eta Robotiker-ek. Hura ez bezala, AnHitz gai da ahoz egindako galderei erantzuteko. Hori bai, AnHitz-ek Zientzia eta Teknologia alorretako galderak soilik erantzuten ditu, eta asmatze-tasa ez da ziurrenik Watsonena bezain ona. Normala da, euskararentzako hizkuntza-teknologietan ikertzen ez baitago ingelesarentzat adina pertsona eta diru.

AnHitz-en galderak erantzuteko gaitasunaren atzean, IXA Taldearen Ihardetsi QA sistema dago. Watson bezain ona izan gabe ere, Watsonen kalkulu- eta biltegiatze-ahalmena izanez gero, lehiaketa bateko txapeldun bati ez dakit, baina ni bezalako pertsona normal bati irabazteko gai izango litzateke, ziurrenik. Norbait horrelako lehiaketa bat antolatzeke prest?





ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

TXE

Apirilaren 26an 25 urte beteko dira Txernobilgo hondamendia gertatu zela. Horrelako datak aproposak izaten dira gertatutakoa oroitzeko. Aurten, baina, lehenago berritu zaigu denoi oroimena: Japoniako Fukushima zentralako istripuak ekarri digu gogora ordukoa. Horri guztiari buruzko gogoeta egin dute, besteak beste, Igor Peñalba eta Jose Ramon Etxebarria ingeniari nuklearrek.

Astebete igaro da Japonian inoiz neurtutako lurrikararik handienak herrialdea astindu zuenetik, eta, Fukushimako Daiichi zentrallean azkenean zer gertatuko den ez dakigun arren, askok Txernobilgo hondamendiarekin parekatu dute dagoeneko. Izatez, bata eta bestea ez dira berdinak; ez istripuaren abiapuntuan, ez ondoren hartutako neurrietan, ez komunikazioan. Baina puntu berberen gaineko gogoeta piztu dute biek. Izan ere, orduan bezala orain, nagusiki hiru gairen inguruan bildu dira eztabaidak: segurtasuna, gardentasuna, eta industria nuklearraren etorkizuna.

Segurtasunari buruzko eztabaida, gainera, aldatzen joan da martxoaren 11tik, egunak igaro ahala egoera gero eta larriagoa zela ikusita. Hasiera batean, ez ziren gutxi uste zutenak Fukushimako zentralak ondo eutsi ziela lurrikarak eta tsunamiak eragindako kalteei, eta

RNOBIL

Lurrikara 25. urteurrenean

horrek erakusten zuela zentral nuklearrak seguruak zirela eta arriskuei aurre egiteko prestakuntza zeudela.

Hain zuzen ere, zenbaiten iritziz, segurtasun-kultura garatzea eta hedatzea ekarri zuen Txernobilgo hondamendiak. Iritzi horretakoa da, adibidez, Igor Peñalva EHUren Bilboko Ingeniaritza Eskolako irakaslea, Ingeniaritza Nuklearra eta Jariakinen Mekanika Sailean.

Peñalvak azaldu duenez, Txernobilgoa gertatu zen garaian, segurtasuna ez zen lehentasunezko gaia Sobietar Batasunean, ez zentral nuklearretan, ez bestelako industrietan. Ezbeharrak, baina, agerian utzi zuen segurtasun-neurriak hartzeko premia.

Segurtasun-neurrien eraginkortasuna agerian jartzeko, Estatu Batuetako Three Mile Island zentralaren kasuarekin alderatu du Peñalvak: “Txernobilgoa gertatu baino zazpi urte lehenago, antzeko istripua izan zen Estatu Batuetako zentral hartan. Han ere, nukleoa urtu egin zen, Txernobilgo gertatu zen bezalaxe. Baina, neurri batean, estatubatuarrek garatua zuten segurtasun-kultura, eta kalteak Txernobilgoak baino askoz txikiagoak izan ziren. Zentral nuklearretan izandako istripu handienetakoa izan zen arren, ez zen inor hil, ez gaixotu, ingurumeneari ez zuen kalterik eragin...”

“ZERO ARRISKUA”, EZINEZKOA

Batean eta bestean ondorioak hain desberdinak izatean garrantzia handia izan zuen zentralaren diseinuak. Hain juxtu, mendebaldeko zen-

tralek ez bezala, Txernobilgo erreaktoreek ez zuten istripu-kasuetan erradioaktibitatea kanporatzea eragozteko inolako egiturarik. “Three Mile Islandekoak bazuen konfinamendu-egitura, eta, horri esker, erradioaktibitateak ez zuen ihes egin. Bada, gaur egun zentral nuklear guztiek dituzte halako egiturak”, dio Peñalvak.

Peñalvak aitortu du “zero arriskua” ezinezkoa dela.

Eta horixe erakutsi du Fukushima gertatutakoak.

Are gehiago: segurtasun-neurriak ahalik eta gehien indartu dira orain diseinatzen ari diren zentral nuklearretan, IV. eta IV.+ belaunaldikotzat. Hala, Peñalvaren esanean, “erreaktoreen batean istripu bat gertatzen bada, eta gerta daiteke, pertsonok akatsak egiten baititugu, kate-erreakzioa geratzeko prest dago sistema.”

Dena den, Peñalvak aitortu du “zero arriskua” ezinezkoa dela. Eta horixe erakutsi du Fukushima gertatutakoak. Berez, Japoniako zentral nuklearrak munduko seguruenetakotzat jotzen ziren. Izan ere, lurralde hura astintzen duten lurrikarek eta tsunamiek aurre egiteko prest egon behar zuten, eta, horretarako, neurri bereziak zizkizuten. Bada, Peñalvaren ustez, neurriak “eraginkorrak direla” frogatu da Fukushima: “Azken finean, akatsa ez da erreaktorean gertatu,



Igor Peñalva

EHUren Bilboko Ingeniaritza Eskolako irakasle da Igor Peñalva, Ingeniaritza Nuklearra eta Jariakinen Mekanika Sailean.

ARG.: ANA GALARRAGA.

baizik eta elektrizitate-horniduran, eta horrek ekarri du, azkenean, hozte-sistemek huts egitea, eta, horren ondorioz, erreaktoreen nukleoak urtzeko arriskuan egotea”.

Horrez gain, konfinamendu-egituretan pitzadurak agertu dira. “Baina kontuan izan behar da Ritcher eskalan 8,9 graduko lurrikara bat izan dutela, eta atzetik tsunami bat etorri zaiela. Eta oraingoz izan diren hildako guztiak horren eraginez hil dira, ez erradioaktibitateagatik”.

AUKERA-KONTUA

Bestelako ikuspuntua dute, ordea, beste ingeniari nuklear batzuek; tartean, Jose Ramon Etxebarria ingeniartzan doktoreak. Txernobilgo ez-beharra gertatu zenean, Lemoizen zentrala egitearen aurkako eztabaidan bete-betean zebilen. Orain, 25 urte geroago, eta dagoeneko gaian hain sartua ez dagoela aitortzen duen arren, ez du bat egiten Peñalvaren ikuspegiarekin.

Etxebarriaren iritziz, guztiz eztabaidagarria da segurtasunaren auzia: “Segurtasun-kultura horretan, arriskua egon badagoela onartzen dute, eta gero diote prest daudela arrisku bat beren gain hartzeko. Baina zergatik onartu behar dugu hori denok; noraino da arrisku bat onargarria, eta nondik aurrera ez? Kontua da nik ez dudala arriskurik hartu nahi.”

Bestalde, zalantzan jartzen du industria nuklearrarentzat segurtasuna lehentasunezkoa dela:

“Begira, bestela, zentralen kokapenari. Non daude, non egin dituzte? Fukushima Japonian dago, bi plaka tektonikok talka egiten duten lekuan. Eta herrialde osoan beste 50 erreaktore nuklear dituzte. Baina Japonia ez da salbuespena; munduko beste leku askotan ere, eremu ezegonkorretan egin dituzte zentralak. Hor daude Kaliforniakoak, eta Txilen ere egin nahi zituzten. Txilen!”

Zentralen diseinuari buruz ere ez dago ados Peñalvarekin: “Hor ere aukera egin dute. Aukera zezaketen zentral asko eta txikiak egitea. Garestiagoa da, baina handiak baino seguruagoak dira zentral txikiak, erreaktore bakarrekoak. Fukushima, baina, sei erreaktore daude, eta bata bestearen atzetik hasi dira huts egiten; bakarra izan balitz, arazoa dutena baino sei aldiz txikiagoa litzateke”. Etxebarriaren ustez, zentralak egitean segurtasunari baino ekonomiari garrantzia handiagoa ematen diotela adierazten du horrek.

Aukera egitearen harira, zenbaterainoko arriskua hartu nork erabaki beharko zukeen galdetuta, horren gaineko eztabaida sustatzea beharrezkotzat jo dute nola Etxebarriak hala Peñalvak.

Noraino da arrisku bat onargarria, eta nondik aurrera ez? Kontua da nik ez dudala arriskurik hartu nahi.

J.R. Etxebarria

GARDENTASUNA AUZITAN

Segurtasunak ez ezik, gardentasunaren gaiak ere era askotako iritziak bildu ditu; askotan, kontrajarriak. Igor Peñalvak, esaterako, uste du oraingoan arduradunek gardentasunez jokatu dutela, Txernobilan ez bezala.

Hain juxtu, Txernobilgo erreaktoreak ezbeharra izan zuenean, hango agintariak isildu egin zuten gertatutakoa. Bi egunen buruan, baina, Sue-diako Forsmark zentral nuklearreko langileek partikula erradioaktiboak detektatu zituzten arropetan. Hasieran, arazoa beren zentrolean zegoela pentsatu zuten, baina, aukera hori baztertutakoan, erradioaktibitatearen jatorria handik 1.100 kilometrorara zegoela ohartu ziren. Txernobilan, alegia.

Peñalvarentzat, horrek garbi erakusten du erradioaktibitatea ezin dela ezkutatu, “eta hori, gar-

dentasunaren ikuspuntutik, ona da”, ondorioztatu du. “Izan ere, industria nuklearrak badaki hori, eta, beraz, kontrola etengabekoa da”.

Adibidez, European airearen erradioaktibitate-maila neurtzen duen sare bat dago, “eta guk parte hartzen dugu sare horretan”, azaldu du Peñalva. “Bilboko kontrol-estazioa hemen bertan dago, ingeniaritza-eskolaren teilatuan, beste bat dago Gasteizen, beste bat Donostian... Hauek Espainiako sarean daude, eta Espainiakoa, Europakoan. Beraz, ihes txikiena gertatuz gero, berehala jakingo genuke, Garoñan izan zein askoz urrutiago izan”.

Ihes erradioaktibo txikiena gertatuz gero, berehala jakingo genuke.

I. Peñalva

Japonian ere gardentasunez jokatu dutelakoan dago: “Fukushimako zentralak errektore bakoitzaren egoeraren berri eman du maiztasun jakinarekin, eta datu horiek publikoak dira. Erradioaktibitate-mailarekin ere, berdin: beti jakinarazi dute zein den erradioaktibitate-maila, eta, gainera, horren arabera neurriak hartu dituzte, biztanleen eta langileen segurtasuna bermatzeko asmoz”.

Jose Ramon Etxebarria, baina, fidakaitza da arduradunekiko eta agintariekiko. “Ni ez naiz fidatzen”, dio. “Ez dut ukatzen sare hori dagoenik, eta neurketak egiten dituzten pertsonak zintzoak direnik, baina ziur naiz agintariek erradioaktibitate-emisia ezkutatzeko aukera izan balute hala egingo zuketela, Txernobilen gertatu zen bezalaxe”.

Izatez, egun hauetan herrialde batek baino gehiagok leporatu dio Japoniari egoeraren larritasuna ezkutatu edo txikitu izana. Hala, martxoaren 14an, Japoniak istripua 4koa zela esaten zuen bitartean (INES eskalan, ondorio lokalak dituen istripua), 5-6koa izan zitekeela adierazi zuen Frantziako Segurtasun Nuklearreko Agintaritzaren lehendakariak (ondorio zabalak dituen istripua, edo istripu larria). Bi egun geroago, berriz, *New York Times* egunkariaren arabera, Japoniako arduradunek egindako ohar-tarazpenak “eskasak” izan zirela ondorioztatu zuen Estatu Batuetako gobernuak, eta, nahita edo nahi gabe, errektoreetan gertatzen ari zenaren arriskua “gutxietsi” zutela.

Zientzia-komunikabide batzuek ere salatu dute informazioa ezkutatu dela, edo, behintzat, ez dela guztia jakinarazi. Esaterako, *Nature* zientzia-aldizkariaren blegean, artikulua esanguratsu bat argitaratu zuten martxoaren 14an, hurrengo izenburuarekin: *Nuclear test ban agency has valuable radiation monitoring data from Japan nuclear accident — but can't share them.*

IAEA Nazio Batuen Energia Atomikoaren Nazioarteko Erakundearen arabera, 434 zentral daude martxan, II. eta III. belaunaldikoak, 29 herrialdetan banatuta.



Jose Ramon Etxebarria

Ingeniaritzan doktorea, fisika-irakasle izan da, eta orain euskarako eskolak ematen ditu EHUren Bilboko Ingeniaritza Eskolan. ARG.: GAIZKA EGUZKIZA/AIKOR! ALDIZKARIA.



Fukushimako Daiichi zentral nuklearra, martxoaren 14an.
ARG.: DIGITALGLOBE.

Declan Butler da sarreraren egilea. Haren esanean, CTBTO nazioarteko erakundeak bonba nuklearren probak detektatzeko ardura du, eta mundu osoa hartzen duen sare baten bidez neurtzen ditu erradioaktibitate-maila eta beste parametro batzuk. Hortaz, erakunde horrek Fukushima-ko ihes egindako erradioaktibitatea ere neurtu du, baina, informazio hori argitara emateko baimenik ez duenez, ezin da jakin zer datu jaso dituen.

Butlerrek salaketa hori egin eta hiru egun geroago argitaratu zituzten CTBTOren datuak.

Japoniako lurrikara gertatu aurretik, guztira 53 zentral ari ziren eraikitzen munduan.

INDUSTRIA NUKLEARRAREN ETORKIZUNA

Zurrunbilo horren erdian, industria nuklearra dago. Duela 25 urte, Txernobilgo ezbeharrak zuzenean eragin zion industria nuklearrari. Garai hartan, energia nuklearraren alde egitekotan zi-

ren herrialde batzuek, Italiak kasurako, atzera egin zuten. Lehendik zentralak bazituzten beste batzuetan, berriz, zeudenek martxan jarraitu zuten, baina ez ziren berriak eraiki. Hori gertatu zen Espainian, eta, tartean beste faktore batzuk ere baziren arren, horregatik geratu zen bertan behera Lemoizko proiektua, Peñalvaren ustez. “Eta gauza bera gertatu zen Europa osoan, Frantzian izan ezik”.

Azkenaldian, baina, joera aldatzen ari zen. Klima-aldaketari aurre egiteko aukera onena energia nuklearra dela argudiatuta, gero eta aditu eta agintari gehiago ari ziren azaltzen energia-iturri horren alde. Hala, Japoniako lurrikara gertatu aurretik, guztira 53 zentral ari ziren eraikitzen munduan, 142 planifikatuta zeuden, eta 327, proposatuta. European, adibidez, Italian, Britainia Handian, Frantzian eta Finlandian zuten zentralak egiteko asmoa edo eraikitze-lanetan ari ziren, eta Europatik kanpo ere, beste herrialde askok asmo berberak zituzten: Brasilek, Txinak, Estatu Batuek, Indiak, Argentinak...

Horrez gain, lehen eraikitako zentralen bizitza luzatzen ari ziren zenbait lekutan; urrutira joan gabe, Garoñan. Berez, zentralen bizitzak 40 urteko muga zuen Espainian, baina Garoñarekin salbuespena egitea erabaki zuen gobernuak, eta

2013ko uztailean ixtea erabaki zuten. Orduan, 42 urte izango ditu zentralak.

Urte hasieratik, gainera, zenbait eragile, tartean zentralaren jabe den Nuclenor enpresa, zentral-leko langile-sindikatuak eta inguruko herrieta-ko alkateak, epea luzatzeko eskatzen ari ziren, eta Espainiako Segurtasun Nuklearreko Kontseiluak, CSNk, adierazi zuen, hasiera batean, teknikoki ez dagoela arazorik itxiera 2019ra arte atzeratzeko.

Igor Peñalvak ere ez du uste martxan jarraitze-ko arazorik izango zukeenik, itxura batean behintzat: “Nik aukera izan dut Garoña barru-
tik ezagutzeko, eta atzo bertan eraikitako zen-
tral bat dirudi”.

Pauso esanguratsua izango litzateke, Garoña-
koa baita Espainiako zentralik zaharrena. Hain
zuzen, Fukushima zentralaren mota berekoa
da, II. belaunaldikoa. Espainian dauden beste
zazpiak III. belaunaldikoak dira, eta Frantzian,
berriz, II. eta III. belaunaldiko 58 errektore nu-
klear daude.

FUKUSHIMAKO DAIICHI DU IZENA BALAZTAK

Alabaina, Fukushiman gertatzen ari denak ba-
lazta jarri dio industria nuklearraren hedape-
nari. Dagoeneko, Garoña 2013an behin betiko
ixteko eskatu dute Eusko Jaurlaritzak, talde
ekologistek eta beste gizarte-eragile batzuek.
Eta Espainiako lehendakariak, José Luis Rodrí-
guez Zapaterok, Garoñakoak ez ezik, zentral

Industria nuklearraren historiako hiru istripu esanguratsuenak

	Three Mile Island	Txernobil	Fukushima-Daiichi
Istripuaren data	1979ko martxoaren 28an	1986ko apirilaren 26an	2011ko martxoaren 12an
Herrialdea	Estatu Batuak	Ukraina (Sobietar Batasuna orduan)	Japonia
Zentral-mota	PWR errektoreko zentrala Ur presurizatu errektorea 2 errektore Mota honetakoak dira gaur egungo gehienak.	RBMK errektoreko zentrala 4 errektore Sobiet Batasunean garatutako errektorea. 11k segitzen duten lanean Errusian.	BWR errektoreko zentrala Ur irakineko errektorea 6 errektore Bigarren errektore-mota ohikoena da.
Zer gertatu zen?	Hozgarri-ihes baten ondorioz, 2. errektorearen nukleoa partzialki urtu zen. Konfinamendu-egiturari esker, isuri erradioaktiboa eragotzi ahal izan zuten.	Segurtasun-proba bat egiten ari ziren. Leherketa baten ondorioz, 4. errektorearen nukleoa airearekin kontaktuan gelditu zen, eta su hartu zuen. Sute horren eraginez material erradioaktiboa atmosferara isuri zen. Ez zuen konfinamendu-egiturarik.	2011ko martxoaren 11n 8,9 graduko lurrikara izan zen Japonian, eta tsunamia ondoren. Zentralaren segurtasun- sistemak aktibatu baziren ere, hozte- sistemak huts egin zuten. Horren ondorioz, errektoreek kalteak jasan zituzten, lehenik 4.ak eta gero gainerako guztiek.
Noiz jakinarazi zen?	Istripua gertatu eta berehala.	2 egunen buruan, erreadioaktibitate-igoera detektatu zuten Suediako Forsmark zentral nuklearrean (1.100 km-ra).	Zuzenean ikusi dugu.
Istripuaren larritasuna (1etik 7rako INES eskalan)	5. maila: material erradioaktiboaren isuri mugatua.	7. maila: material erradioaktiboaren isuri larria. Bakarra energia nuklearraren historian.	5. maila: material erradioaktiboaren isuri mugatua (Japoniako gobernua astebetera aitortutakoaren arabera). 6. maila: material erradioaktiboaren isuri esanguratsua (beste iturri batzuen arabera).
Eragindakoak eta hildakoak	Zortzi kilometroko erradiora arteko eremua hustu zuten, eta 140.000 pertsona atera. Ondorengo ikerketek ez dute frogatu ondorio kaltegarriak izan zenik ingurumenean eta pertsonen osasunean.	336.000 ebakuatu. Istripuaren ondorioz gertatutako heriotzak 4.000tik ia milioi batera doaz, iturri ezberdinen arabera. Gaur egun, 30 km-ko erradioan sartzea debekatuta dago.	Hogei kilometroko erradiora arteko eremua hustu dute (200.000 pertsona), eta, hogeita hamar kilometro artekoan, jendeari etxetik ez ateratzeko eskatu zaio.
Ondorioak energia nuklearraren garapenean	IAEaren esanean, istripua inflexio-puntua izan zen industria nuklearraren garapenarentzat, bereziki Estatu Batuetan. Istripua gertatu zen arte, handitu egin zen urteak urtera eraikitako errektore- kopurua (1963–1979 tartean). Justu kontrakoa ondoren, 1998ra arte.	Energia nuklearraren alde egitekotan ziren herrialde batzuek atzera egin zuten. Lehendik zentralak zituzten beste batzuetan ez ziren berriak eraiki.	Ikusteko. Istripuaren unean energia nuklearra gora ari zen egiten, klima- aldaketaren testuinguruan, berotegi- efekturik gabeko energia-iturri gisa alternatiba ona zelakoan, bai eta energia-iturri autonomoagoa ere petrolioan oinarritutakoa baino.

guztien segurtasun-neurriak berrikusteko agindu du.

Europako Batasuneko beste herrialdeetako lehendakariak ere antzeko adierazpenak egin dituzte. Agian zorrotzenak Angela Merkel Alemaniako buruarenak izan dira. Besteak beste, honakoa adierazi zuen martxoaren 16an: “Energia berriztagarriaren aroan sartu nahi dugu, ahalik eta azkarren”. Ordurako bertan behera utzia zuen zentral nuklearren bizitza luzatzeko plana.

Europatik kanpoko herrialdeek ere antzeko erreakzioak izan dituzte. Adibidez, Txinak esan du ez duela zentral berriak eraikitze baimenik emango, segurtasun-arauak berraztertu arte.

Estatu Batuetan, berriz, Barack Obama lehendakariak zentralen segurtasuna eta eraginkortasuna hobetzeko azterketak egiteko eskatu zuen Japonian lurrikara gertatu eta lau egun geroago. Hurrengo egunean, hala ere, 36.000 milioi dolarreko mailegua eskatu zuen kongresuan Steven Chu Energia Idazkariak, 2012an industria nuklear estatubatuarra bultzatzeko. Horrenbestez, badirudi zentral gehien dituen herrialdeak ez duela energia nuklearrari uko egiteko asmorik.

Edonola ere, Jose Ramon Etxebarria eta Igor Peñalva ados daude Fukushimakoa industriaren etorkizunarenzat kaltegarria izango dela.

Badirudi zentral gehien dituen herrialdeak ez duela energia nuklearrari uko egiteko asmorik.

Etxebarriaren hitzetan, Fukushimakoa “zaplazteko bat” izan da haientzat. Peñalvak ere hori aitortzen du, baina onerako izateko aukera ere ikusten dio: “Azkenean Fukushima zentrala kontrolatzea lortzen badute, industriak bere irudia garbitzeko eta propaganda egiteko ere erabil dezake. Kasu horretan, indartuta aterako litzateke krisi honetatik”.

SAKONEKO EZTABAIDA

Denborak esango du zer ondorio dituen Japoniako hondamendiak industria nuklearrean. Etxebarriak, dena den, “benetako eztabaida” beste bat dela uste du: “Niretzat, gizarte-mota da honen guztiaren azpian dagoena. Nolako gizartea nahi dugu? Gaur egungo mendebaldeko

Garoiako Santa Maria zentral nuklearraren kontrol-sala. Zentrala Espainiako zaharrena da, eta Fukushimakoaren mota berekoa. ARG.: GAROÑAKO SANTA MARIA.



Txernobilen lagunak

Oraindik ez dakigu zer ondorio izango duen Fukushima Daiichi zentraletik ihes egindako erradioaktibitateak. Tamalez, Txernobilen inguruan ondo ezagutzen dituzte erradioaktibitateak osasunean eragiten dituen kalteak.

Onartutako datuen arabera, ezbeharra gertatu eta berehala, 237 pertsonak pairatu zuten erradiazio akutuen gaitza, eta haietatik 31 lehen hiru hilabeteetan hil ziren. Gehienak hasieran joandako suhiltzaileak eta ondorengo orduetan eta egunetan material erradioaktiboak biltzen aritu ziren garbitzaileak ziren.

Erradioaktibitatea, baina, ez da leku batera eta une batera mugatzen: haizeak hodei erradioaktiboak zabaldu zuen, aurrena Europa gainean, eta gero Ipar hemisferio osoan —Hiroshiman, adibidez, ohiz kanpoko erradioaktibitate-maila altua neurtu zuten—, eta oraindik ere ingurumenean hedatutako isotopoek erradioaktiboak izaten jarraitzen dute.

Ingurumenean sakabanatu eta elikagai-katetan metatutako erradioaktibitatearen ondorioak erradioaktibitate akutuenak baino zailagoak dira neurtzen; hortaz, datuak nork ematen dituen, alde handiak daude batzuek eta besteek jasotakoaren artean. Gainera, ez da erraza zuzeneko kausa-efektu erlazioa frogatzea.

Dena dela, ezbeharraren 20. urteurrenean argitaratu zen *The other report on Chernobyl (Torch)* izeneko azterketa zientifikoaren arabera, adibidez, ez dago zalantzarik haren ondorioz minbizi-kasuak areagotu egin direla, batez ere tiroidekoa, eta baita beste gaixotasun batzuk ere, hala nola kataratak, gaixotasun kar-



Ivankov herriko bi haur, beren etxean. Herri hori Txernobilgo zentraletik 50 kilometro ingurura dago. ARG.: CHERNOBILEN LAGUNAK.

diobaskularrak, mutazio genetikoak eta arazo psikikoak edo psikologikoak.

Euskal Herriko elkarte batzuek harremanak dituzte Txernobil inguruko taldeekin, eta bertatik bertara egiaztatu dute hango biztanleen osasun-egoera kaxkarra. Hain zuzen ere, urteak dira hango haurrak hona etortzen direla uda igarotzera, osasuna hobetzeko eta indartzeko.

Txernobilen Lagunak egonaldi horiek antolatzeaz arduratzen den elkarteetako bat da, eta hango kide da Rosa Sarasola. Zazpi urte daramatza Txernobiletik 50 km-ra dagoen Ivankiv herriko haur bat jasotzen udan, eta, haren

esanean, “onura nabarmena da aldaketa: oso ahul eta eskastuta etortzen dira, eta askoz ere hobeto daude bi hilabete geroago, indartuta, aktiboago eta itxura osasuntsuagoarekin”.

Janari onak, ur eta aire garbiak, kanpoan jolasteak... denak egiten die mesede. “Esaten dugunez, gorputzean duten erradioaktibitatearen % 30-40 garbitzen zaie udako egonaldiari esker”. Dena dela, Sarasolak ohartarazi du erradioaktibitatea ez dela arazo bakarra: “Hango osasun-zerbitzuak oso eskasak dira hementxo aldean, eta ez dute sendagilearengana eta dentistarengana joateko aukerarik ez ohi-turarik, ez dute higie-ne-ohitura egokirik... Gainera, askok desegituratutako familiak dituzte, edo arazo ekonomiko handiak dituztenak. Horrenbestez, haurrentzat hona etortzea oporretara joatea da”.

Inna Sheremet Ivankiv herriko gizarte-laguntzailea da, eta hark bideratzen ditu haur batzuen egonaldiak Euskal Herrian, Espainian, Portugalen eta Estatu Batuetan. Sheremetek Sarasolak esandakoa berretsi du: “Ingurua bere onera ekartzeko nazioarteko erakundeek bultzatutako egitasmoak egonagatik, egoera oso txarra da. Eta biztanleek ez dute ezer egiteko aukerarik. Ez dute beste inora joateko baliabiderik, eta han bizi behar dute, nola edo hala. Ez dago ez indus-triarik ez bestelako enpresarik; beraz, ezin dute lanik egin, eta duten lur-zatian landatutako barazkiak jaten dituzte. Badakite kutsatuta dagoela, baina ez dute besterik”.

Etsipena sumatzen zaio egoera zenbat luza daitekeen pentsatzen duenean, baina, bitartean, uste osoa du hango haurrentzat onuragarria dela udan kanpora atera ahal izatea; horregatik saiatzen da ahalik eta haur gehienek izan dezaten horretarako aukera.



Eskuinean, Mariana Gorvachenko, Donostiako Santa Klara uhartean, lagun batekin. Marianak 10 urte ditu eta 7 urte daramatza Donostiara etortzen. ARG.: CHERNOBILEN LAGUNAK.



Erradioaktibitatea da kezka



©ISTOCKPHOTO.COM/MLENNY

Lurrikararen lehen ondorioak gainditu ondoren, erradioaktibitatea bihurtu da kezka nagusietako bat Japonian. Izan ere, Fukushima zentraletik ihes egindako partikula erradioaktiboak kaltegarriak dira osasunerako.

Fisikariek ohartarazi dutenez, bi partikula dira bereziki arriskutsuak: iodo-131 eta zesi-137 isotopoak. Lehenak beta-erradiazioa igortzen du, eta 8 eguneko erdibizitza du; bigarrenak, berriz, gamma-erradiazioa igortzen du, eta erdibizitza luzeagoa du, 30 urtekoa. Biak dira ionizatzaileak; beraz, bizidunen zeluletan aldaketak eragiten dituzte.

Jasotako erradiazio-maila ertaina bada, lehen sintomak goragalea eta ondoeza dira. Erradiazioaren menpe ordu batzuk egon ondoren azaltzen dira, eta jarraian ohikoa da beheakoa, buruko mina eta sukarra izatea. Sintoma horiek gainditu ondoren, itxura batean, ez da gaitzik azaltzen, baina aste batzuk geroago berriro azal daitezke sintoma berberak.

Erradiazio-maila handia bada, berriz, sintomak askoz ere larriagoak dira, eta kalteak agerikoak dira, baita barruko organoetan ere. Adituen arabera, 4 Sv-ko dosi bat nahikoa da heldu osasuntsuen erdiak hiltzeko, eta gogorarazi dute minbiziaren tratamenduetan 1-7 Sv-ko dosiak erabiltzen direla, baina kontrolpean, eta eremu mugatuan. Bestalde, haurrak helduak baino kalteberagoak dira.

Epe luzera, erradioaktibitateak mutazioak eragiten ditu zelulen DNAn; horren ondorioz, minbizia garatzeko arriskua asko handitzen da. Bereiziki kalteberak dira hesteetako eta urdaileko zelulak, eta odol-zelulen jatorri den hezur-muina.

Hala ere, arrisku handiena iodo erradioaktiboak sortzen du: hura barneratuz gero, tiroide-minbizia azaltzen da. Hori saihesteko, iodo-pilulak hartzea gomendatzen dute osasun-arduradunek. Hala, tiroidea iodoz saturatzen da, eta ez du aldaera erradioaktiboa xurgatzen.

Halaber, erradiazioak ugaltze-zelulei ere eragin diezaiekeenez, ondorioak hurrengo belaunaldietan ere azal daitezke. Hain juxtu, Japonian ederki dakite hori, II. Mundu Gerraren ondoren, ohi baino haur gehiago jaio baitziren malfomazioekin, eta gauza bera gertatu da Txernobilen inguruan.

Bestalde, erradioaktibitateak ingurumenean ere eragiten du. Denborarekin, kutsadura erradioaktiboa lurrra eta itsasora iristen da, eta kate trofikora sartzen da. Barazkiak, fruta, algak, arraina eta gainerako animaliak kutsatzen ditu, eta, kate trofikoan gora egin ahala, metatzen joaten da. Hala, kate trofikoan zenbat eta gorago egon elikagai bat, orduan eta aukera handiagoa kutsadura handia izateko. Nolanahi ere, ezin da kontsumitu ebakuazio-eremuaren barruko elikagairik. Japoniako kasuan, ardura berezia eragiten die arrainak, haien dietaren oinarritzko jakia baita.

gizartean, helburu nagusia hazkundea da. Haztea da ona: iaz baino gehiago irabaztea, iaz baino handiagoa izatea. Eta hazteko, beharrezkoa da energia kontsumitzea. Gero eta energia gehiago behar dugunez, energia nuklearra ere behar dugu”.

Ikasi dut kontsumoan ez dagoela zorionik, eta, energia gutxiago kontsumituz, zoriontsuagoa naizela.

J.R. Etxebarria

Etxebarriaren esanean, orain batzuk eztabaidatzen ari dira eredu hori egokia ote den: “Desazkundea aipatzen dute orain ekonomialari eta gizarte-eragile batzuek. Eta ni horren alde nago. Ikasi dut kontsumoan ez dagoela zorionik, eta beste era bateko bizimoduarekin, energia gutxiago kontsumituz, zoriontsuagoa naizela. Horregatik, esaten dutenean zentral nuklearrak ezinbestekoak direla, nik galdetzen diet: eta zergatik? Energia behar dugulako? Nik ez, eta nik bezala pentsatzen dute beste batzuek ere”.

Peñalvak bestelako iritzia du: “Nire ustez, errealistak izan behar dugu, eta kontsumitzen dugun energiaren zati bar sortzeko, jarraitzen dut pentsatzen energia nuklearra aukera ona dela”. ●



Txernobilen baztertze-eremuaren barruan, 2008ko otsailean. Hara sartzeko baimen berezia behar da.

ARG.: PEDRO MOURA PINHEIRO/PEDROMOURAPINHEIRO.COM.

- 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



MEGAHIR

mundua gero eta hiritarragoa

New York, denetan lehena

20 estatubatuarretatik bat New Yorken bizi da. 19 milioiko populazioa du gaur egun, eta seigarrena da munduko hiri handienen zerrendan. 1950eko zerrendan, berriz, lehenengoa zen. Hain zuzen, New York izan zen 10 milioiko ataria gaingitu zuen lehenengo hiria, lehenengo megahiria.

XX. mendearen hasieran izan zuen New Yorkek hazkuntza handiena. 1898an, bat-batean, hamar aldiz handitu zuten hiriaren azalera (gaur egun Queens, Brooklyn eta Richmond barrutiak direnak gehitu zituzten), eta, hala, bikoiztu egin zen populazioa: 1,5 milioitik 3,4 milioira pasatu zen. 1940rako, bikoiztu egin zen berriz ere (7,45 milioi zituen), eta 1950erako 12 miloi biztanle izatera iritsi zen. 1900. urtean artean munduko bigarren hiri handiena bazen ere (Londres zen handiena), 1925erako lehenengoa izatea lortu zuen. Hortik aurrera, nabarmen mantsotu zen populazioaren hazkuntza, eta pixkanaka iritsi zen gaur egun duen kopurura.

ARG.: © ISTOCKPHOTO.COM/LINGBEEK

IAK



Hirietan bizitzeko aukera egin dugu gizakiok azken ehun urteotan. Azkeneko berrogei urteetan, munduko populazioa bikoiztu egin da; hirietan bizi direnen kopurua, berriz, bost aldiz handitu da. Zazpi milioi lagun gara munduan, eta erdia baino gehiago hirietan bizi da. Hiritarren hamarretik bat, gainera, 21 hiritan baino ez da bizi. Megahiriak dira 21 horiek, hamar milioitik gorako populazioa dutenak.

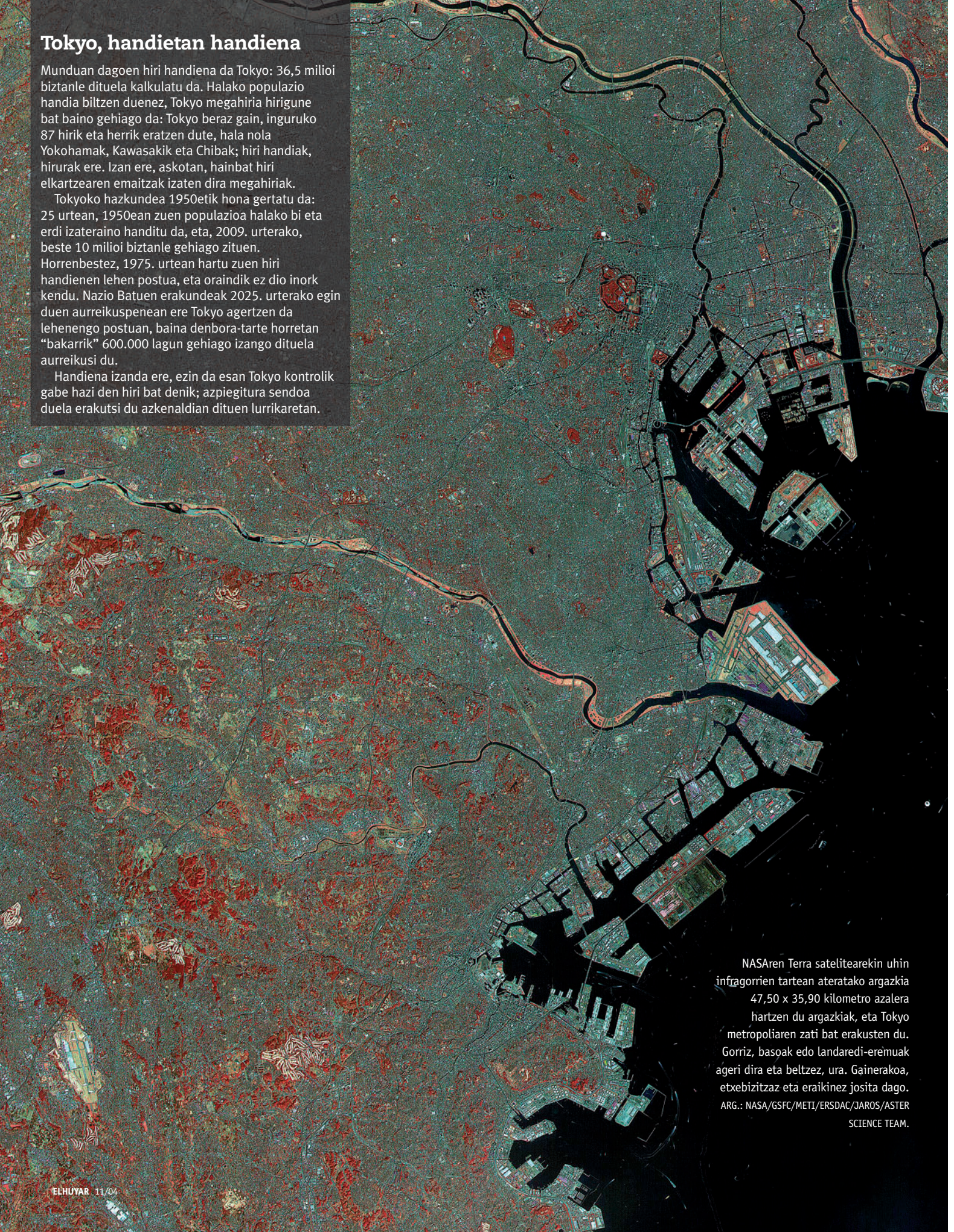
Biztanle-kopuruak ez ezik, hirietako jendearen baliabideek ere izugarrizko eragina dute hirien garapenean. Hala, modu batera edo bestera eboluzionatzen dute hiriek. Bizidunak balira bezala.

Tokyo, handietan handiena

Munduan dagoen hiri handiena da Tokyo: 36,5 milioi biztanle dituela kalkulatu da. Halako populazio handia biltzen duenez, Tokyo megahiria hirigune bat baino gehiago da: Tokyo beraz gain, inguruko 87 hirik eta herrik eratzen dute, hala nola Yokohamak, Kawasakik eta Chibak; hiri handiak, hirurak ere. Izan ere, askotan, hainbat hiri elkartzearen emaitzak izaten dira megahiriak.

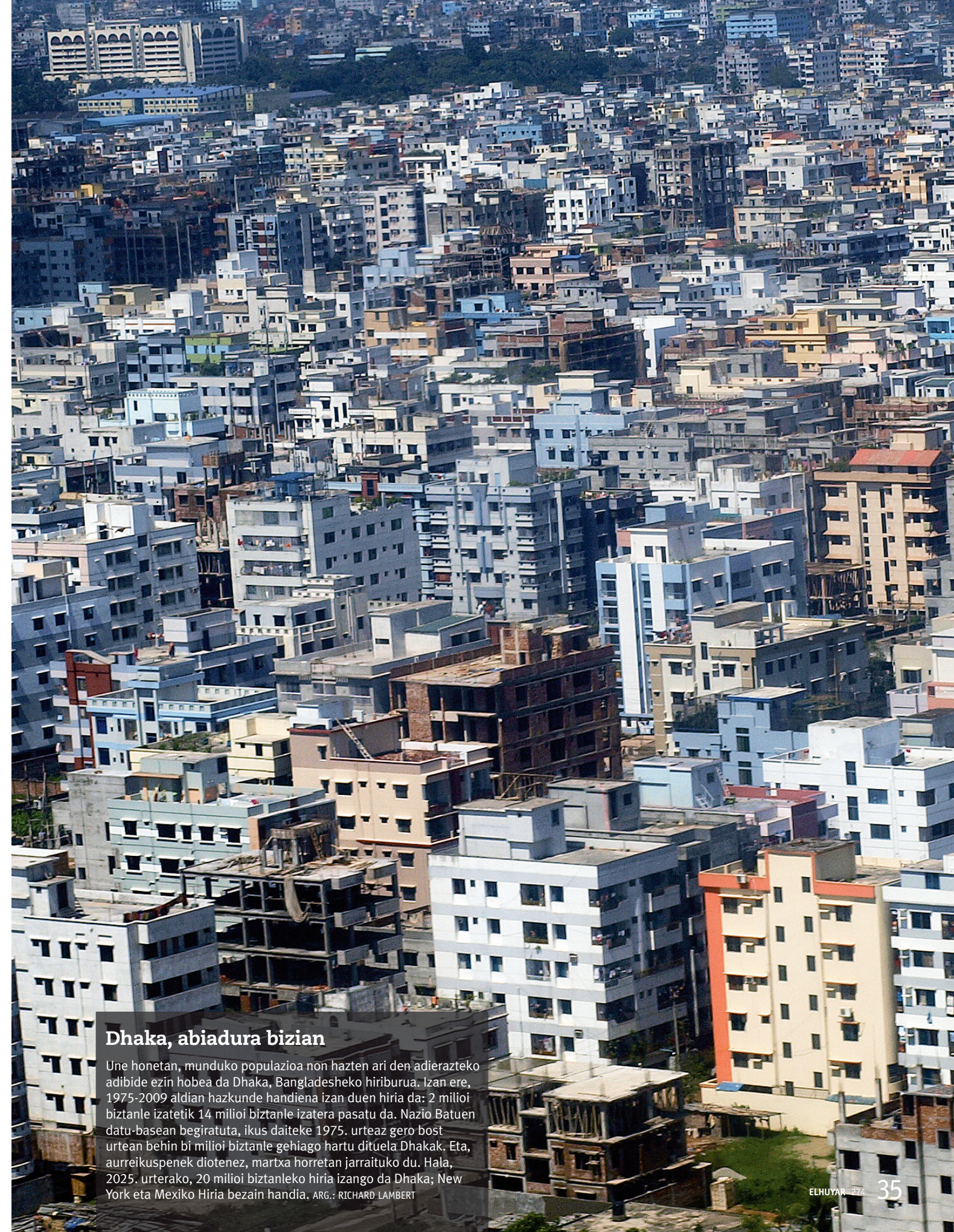
Tokyoko hazkundea 1950etik hona gertatu da: 25 urtean, 1950ean zuen populazioa halako bi eta erdi izateraino handitu da, eta, 2009. urterako, beste 10 milioi biztanle gehiago zituen. Horrenbestez, 1975. urtean hartu zuen hiri handien lehen postua, eta oraindik ez dio inork kendu. Nazio Batuen erakundeak 2025. urterako egin duen aurreikuspenean ere Tokyo agertzen da lehenengo postuan, baina denbora-tarte horretan “bakarrik” 600.000 lagun gehiago izango dituela aurreikusi du.

Handiena izanda ere, ezin da esan Tokyo kontrolik gabe hazi den hiri bat denik; azpiegitura sendoa duela erakutsi du azkenaldian dituen lurrikaretan.



NASAREN Terra satelitearekin uhin infragorrien tartean ateratako argazkia 47,50 x 35,90 kilometro azalera hartzen du argazkiak, eta Tokyo metropoliaren zati bat erakusten du. Gorriz, basoak edo landaredi-eremuak ageri dira eta beltzez, ura. Gainerakoa, etxebizitzak eta eraikinez josita dago.

ARG.: NASA/GSFC/METI/ERSDAC/JAROS/ASTER
SCIENCE TEAM.



Dhaka, abiadura bizian

Une honetan, munduko populazioa non hazten ari den adierazteko adibide ezin hobea da Dhaka, Bangladesheko hiriburua. Izan ere, 1975-2009 aldian hazkunde handiena izan duen hiria da: 2 milioi biztanle izatetik 14 milioi biztanle izatera pasatu da. Nazio Batuen datu-basean begiratuta, ikus daiteke 1975. urteaz gero bost urtean behin bi milioi biztanle gehiago hartu dituela Dhakak. Eta, aurreikuspenek diotenez, martxa horretan jarraituko du. Hala, 2025. urterako, 20 milioi biztanleko hiria izango da Dhaka; New York eta Mexiko Hiria bezain handia. ARG.: RICHARD LAMBERT



Londres, megahirien mugan, baina oso garrantzitsua, edonola ere

Gaur egun, Londresek ez du zer esan handirik hiri handien multzoan, 8,63 milioiko hiria baita. Horrenbestez, Nazio Batuen erakundeak ez du megahiritzat hartzen (beste iturri batzuek, dena den, hala nola City Mayors Fundazioak, megahiria dela adierazten dute).

Hala ere, merezi du Londres hiri horien multzoan sartzea, historikoki oso hiri garrantzitsua —eta handia— izan baita munduan. XIX. mendean, munduko hiririk handiena izan zen: 6,5 milioi biztanle zituen 1899an. Kontuan izan behar dugu mundu osoan 1.600 milioi lagun zeudela orduan.

Hortik aurrera, tamainari dagokionez Tokyok eta New Yorkek atzean utzi bazuten ere, esku handia izaten jarraitu du munduko ekonomian. John Friedmann hirigintza-adituak 1986an esan zuen bezala, Londres, New York eta Tokyo dira “munduko finantza-artikulazioak”.

Bestalde, adituek desberdintasun bat nabarmendu ohi dute Europako hiri handien eta Europaz kanpokoan artean. Europakoak etenik gabeko espazio urbanizatuak dira; mapan begiratuz gero, urbanizaturako orban bakarra ikusten da Londresen. Beste hirietan, berriz, garraibideak bakarrik ikusten dira hiri nagusiaren eta haren inguruko hiri sateliteen artean.

ARG.: © ISTOCKPHOTO.COM/QQ7.

ERRALDOI BIZIDUNAK

PLANIFIKATZEA, HORI DA HIRI HANDIAK FUNTZIONALAK IZATEKO OINARRIA

1 950. urtean, bi megahiri zeuden munduan: New York eta Tokyo. Handik 25 urtera, hirugarren bat sartu zen hiri handien zerrendan: Mexiko Hiria. Gaur egun (Nazio Batuen *World Urbanization Prospects* txostenaren 2009ko berrikuspenaren arabera), Tokyok jarraitzen du izaten biztanle gehien dituen hiria, eta beste 20 hirik osatzen dute munduko megahiriaren zerrenda. Mexiko eta New York 5. eta 6. postuetan daude, hurrenez hurren. Tartean, Delhi, Sao Paulo eta Mumbai sartu dira. Garatze-bidean dauden herrialdeetako hiriak, denak ere.

Fenomeno naturaltzat jotzen dute adituek munduko hiri jakin batzuek halako hazkundera izatea. “Hiriak organismo bizidunak bezalakoak dira, eta berezko eboluzioa izaten dute, —dio EHUko Arkitektura Eskolako irakasle eta hiri-gintzan aditu Fernando Bajok—. Oro har, zenbat eta handiagoak izan, orduan eta jende gehiago erakartzen dute”.

Erakarpen-indar hori garatze-bidean dauden herrialdeetan bereziki indartsua dela zehaztu du Arkitektura Eskolako beste irakasle batek, Koldo Telleriak: “iman bat bezalakoak dira landa-eremuetan bizi direnentzat: dirua, autoak, aukerak... telebistan ikusten diren gauza guztiak hiritan daude, landa-lurra ez baita ezer garatu”.

Itxaro Latasa geografoak azaldu du zer kondizio dituzten landa-eremuan biztanleek: “Dagoneko galdu dute betidanik izan duten nekazari-tza, labore anitz izatea oinarri zuena. Orain, behartuta daude enpresa handien haziak erostera, eta urtero erostera, gainera, hazi antzuak saltzen baitizkiete enpresa handiek. Bada, egoe-ra horretan, urte txar bat baldin badute, bereak egin du: ez dute maileguak ordaintzeko dirurik lortzen, ez dute mantentzeko baliabiderik eta abar. Horregatik, besteak beste, joaten dira pila-ka hirietara”.



Hiriak organismo bizidunak bezalakoak dira, eta berezko eboluzioa izaten dute. Zenbat eta handiagoak izan, orduan eta jende gehiago erakartzen dute.

Horregatik, azkeneko 30 urteotan gehien hazi diren hiriak eta sortu diren megahiri gehienak Asian eta Afrikan sortu dira batez ere, garatze-bidean dauden herrialdeetan. Halaber, 2025. urterako aurreikuspena egin du Nazio Batuen era-



Fernando Bajo
Arkitektoa, hirigintzako irakaslea
da EHUko Arkitektura Eskolan.
ARG.: OIHANE LAKAR.



Itxaro Latasa
Geografoa, hiri-populazioa
ikasgaiaren irakaslea da
EHUko Letren Fakultatean.
ARG.: OIHANE LAKAR.



Koldo Telleria
Arkitektoa, irakaslea da
EHUko Arkitektura Eskolan.
ARG.: GOIERRIKO HITZA.

kundeak, eta, zerrendari gehituko zaizkion beste zortzi hiriak herrialde horietakoak izango dira.

Megahiritzat hartzeko, 10 milioitik gora biztanle izan behar ditu hiri batek. “Zenbaki arbitrarioa da, baina jotzen da gigantismoa hortik aurrera gertatzen dela”, azaldu du Itxaro Latasa geografo eta EHUko Letren Fakultateko irakasleak.

KONTZEPTU BAT, BI HIRI-MOTA

Herrialde jakin batek dituen ezaugarri ekonomikoek, sozialek, politikoez eta abarrek bultzatuta garatzen dira hiriak. Ezaugarri horiek erabat desberdinak direnez herrialde garatuetan eta garatze-bidean daudenetan, bateko eta beste megahiriak ere guztiz desberdinak dira. “Nire ustez, hasiera-hasieratik egin behar den bereizketa bat da”, argitu du Bajo arkitektoak.

Bi hiri-moten arteko desberdintasun nagusia bat dela uste Bajok: “plangintza. Herrialde garatuetan hirigintza-planetan oinarrituta sortzen dira hiriak, eta, horri esker, modu gutxi gora-behera ordenatuan garatzen dira. Garatze-bidean dauden herrialdeetan, berriz, ez dago plangintzarik”.



Delhiko gobernuak kalkulatu du 4.390 txabola-auzo daudela Delhin, eta 577.000 familia bizi direla haietan.

Hirigintza-planek zehazten dute zer erabilera izango dituen hiri batek, zer zerbitzu, zer dimentsio izango duen bakoitzak, zer dentsitate eta abar. Hala, “halakorik ez dagoen lekuetan, hiriak askoz organismo libreagoak dira, eta, horrekin batera, askoz azkarrago hazten dira, askoz ere modu nahasiagoan, askoz kaotikoagoak dira eta abar”, dio Bajok.

Delhin bizi izan dute, esate baterako, plangintzatik haragoko garapena. Txaboletan antolatuz joan dira landa-eremuetatik hirira joandako biztanleak, eta, Delhiko gobernuak 2000. urtean argitaratutako txosten batean zioenez, 1970. urtetik aurrera “kudeatu ahal izateko handiegia bilakatu zen” hiriaren inguruan sortutako txabola-mordoa eta bildutako jendetza. *Jhuggi jhopri* esaten diete txabola-auzoetan bizi direnei.

“Elkarrekin pilotuta egon ohi dira txabolak *Jhuggi jhoprien* auzoetan, higie-ne-kondizio txarretan, eta ez dute izaten edateko urik”. Delhiko gobernuak txabola horietan egindako azkeneko ikuskapenean kalkulatu du (2008-2009 tartean egin zuen) 4.390 txabola-auzo daudela Delhin, eta 577.000 familia bizi direla haietan.

BIZI-KALITATE KAXKARRA

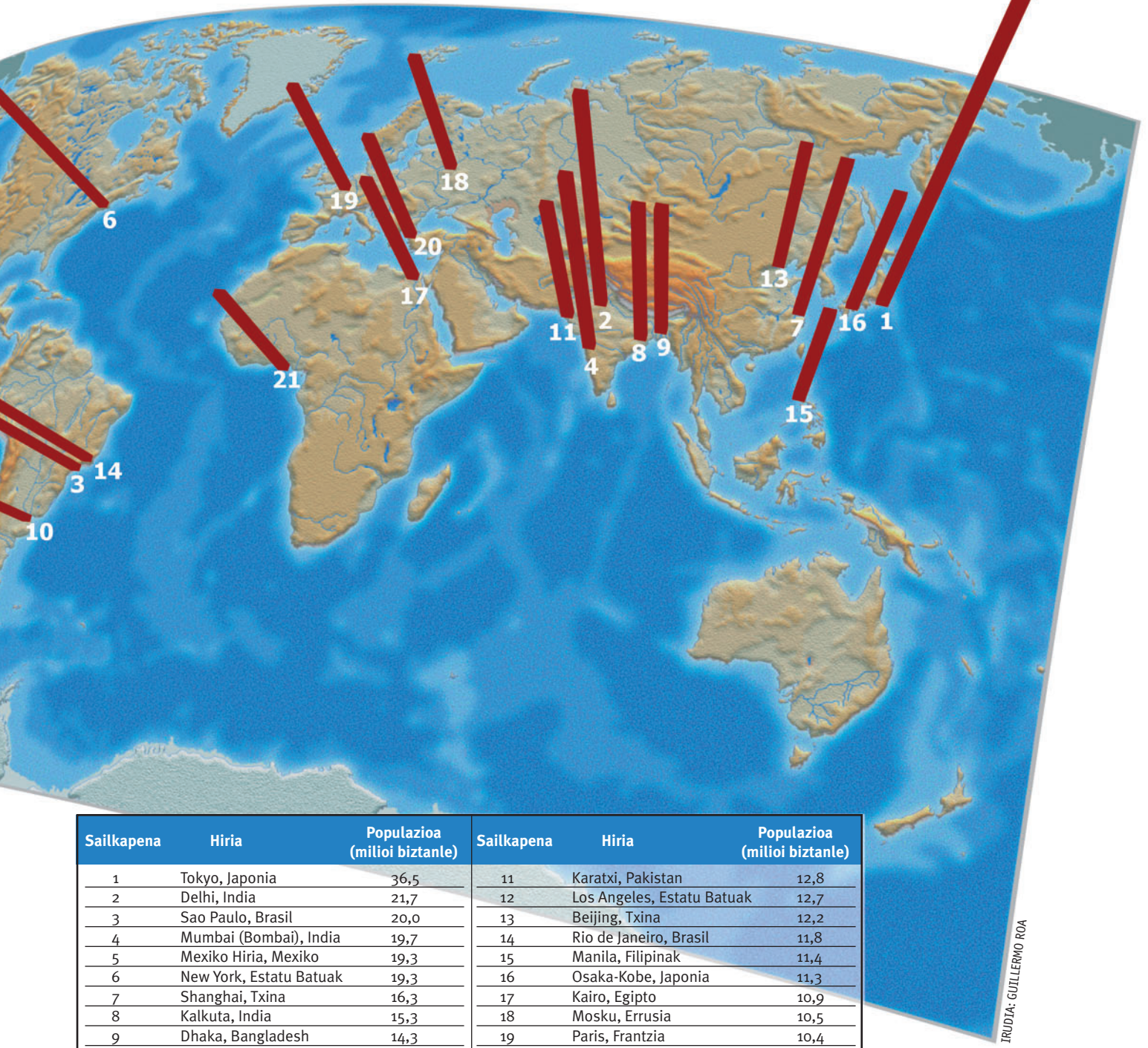
Geologia Zientzietako Nazioarteko Elkartek 2005ean megahiriei buruz argitaratutako txosten batean aipatzen duenez, megahiritako biztanle askok, aberatsak nahiz pobreak izan, bizi-kalitate kaxkarra dute. Bizi-kalitatea neurtzeko erabili ohi diren parametroak besteak beste, hauek izaten dira: airearen, uraren eta lurraren poluzio-maila, ur- eta energia-horniduraren egokitasuna, autopilaketak, inguruan eremu berdeak egotea, pobrezia- eta malnutrizio-arazoak egotea, eta gizarteak segurtasun-arazoak izatea.

Askotan aipatzen da megahiritan oso nekeza dela batetik bestera mugitzea, eta autopilaketak noiz-nahi eta nonahi egotea oso gogaikarria dela. Fernando Bajoren ustez, ordea, “megahiritan bizi diren hainbat eta hainbat lagunen-tzat merezi du ezerosotasun hori bizitzea, horren truke beste inon ez duten aukera-aniztasuna baitute hiri handian, lan-aukerei, kultura-aukerei eta abarri dagokienez”. Izan ere, hirietan, oro har, errazago lor daitezke hezkuntza, osasun-zaintza, oinarriko azpiegiturak, informazioa, eza-gutza eta aukerak.

Aukera horiek erakarrita joaten dira hiri handietara garatze-bidean dauden herrialdeetako landa-eremuetako biztanleak. Askotan, baina, “ez dituzte izaten hiriak eskain ditzakeen aukera guztiak eskura; populazioaren zati batentzat bakarrik izaten dira”, salatu du Latasak. Garapenerako Nazio Batuen Programak hirietako elikagai-segurtasunaren gaia jorratzeko UNICEFekin eta



Munduko 21 megahiriak



Sailkapena	Hiria	Populazioa (milioi biztanle)	Sailkapena	Hiria	Populazioa (milioi biztanle)
1	Tokyo, Japonia	36,5	11	Karatxi, Pakistan	12,8
2	Delhi, India	21,7	12	Los Angeles, Estatu Batuak	12,7
3	Sao Paulo, Brasil	20,0	13	Beijing, Txina	12,2
4	Mumbai (Bombai), India	19,7	14	Rio de Janeiro, Brasil	11,8
5	Mexiko Hiria, Mexiko	19,3	15	Manila, Filipinak	11,4
6	New York, Estatu Batuak	19,3	16	Osaka-Kobe, Japonia	11,3
7	Shanghai, Txina	16,3	17	Kairo, Egipto	10,9
8	Kalkuta, India	15,3	18	Mosku, Errusia	10,5
9	Dhaka, Bangladesh	14,3	19	Paris, Frantzia	10,4
10	Buenos Aires, Argentina	13,0	20	Istanbul, Turkia	10,4
			21	Lagos, Nigeria	10,2

ITURRIA: NAZIO BATUEN WORLD URBANIZATION PROSPECTS TXOSTENAREN 2009KO BERRIKUSPENA.

IRUDIA: GUILLELMO ROA

➔ 2.000
kilokaloriatako
jaki-saski bat,
batez beste, % 20
garestiagoa da hiri
txikietan landa-
eremuan baino,
eta % 100
garestiagoa hiri
handietan.

Elikagaien Munduko Programarekin egindako bilera baten txostenean jaso zutenez, “langabezia eta norberari legokiokkeen lan-mailatik behera lan egitea izan ohi dira hirietako ezaugarriak, eta hirietan gehien hazten den populazioa lan-merkatu egituratuan sartzeko aukerarik ez duen hori bera da.”

Legez kanpoko azpiegiturretan bizitzeak hiritar horien aukerak mugatu besterik ez du egiten. Honela jarraitzen du txostenak: “Jabetza-eskubide mugatuak izateak eta inguruan azpiegitura eskasak izateak zaildu egiten die hezkuntza-edo osasun-zerbitzuetara iristea. Eta, gainera, hirietan, ordaindu behar izaten dute landa-eremuan doan izango lituzketen baliabideengatik, hala nola urarengatik, etxebizitzengatik eta erregaiengatik. Halaber, 2.000 kilokaloriatako jaki-saski bat, batez beste, % 20 garestiagoa da hiri txikietan landa-eremuan baino, eta % 100 garestiagoa hiri handietan”.

Hiru erakunde horiek deskribatutako egoera “edozein hiritan” gertatzen dela dio Latasak. Megahirietan, ordea, “askoz nabarmenagoa da, besterik ez bada, eskala-mailarengatik, gigantismoarengatik”. Garatze-bidean dauden herrialdeetan, gainera, gehiago dira baliabide gutxi-ko biztanleak, eta, hortaz, populazioaren proportzio handiagoa bizi da txabola-auzoetan.

INGURUMENA ERE KALTETUTA

Bizi-kalitatea kaxkarrago izateaz gainera, erraz ikus daiteke megahirietan sortzen diren egoerek ingurumenari ere kalte handia eragiten diotela. Jasangarriak izateko, Bajoren ustez, garrantzitsua “ahalik eta lur-azalera txikiena betetzea” da. Izan ere, “lurzorua baliabide ez-berriztagarri nagusia da. Horrenbestez, hainbat solairutako etxebizitzak egitea eta erretilutan bizitzea, askoz jasangarriagoa da horizontalean hedatzea baino.” Hiri anglosaxoietan, baina, oso ohikoa da familia bakarreko etxebizitzaren ere-dua, eta ezin da esan garatze-bidean dauden

Munduko erdigune izateko lehian

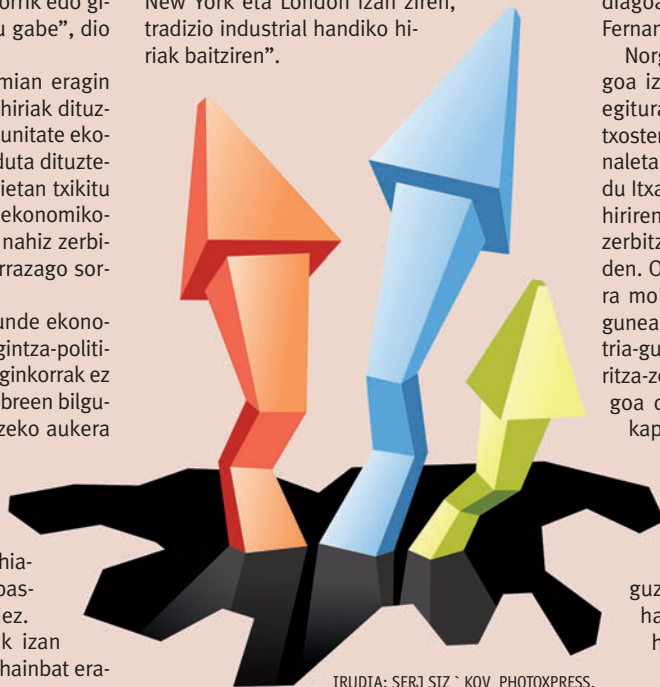
Herrialdeen oparotasuna estuki lotuta dago beren hirietako oparotasunarekin. Hala dio Nazio Batuen *State of the World's cities 2010/2011* txostenak: “Herrialde bakar batek ere ez du lortu hazkunde ekonomiko iraunkorrik edo gizarte-garapen azkarrik urbanizatu gabe”, dio txostenak.

Are gehiago, munduko ekonomian eragin handiena duten herrialdeak megahiriak dituztenak direla dio txostenak; alegia, unitate ekonomiko bakarrean hainbat hiri bilduta dituztenak. Izan ere, hiri-dentsitate handietan txikitu egiten dira transakzioen kostuak, ekonomiko-ki bideragarriagoa da azpiegitura nahiz zerbitzu publikoetan inbertitzea, eta errazago sortzen eta zabaltzen da ezagutza.

Hori bai, ohartarazten du hazkunde ekonomikoa kaxkarra denean, edo plangintza-politikarik ez dagoenean edo horiek eraginkorrak ez direnean, urbanizazioa biztanle pobreen bilgune bihurtzen dela, pobrezia txikitzeko aukera izan ordez.

Horren harira Koldo Telleriak dioen bezala, “megahiri guztiek bihurtu nahi dute mundua gidatzen duten nodo. Elkarrekin lehia-tzen dira, merkatuan hortzetako pas-tak lehiatzen diren bezala, adibidez. Hortzetako pasten marka guztiek izan nahi dute pastarik salduenak, eta hainbat era-

tako osagai eta ezaugarri jartzen dizkiete fabrikatzaileek helburu hori lortzeko. Bada, megahiriarekin gauza bera gertatzen da. Lehenengo hiri garrantzitsu eta handienak New York eta London izan ziren, tradizio industrial handiko hiriak baitziren”.



IRUDIA: SERJ SIZ - KOV_PHOTOXPRESS.

Lehia horretan, baina, ez daude megahiriak bakarrik. “Herri txikieneko alkatea ere ahalegina egiten ari da bere herrian Guggenheim bat izateko! Herri eta hiri guztiak saiatzen dira handiagoak izaten, jendea erakartzen”, esan du Fernando Bajok.

Norgehiagokan lehiatzeko gaitasun handiagoa izateko, etekin handiena emango duen egitura ematen ari zaie hiriei, Nazio Batuen txostenaren arabera. Hala, “gune monofuntzio-naletan banatzen ari dira hiriguneak — azaldu du Itxaro Latasa geografoak —. Lehen edozein hiriren alde zaharrean artisa-tailerrak, lana, zerbitzuak, aisialdirako guneak eta abar zeuden. Orain, berriz, alde zaharrak turistek begira moldatu dira, horren inguruan lo egiteko guneak sortu dira, eta, hortik kanpora, industria-guneak, parke teknologikoak eta merkataritza-zentroak. Eredu gisa, askoz produktiboagoa da, eta hor dago, hain zuzen, arazoa: kapitalari begira garatu ditugu hiriak, eta ez jendeari begira. Ez zaie begiratu tokian tokiko ezaugarriak, ez da kontuan izan aurretik zer egon den leku jakin batean... Normalean, aurretik zegoen guztia bota, kultura industrial guztia suntsitu, eta gainean eraiki da. Hiri handietan oso nabarmena da hori, baina hiri txikiagoetan ere gertatu da”.



Shibuya auzoa Tokyoko populazio-
dentsitate handieneko auzoetako
bat da; kilometro karratuko
13.540 lagun bizi dira.

ARG.: AGUSTIN RAFAEL REYES.

herrialdeetako hiriekin ere ez doanik. Planifika-
ziorik ez izateak badu beste ondorio bat: “He-
rrialde horietako megahirietan, seguru asko,
jende gehiago biziko da norberak egindako tx-
boletan etxebizitza-dorreetan baino”, dio Koldo
Telleriak.

Lurzorua alde batera utzita, “askoz jasangarria-
goa da, berez, jende-multzo handiak batera bi-
zitzea baliabideen kudeaketari dagokionez”,
azaldu du Bajok. Berez, edo, teoriarik, hala da,
bai. Arazoa da “hirietan, eta, bereziki, herrialde
garatuetakoko hirietan, baliabide guztien % 75-80
kontsumitzen dela”, gaineratu du. Hortaz, hiri-
tan bizitzea aukera jasangarriena izan dadin,
“baliabide gutxiago erabiltzea lortu behar dugu.
Eta nola egiten da hori? Planifikatuz. Hau da,
esanez hiriak non eta nola hazi behar diren, zer
dentsitate izan behar duten, zer erabilera eta
zerbitzu izan behar dituen gune bakoitzak, zer
ibilbide diren gomendagarrienak, zer mugikor-
tasun komeni den izatea hirian, zer kontsumo-
eta gastu-muga izan behar dituen eta abar. Ale-

gia, hirigintza eginez. Baina ez du arkitektoei
bakarrik dagokien hirigintza bat izan behar;
ekonomialariak, politologoak, soziologoak, bio-
logoak... diziplina anitzetako jendeak esku har-
tu behar du hirigintza horretan”.

 **Hirietan bizitzea aukera
jasangarriena izan dadin,
baliabide gutxiago erabiltzea
lortu behar dugu. Eta nola
egiten da hori? Planifikatuz.**

Alabaina, Bajoren ustez, gure agintari politikoak
“oso urrun daude hirien planifikazioa modu ho-
rretara ikustetik; hori da arazoa. Izan ere, gehie-
nek jende-multzo handiak bezala ikusten di-
tuzte hiriak, kaletan banatuta daudenak, eta

zerbitzu jakin batzuk dituztenak. Hortik aurrea, ezer gutxi gehiago ikusten dute. Eta, hori, hemen. Garatze-bidean dauden herrialdeetan, ezta hori ere”.

ETORKIZUNEAN, IZANGO OTE DA MUGARIK?

Hiriak bizidunak bezalakoak direla jotzen da, hango ezaugarriekin eta biztanleekin batera eboluzionatzen dutelako. Bada, benetako bizidunak bezala, neurri jakin bateraino bakarrik haz daitezkeela uste dute adituek. Honela dio Bajok: “Nire ustez, muga bat dute, muga natural bat. Demagun behar bezala planifikatuta dagoen hiri bat; nahiz eta planifikazio aldetik gehiago hazteko aukera izan, une batetik aurrera, hiriak ez dira gehiago hazten”. New York, adibidez, ez dirudi gehiegi haziko denik hementik 2025. urtera bitartean (19,3 milioitik 20,6 milioira pasako dela aurreikusi du Nazio Batuen erakundeak), ezta Tokyo ere (36,5 milioitik 37,1 milioira). “Une batetik aurrera, ez du merezi hainbeste jende biltzea; jendearen joan-etorriak, energia-kontsumoa eta abar handiegiak dira, eta gehiegizko ahalegin horrek eten egiten du hiriak gehiago haztea. Horri esker ez dira munstro erraldoi bihurtzen”, gaineratu du.

Hiria antolatzeko planifikaziorik ez dagoenean, berriz, zailagoa da oreka-puntu horretara modu ordenatuan iristea, askoz kaotikoagoa baita hi-

ria, berez. Hortaz, “zaila da saihestea munstro bilakatzea eta har ditzakeen baino biztanle gehiago biltzea”, aipatu du Bajok. Eta, hori da, hain zuzen, planifikaziorik ez duten hirietan gertatzen ari dena: “hazten eta hazten jarraitzen dute, etenik gabe”, dio.



Une honetan, sekulakoa da hirien hazkundera, baina, megahiriena ez da izango etorkizunean izango dugun eredua.

Une honetan, garatze-bidean dauden herrialdeetan “sekulakoa da hirien hazkundera, baina, nire ustez, megahiriena ez da izango etorkizunean izango dugun eredua —iragarri du Bajok—. Nik uste dut hiri bakoitzak bere neurria biltzeari ekingo diola. Bizidunak balira bezala ikusten ditudanez, uste dut bakoitzak bere nortasuna izan behar duela, eta bere onena emateko dagokion neurria izan behar duela. Eta bere ezaugarri horiekin pozik egon behar duela. Horrenbestez, hiri batzuk megahiriak izango dira, handi-handiak, beste batzuk, ertainak, eta, beste batzuk, txikiak”. ●



2000. urteko erroldaren arabera, Rio de Janeiroko Rocinha favelan 55.000 biztanle baino gehiago bizi ziren. Populazio-hazkunde handiena 1960-1970 hamarkadetan izan zuen. ARG.: ©ISTOCKPHOTO.COM/MIKKO MIETTINEN.



Hiriak baino gehiago, konstelazioak

Izugarrizko datu-dantza dago megahiri gisa sailkatuta dauden hirietako biztanle-kopuruekin. Adibidez, Delhi-ko populazioa 21,7 milioi-koa dela jotzen du Nazio Batuen erakundeak; beste iturri batzuek, Demographia aholkulari politikoak, kasu, 20,9 milioi-koa dela dio, eta City Mayors Fundazioak, 16,7 milioi-koa dela. Horren arrazoia da megahiriak ez direla hirigune jarraituak, “hainbat hiriren konglomeratuak baizik, hiri-konstelazioak”, azaldu du Latasak. Hortaz, konglomeratua zein eta zenbat gunek eratzen duten, biztanle-kopuru ezberdinak lortuko dira.

Hiri-konstelazioak direnez gero, megahiriak ez dira unitate administratiboak; hau da, ez dago guneen arteko batasun politikorik edo administratiborik. Baina unitate funtzionalak dira ekonomikoki; alegia, unitate gisa funtzionatzen dute jendearen joan-etorriei dagokionez, merkantzien garraioari dagokionez eta abar. Delhiren adibidearekin jarraituz, Delhiko Nazio Hiriburuaren Lurraldeak (NCT) eratzen du megahiria. Funtzionamenduari dagokionez, entitate bakar bat bezalakoa da, baina, haren barruan, hiru udal-korporazio, bederatzi barruti (*Panchayats* esaten diete), 27 azpibarruti (*Tahsilsak*), 62 hiri eta 165 herri daude.



Aldizkari bakarra, zuk nahi adina forma



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

Orain Elhuyar Zientzia eta Teknologia aldizkari
harpidedun eginez gero, aldizkaria hileroko 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.





ROLF HEUER

CERNeko zuzendari nagusia

ARGAZKIAK: JON URBE/ARGAZKI PRESS

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

“2012ko abendurako,
Higgs bosioa aurkitzea edo existitzen
ez dela baieztatzea espero dut”

Fisikari asko daude CERNera begira. Mundu osokoak, gainera. Eta, 2009tik, begirada horien guztien erdian Rolf Heuer dago, CERNeko zuzendari nagusia. Fisikaria da, baina badaki bere zeregin nagusia ez dela ikerketa; 62 urterekin, ziur da ikertzaile gazteei laguntzeak izan behar duela bere lana.

2013ko abendura arte egongo da karguan, CERNeko zuzendaritza-aldi bakoitzak bost urte irauten duelako; epe horretan, LHCCren lehen urteak kudeatu behar ditu, eta lehen erabaki handiak hartu.

Heuerrek erabaki horietako batez hitz egin digu. LHCCa 2011ko abenduan hobekuntza teknologikoak egiteko geratu orde, 2012ko bukaerara arte lanean mantenduko du. Haren ustez, ordurako jakingo dugu Higgs bosoi ospetsua existitzen den ala ez.

Karguarengatik, Genevan bizi zara?

Geneva ondoan, baina Frantziako aldean. [Eskuarekin diruaren keinua egiten du] Pixka bat merkeagoa da alde hori [barreak].

Geneva garestia dela diote, bai.

Eta lorategi moduko bat izan nahi baldin baduzu, askoz garestiagoa da Frantziako aldea baino.

LHCCa ez da pasatuko zure lorategiaren azpitik, ezta?

Ez, baina ez litzaidake batere inportako.

Polemika izan da LHCCak eragin dezakeenari buruz.

Eta horregatik esaten dut fantasia handia dagoela gai honen inguruan. Hala eta guztiz ere, polemika horrek lagundu egin digu, jendearen arreta LHCCrantz erakarri duelako.

Dagoeneko urtebete da martxan jarri zenetik. Nola baloratzen duzu azeleragailuaren funtzionamendua?

Hitz bakar batez: mundiala. Oso-oso ondo egin du lan, espero nuen baino hobeto funtzionatu du. Oso makina konplexua da; mota honetako makina bakarra da munduan, eta bere buruaren prototipoa da, ezin izan delako probatu beste inon lehenago. Oso ondo funtzionatu

du. Oso baikorrak gara hurrengo urteetarako. Energiaren mugak gainditu eta jakinduriaren eremu berri batean murgildu gaitu. Energia baxuagoetako kondizioei buruz genekiena ere baieztatu digu. Aldez aurretik dakizuna baieztatutakoan egin ditzakezu aurkikuntza berriak; lehendabizi aurretik egindakoa ulertu behar duzu, eta, orduan, prest zaude gauza berriak aurkitzeko. Eta, alde horretatik, pozik nago.

“LHCCekin, energia baxuagoetako kondizioei buruz genekiena baieztatu dugu, eta jakinduriaren eremu berri batean murgildu gaitu.”

2012ko abenduan urtebeteko geldialdia hasiko du LHCC azeleragailuak. Nola ikusten duzu Higgs bosoi ospetsua aurkitzeko aukera ordurako?

2011n eta 2012an LHCCa martxan izatea erabaki nuen, hain zuzen ere, bi gauza hauetako bat espero dudalako: Higgs bosoi aurkitzea edo existitzen ez dela baieztatzea. Hori gertatuko da Higgs bosoiaren bilaketan hurrengo bi urte hauetan. Uste dut Shakespeareren galderari erantzuna eman ahal izango diogula, alegia, *to be or not to be* (izan ala ez izan). Hori da 2012an LHCCa martxan izateko arrazoia.

Zure ustez, energia-kantitatea da Higgs bosoi aurkitzearen gakoa?

Ez. Gakoa bi faktoreren konbinazio bat da: partikulen talken kopurua (zenbat talka sortzen diren esperimentuan) eta energia. Ez nuke LHCCa martxan izango 2012an, seguru ez banengo sortzen duen energia nahikoa dela eta behar dudana talka-kopuru bat dela. Energia nahikoa da. Baina oraindik talka-kopuruaren kontua ikertu beharra dugu.



Litekeena al da zuzena ez izatea erabiltzen dugun Higgs bosoiaren planteamendu teorikoa? Ikertzaile batzuek, adibidez, proposatu dute Higgs bosoa ez dela partikula bakar bat. Agian, gakoa ez litzateke energia-kantitatea edo talken kopurua.

Jakina. Baina oso argi dago LHCak lortzen duen energia-mailan identifikatuko dugula Higgs bosoa, edo, ez bada existitzen, aurkituko dugula beste mekanismo bat Higgs bosoiaren lana egiten duena. Hori oso argi dago. Higgs bosoiak ez du zertan hor egon, *beste zerbait* ere izan daiteke, eta guk ez dakigu zer izan daitekeen beste zerbait hori. Kasu horretan, eztabaida sortu beharko genuke. Baina Higgs bosoa existitzen bada, ziur nago hurrengo 24 hilabeteetan aurkituko dugula.

Fidatu egiten zara eredu estandarrez, hau da, Higgs bosoiaren existentzia eskatzen duen teoria fisikoaz.

Kontua ez da fidatzen naizen edo ez, kontua da naturak zer esaten digun. Irekia nago; zientzialaria naizenez, irekia egon behar dut. Eta espero dut Higgs bosoa aurkitzea, ia erabat osatuko lukeelako eredu estandarra. Baina hori ez da bukaera, eredu estandarrek unitertsoaren energiaren frakzio txiki bat besterik ez baitu azaltzen. Gauza gehiago ditu inguruan.

Newtonen eta Einsteinen fisikarekin konpara daiteke. Newtonenak gure abiadura tarteetan azaltzen du grabitatea. Einstein, erlatibitatearen teoriarekin, abiadura oso handien eremura joaten da. Ez duzu Einsteinen teoria ezertarako nabaritutako (GPSa pizten duzun arte). Newtonen lanak, nolabait esateko, grabitatea abiadura txikietan azaltzen du. Era berean, eredu estandarrek energia baxuetarako azaltzen du partikulen beste teoria zabalago bat. Eta nik espero dut LHCak lagunduko duela eredu estandarra zabaltzen teoria orokorraren norabidean.

Europar CERN laborategia dago, eta, Estatu Batuetan, Fermilab. Kanpotik ikusita, bien arteko lehia bat igartzen da, Higgs bosoiaren bilaketan, adibidez. Lehia hori erreala da?

Bueno, lehiatu gabe ezin duzu zientzia egin. Lehia ezin bestekoa da. Aurrerantz egiten dizu bultza, eta probatu egiten zaitu. Ez sinistu talde bakar batek egiten dizun proba baten emaitza; hobe da talde gehiagok egitea probak. Horregatik, lehia ona da. Baina lankidetzen birtutez ere lehiatu daiteke.

Noski, badugu nolabaiteko lehia bat Fermilabekoe-kin, baina aldi berean elkarlanean aritzen gara. LHC azeleragailua konpondu behar izan genuenean, Fermilabeko aditu asko etorri ziren, eta LHCa bere onera ekartzen lagundu ziguten. Eta CERNen baliabideen erabiltzaileen komunitate handiena Estatu Batuetakoa da.

Orain, Fermilabeko azeleragailu handiena geratuko dute, Tevatron.

Eta guk proiektu berrietan laguntzen diegu. Tevatron 25 urteko jardura izan ondoren geratuko dute. 25 urte



adin ona da horrelako makina bat geratzeko. Hain zu-zen ere, LHCak ondo funtzionatzen duenez, Tevatron bertan behera uztea erabaki dezakete.

Partikulen fisikaren esparrua ondo ezagutzen duzu. 1979an, gluoiaren aurkikuntzan hartu zenuen parte. Nola gogor-zen duzu garai hura?

Elektroien eta positroien arteko talken bitartez detekta-tu zen gluoia. Harrigarria da, gluoia indar nuklear bor-titzaren oinarritzko partikula delako, eta elektroien eta positroien elkarrekintza, aldiz, indar ahularen adibidea da. Interesgarria da.

Aurkikuntza Alemaniako DESY erakundearen PETRA azeleragailuan egin zen. Lau esperimentu egin zituz-ten. Ni lau horietatik bakarrean egon nintzen; detekta-gailu baten arduradunetako bat nintzen. Garai interes-garria izan zen. Ez ginen izan lehenengoak gluoia detektatzen, baina ondo egon zen, lan hartan parte hartu genuelako.

Eztabaida dago lehenengoa zein izan zen erabakitze-ko.

Eztabaida dago, bai, baina ni ez naiz horretan sartzen. Jendeak enfasi gehiegi jartzen du esaten duenean “Ni izan nintzen lehenengoa, eta zu bigarrena; ni baino 10 segundo geroago ikusi zenuen”. Tira! Garrantzitsue-na zientzia bera da.

Bestalde, W eta Z bosoiaren aurkikuntzan ere hartu zenuen parte? CERNen aurkikuntza handienetako bat izan zen.

Ez nintzen egon aurkikuntzan bertan, baizik eta horren ondoren egin zen bosoi horien ikerketan. Guk neurke-ta zehatzak egin genituen. Aurkikuntza bera egin zute-nean, ni DESY erakundean ari nintzen lanean.

Zenbat jende behar da horrelako esperimentu bakoitzean, neurketa zehatz horiek egiteko esperimentuetan, adibidez?

Ni egon nintzen esperimentuetan 500 zientzialari izate-ra iritsi ginen. Gaur egun egiten den esperimentu han-dienak 3.000 zientzialari behar ditu; 3.000 gizabanako, helburu bakar bat lortzeko. Eta funtzionatu egiten du. Egin dezakezu. Zergatik? Bada, helburu bakarra duzu de-nontzat: esparru jakin bateko jakintzan aurreratzea. Es-perimentuaren barruan lehia egoten da, eta lehia horri esker nabarmentzen da zein diren gazte argienak.

“Gluoia aurkitzeko, lau esperimentu egin zituzten. Ni lau horietako batean egon nintzen.”

Komunitate bat izatearen sentimendua dago.

Zatoz CERNera, eta antzemango diozu komunitate bat badagoela.

CERNeko zuzendaria zara; zenbat denbora uzten dizu lan-postu horrek fisika egiteko?

Zero [keinua eskuarekin]. Ez naiz inoiz lehen mailako zientzialaria izan. Ni baino zientzialari hobeak izan di-tut beti inguruan. Baina konbina ditzaket zientzia eta kudeaketa. Izugarri gustuko dut jendearekin lan egitea. Gustatzen zait jendearen lana bideratzea. Horrek ere laguntzen dio zientziari aurrera egiten. Ile grisa duen jendeak (ni bezalakoak), libre utzi beharko lieke bidea gazteei, ikerketa berriak egin ditzaten. Nik horretarako dirua bilatu behar diet. ●



nbr̄

euskal herriko kultur
eta gizarte hilabetekaria

Nabarra ez da gelditzen. Eta zu?



Harpidetu zaitez!!! Ez galdu aukera

Bai, **Nabarra** aldizkariaren harpidedun izan nahi dut.
Urteko 36 euroko kuota ordaintzeko hemen dituzue nire datuak

Izena: _____

Abizenak: _____

Telefona: _____

Posta elektronikoa: _____

Harpidetzaeren trukean hilero helbide honetara bidaliko didazue aldizkaria:

Kalea-Zenbakia: _____

Herria: _____ Posta Kodea: _____

Lurraldea: _____

Eta nire kontu korrontearen datuak hauek dira, urteroko kuota ordaintzeko

Erakundea	Bulegoa	Kontrola	Kontu Korrontea
☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

nbr̄ Martzana kaia, 11-48003 Bilbo-[Bizkaia]

nbr.harpidetza@gmail.com
nbregiten.wordpress.com

PLASTIKOTASUN NEURONALA: GARUNAREN ZAINDARI

LEYRE ECHEAZARRA ESCUDERO

Farmazian lizentziatua eta

Neurozientzia arloko ikertzailea

Denbora luzez pentsatu da garuneko lesio baten ondorioz neuronak betiko galtzen zirela eta, heldutasunera behin helduta, burmuinaren garapena eten egiten zela. Azken hamarkadetan, berriz, argi geratu da garunak malgutasuna eta plastikotasuna dituela. Gaitasun horri esker, garunaren anatomia aldatzen da, eta, horrela, garunaren funtzionamendua molda daiteke. Plastikotasun neuronalak errendimendua hobetzea ahalbidetzen du eta, gainera, lesio baten ondoriozko kalteak gainditzeko laguntzen du. Gaur egun, gero eta estrategia gehiago erabiltzen dituzte terapeutek garunaren plastikotasuna bultzatzeko, eta, are garrantzitsuagoa dena, plastikotasun neuronalak modu egoki batean gidatzeko.

Lesio baten ondoren, hainbat neurona hiltzen dira. Neurona horien heriotza behin betikoa zela pentsatu da denbora luzez. Ikuspuntu horren arabera, kaltetutako neuronak galduta zeuden betiko, eta, gainera, behin heldutasunera iritsita, garunaren garapena betiko etenda zegoen. Nerabezaroaren ondoren, garunaren mapa topografikoa guztiz eratuta zegoen, eta funtzio bakoitza garunaren leku bakar batean kokatuta zegoen. Sistema erabat bukatuta zegoen. Horrela, nerbio-sistema zentrala organo aldaezina eta konponezintzat hartzen zen.

Ikuspuntu hori oso ezkorra zen; garuna ezin zen moldatu, errendimendua ezin zen hobetu, eta funtzio edo trebetasun berriak ezin ziren lortu. Gainera, lesio baten ondoren ez zegoen sendatzeko aukerarik, ezta zahartzaroaren ondoriozko hondatze kognitiboaren kontra jotzeko aukerarik ere.

Teoria horren arabera, pertsona helduen neuronek endekatu besterik ez zuten egiten, eta zelulen heriotzaren ondorioz, garunak gero eta eraginkortasun txikiagoa zuen. Garunaren funtzionamenduaren hondatzea saihestezina eta atzeraezina zela azaltzen zuten teoriak.

GAUR EGUNGO IKUSPUNTUA:

GARUNA EZ DA ESTATIKOA, MALGUA BAIZIK

Garuna aldagaizta zelako teoriaren kontrako ebidentziaren bat bazegoen aspalditik. Izan ere, Santiago Ramón y Cajal neuroanatomistak garunaren funtzionamendua hobetzeko hainbat mekanismo intrinseko proposatu zituen; haien eginkizuna egitura nerbiosoak mantentzea eta aldaketa mor-



©KTSDESIGN/123RF

fologikoak ahalbidetzea zen, gaitasun kognitibo berriak sortu ahal izateko. Ramón y Cajalen ikerketen ondoren, ebidentzia gehiago sortu ziren, eta ikertzailearen susmoak berretsi zituzten. Denboraren poderioz, garuna “egitura plastikotzat” hartzen hasi zen. Eta, azken urteotan, neurozientzian eta neuropsikologian egindako ikerketek argi utzi dute garuna malgua dela, heldua izanda ere. 2004. urtean Suediako ikertzaile-talde batek frogatu zuen entrenamendu kognitiboak garunaren anatomia eta jarduera aldatzen dituela. Alemanian, beste ikerketa batzuek frogatu zuten entrenamendua oso lagungarria dela lesio baten ondoren garunaren jarduera hobetzeko eta gaitasun kognitiboak berreskuratzeko. Izan ere, ikerketetan parte hartu zuten pertsonengan errendimendu kognitiboa askoz hobea zen, eta kaltetutako garun-areak berpraktibatu egin zitzaizkien, baita erabat leheneratu ere, kasu batzuetan. Ildo beretik, 2006. urtean Estatu Batuetan egindako ikerketa batek ondorioztatu zuen entrenamen-

du kognitiboak hamar urte gazteagotzen duela garuna, eta, gainera, entrenamendua bukatu ondoren, lortutako errendimendumailak bost urtez irauten duela. Bestetik, argi dago pertsona adindunen neuronen adarrak eta sinapsiak handiagotzen direla, zahartzearen ondorioz gertatzen den neuronen heriotza konpentsatzeko mekanismoaren bidez. Izan ere, garun-azalean kokatzen diren neurona piramidalen adarrak % 25 luzeagoak dituzte 80 urteko pertsonen, 50 urtekoen aldean.

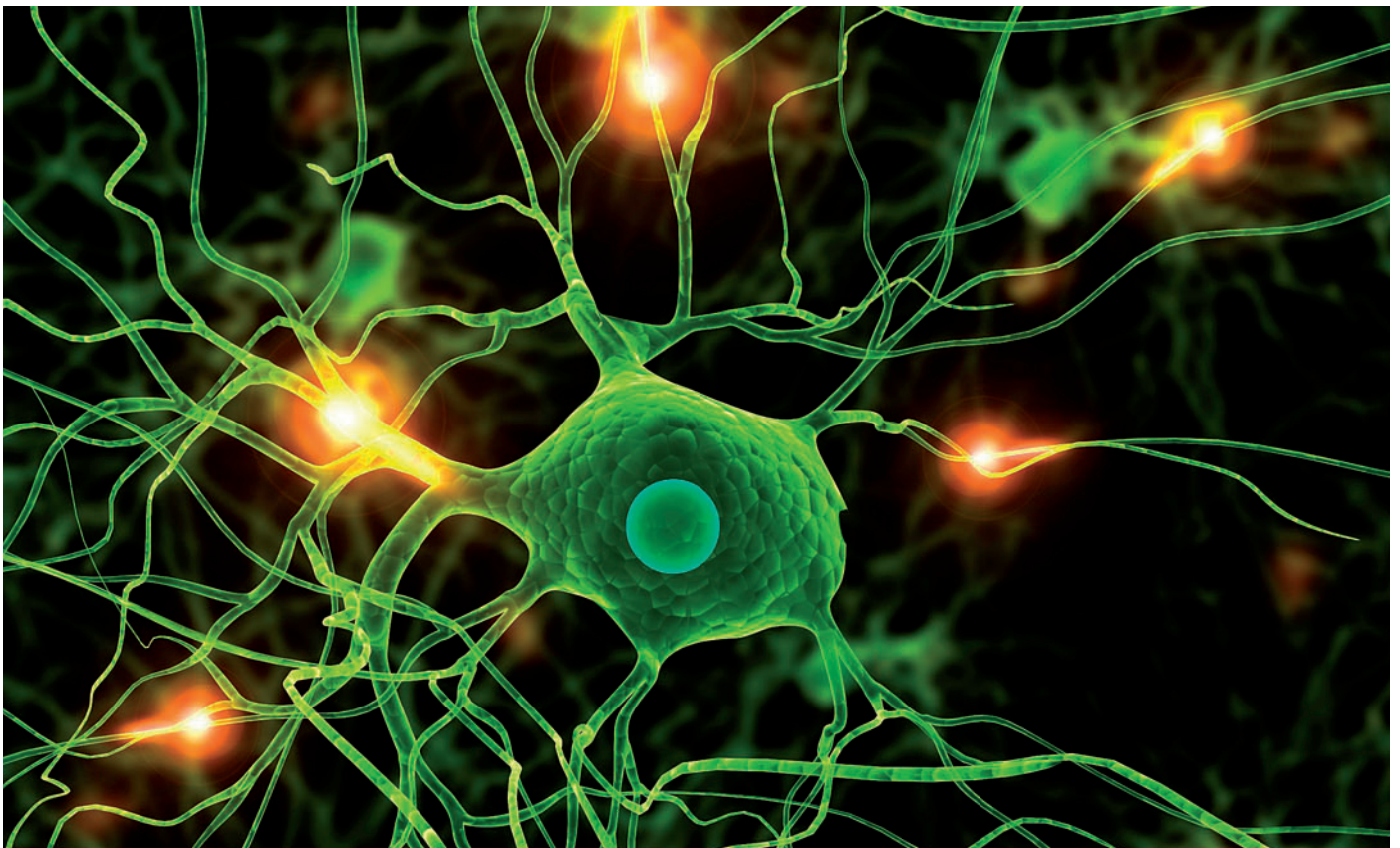
Bai haurretan, bai helduetan, garuna malgua eta plastikoa dela frogatzen dute emaitza horiek guztiek. Horregatik, aurreko teoria pesimista faltsua da; nerbio-sistema genetikoki programatuta dago, eta modu sinkronizatu batean garatzen da, baina aldaketarako izugarritzko ahalmena du garunak. Nahiz eta gaztetan plastikotasun neuronala handiagoa izan, adin guztietan aldatu eta moldatu daiteke. Oraingo ikuspuntua askoz itxaropentsuagoa da; garun plastikoa dugu.

PLASTIKOTASUN NEURONALEAN PARTE HARTZEN DUTEN MEKANISMO NAGUSIAK

Garuna nola moldatzen eta berrantolatzen den ulertzeko, hiru puntu nagusi aztertu behar ditugu: lehenik, garunaren plastikotasunaren mekanismo neuronalak; bigarrenik, plastikotasunean parte hartzen duten neurotransmisore-sistemak; eta hirugarrenik, plastikotasuna mantentzeko eta eteteko faktoreak.

Plastikotasun neuronalari esker, neuronen adarrak (dendritak eta axoiak) hazi egiten dira, eta, ondorioz, neuronen arteko komunikazioa errazten da: kontaktu sinaptiko gehiago eta sentikortasun handiko hartzai-leak sortzen dira. Aldaketa hori fisikoa eta funtzionala da; hau da, garunaren morfologia berrantolatu egiten da, egoera patologikora moldatzeko eta galdutako funtzioa berreskuratzeko.

Komunikazioa martxan jartzeko, hots, neuronen arteko konexioak izateko, neurotransmisoreak beharrezkoak dira. Neurotransmisoreak dira sinapsietan jariatzen di-



Neuronen adarrak hazi egiten dira, konexio berriak sortzeko. Hori da garunaren plastikotasunaren mekanismo nagusia. ARG.: ©SEBASTIAN KAULITZKI/123RF.



ren mezulari kimikoak, eta nerbio-bulkada zelulaz zelula garraiatzea ahalbidetzen dute. Plastikotasun neuronalean parte hartzen duten neurotransmisore-sistema nagusiak honako hauek dira: N-metil-D-aspartato sistema (NMDA) eta sistema gabergikoa (GABA). NMDA sistemak glutamato neurotransmisoreare erabiltzen du, eta neuronak kitzikatzen ditu. GABA sistemak, berriz, inhibitzaile gisa funtzionatzen du. Plastikotasun anatomikoarekin batera, neurotransmisoreen sintesia eta jariatze-prozesua aldatzen da, eta seinale kimiko gehiago sortzen dira sinapsietan. Horregatik, aldatu egiten da neuronen egoera (kitzikapen- edo inhibizio-maila).

Azkenik, hainbat faktorek parte hartzen dute plastikotasun neuronala mantentzeko, erregulatzeko eta bukatzeko zereginen; faktore neurotrofikoak dira. Neuronak bizirik irautea ahalbidetzen dute faktore horiek; neuronen heriotza saihesten dute, eta neuronen garapenean eta funtzionamenduan oso garrantzitsuak dira. Faktore neurotrofiko-koko familia ugari daude, bakoitza neuronen multzo jakin batentzat. Plastikotasun neuronalean neurotrofinak dira garrantzitsuenak. Aipatzekoak dira NFG neurotrofina, Neurotrofina 3 (NT3) eta BDNFa.

LESIO BATEN ONDOREN GERTATZEN DIREN ALDAKETAK

Orain badakigu. Garuna adin guztietan aldatu eta moldatu daiteke, baita lesio bat gertatzen denean ere. Beraz, hobetzeko (eta sendatzeko) aukerak badaude. Sendatze-maila hainbat faktoreen araberakoa da: kaltetutako area zein den, ehunaren kantidadea zenbatekoa den, tratamendu medikoaren bizkortasuna, errehabilitazio-programak eta inguruneke beste ezaugarri batzuk dira faktore nagusiak.

Lesio baten ondoren, nerbio-ehunak bizkor erantzuten du, lesioaren ondoren sortutako edema eta ehun nekrotikoa kentzeko, eta odol-hodi berriak sortzeko. Horrela, area iskemikoa irriga daiteke, eta ondorioz, oxigenoa eta elikagaiak kaltetutako areara hel daitezke. Hasierako erantzun bizkor horren ondoren, beste mekanismo batzuk jartzen dira martxan. Ondorengo errekupeazioa plastikotasun neuronalari esker gertatzen da. Mekanismo plastikoak bizkorak edo berantiarak izan daitezke. Bizkor agertzen den plastikotasunak garun-azalean aldake-



Entrenamendu kognitiboak garunaren anatomia eta jarduera alda ditzake. Hori oso lagungarria da lesio baten ondoren garunaren jarduera hobetzeko eta gaitasun kognitiboak berreskuratzeko. ARG.: ©ISTOCKPHOTO.COM/BLACKRED.

tak sorrarazten ditu, eta jarduera gutxiko sinapsiak aktibatzean datza. Errehabilitazio-ariketek prozesu horretan laguntzen dute, entrenamenduak sinapsi horiek pizten baititu. Beranduago agertzen den plastikotasunak aldaketa iraunkorrak sorrarazten ditu garun-azalean, eta lehenago azaldu ditugun mekanismoek parte hartzen dute: dendrita eta axoien hazkundeak, sinapsiak suspertzeak, neurotransmisoreen sintesiak eta faktore neurotrofikoak, besteak beste.

PLASTIKOTASUN EGOKIA ETA DESEGOKIA: SEGIMENDUAREN GARRANTZIA

Esan dugun bezala, hainbat mekanismo jartzen dira martxan lesioari erantzuteko, egoera berrira moldatzeko. Horren ondorioz, garuna berrantolatu egiten da, eta zenbait garun-area aldatzen dira galdutako funtzioez arduratzeko. Plastikotasun neuronalarari esker gertatutako aldaketak neuroanatomikoak, neurokimikoak eta funtzionalak dira. Kasu batzuetan, aldaketak egokiak dira, eta garunaren funtzionamendua hobetzen dute; honako hau plastikotasun fisiologikoa da. Beste kasu batzuetan, ordea, plastikotasuna patologikoa da, eta hainbat kalte eta oztopo sortzen ditu. Horregatik, oso garrantzitsua da neuronen arteko konexioak —plastikotasunari esker sortutako si-

napsiak— funtzio jakin bat egiteko egokiak izatea, konexio desegokiak konexio eza baino txarragoak baitira. Bestetik, pazienteek zenbait estrategia eta erantzun garatzen dituzte galera konpentsatzeko, eta, orduan, galdutako funtzioak alde batera uzten dituzte askotan. Saihestu egin behar da prozesu hori, modu horretan ez delako ezer konpontzen. Hori guztia ikusita, argi dago tratamendu fisioterapeutiko goiztiarra funtsezkoa dela patroio patologikoak ez garatzeko. Axoien eta dendriten hazkundera ondo gidatu behar da sinapsi egokiak eta funtzionalak sortzeko.

PLASTIKOTASUNA GIDATZEKO ESTRATEGIAK

Esan dugun bezala, garunaren aldaketak ondo gidatu behar dira lagungarriak izateko; galdutako funtzioak berreskuratzeko, alegia. Horregatik, terapeutek aldaketa fisiologikoak bultzatzea eta aldaketa patologikoak saihestea dute helburu. Entrenamenduari esker, garuna egokiro aldatu eta moldatu daiteke, eta, horrela, leheneratzea azkarrago egin daiteke. Zenbait estrategia erabil daiteke garunaren plastikotasuna modulatzeko.

Ingurune aberatsa: ingurunea oso faktore indartsua da. Giro aberats batean zentzumenen estimulazioa handiagoa da; esti-



mulazioa sentsoriala, motorra eta kognitiboa izan daiteke. Izan ere, giro aberats batean hazten diren arratoiek (kutxa handiak, labirintoak, eskailerak, beste arratoi batzuk...) garun-azal handiagoa dute, baita neuronen arteko sinapsi gehiago ere. Esan daiteke inguruneak garunaren morfologia alda dezakeela. Beraz, terapeutek ingurune-faktorea erabil dezakete erreminta terapeutiko gisa.

Errehabilitazioa: ariketa fisikoaren bidez plastikotasun neuronalak estimula daiteke. Ikerketek ondorioztatu dute mugimendu jakin bat denbora luzez errepikatu ondoren, mugimendu honi dagozkion garun-areak handiagotu egiten direla. Ariketa programatuek efektu modulatzailerak izan dezakete, galdutako funtzio motorra berreskuratzeko ariketak errepikatuz. Errepikapenak neuronen arteko konexioak sorrarazten ditu azal motorrean, eta funtzio gabeko sinapsiak berpizten ditu.

Teknika fisikoak, estimulazio magnetikoa (TMS): frekuentzia baxuko estimulu magnetikoak mesedegarriak omen dira azal

motorrean. Estimulu horiek neuronak kitzikatzen dituzte, eta, ondorioz, garunak duen ikasteko gaitasuna hobetzen dute. Dirudenez, ondorengo entrenamendua eraginkorragoa da.

Farmakologia: zenbait medikamentu terapia fisikoan eta errehabilitazioan lagundu dezakete. Adibidez, anfetaminak erabiltzen dira plastikotasuna bultzatzeko. Bestetik, mekanismo plastikoak inhibitzen dituzten botikak saihestu behar dira, bentzodiazepinak eta antikonbultsiboak, besteak beste. Gainera, faktore neurotrofiko endogenoen kopurua urria denean, faktore neurotrofiko sintetikoak terapeutikoak izan daitezke. NGF faktorearen (Nerbio Hazkuntza Faktorea) erabilera proposatu da kalte-tutako neuronak berreskuratzeko eta neuronen adarren hazkuntza bultzatzeko.

Azkenik, garuna berrantolatze makromolekula berriak beharrezkoak dira, hala nola proteinak, glikoproteinak eta glikolipidoak. Beraz, zenbait aitzindari sintetiko lagungarriak izan daitezke: azido orotikoa, gangliosidoak edo esteroideoak, esaterako.

PLASTIKOTASUN NEURONALA: ERREMINTA TERAPEUTIKOA

Nahiz eta neurozientzian emandako aurre-rapausoek garunari buruzko gero eta informazio gehiago eskaini (garunaren funtzionamenduari eta moldatze-prozesuari buruz), oraindik ere asko dago jakiteke. Garunaren potentzialtasunaren zati txiki bat besterik ez dugu ezagutzen eta aprobetxatzen. Plastikotasun neuronalak ikuspuntu berria eskaini digu; garuna ez da estatikoa, malgua baizik, eta moldatzeko gaitasun hori baliatu dezakegu. Garunaren plastikotasunak gidatzen dituen mekanismo neurokimikoak eta aldaketa neuroanatomikoak ezagutu ahala, estrategia terapeutiko berriak eta eraginkorrak garatu ahaliko ditugu. Lesio baten ondoren, ahalik eta faktore gehien aprobetxatu behar dira galdutako funtzioak berreskuratzeko, eta, ondorioz, minusbaliotasuna minimizatze. Plastikotasunean parte hartzen duten faktore guztiak kontuan hartzen saiatu beharko lukete fisioterapeutek: ingurune aberatsa, errehabilitazio-ariketak eta medikamentuak, besteak beste. ●

BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, F.: "Plasticidad cerebral", in *Med IMSS*, 41(1) (2003), 55-64.
- BERGRADO ROSADO, J.A.; ALMAGUER MELIÁN, J.: "Mecanismos celulares de la neuroplasticidad", in *Neurol*, 31 (2000), 1074-95.
- BOYESON, M.G.; BACH-Y-RITA, P.: "Determinants of brain plasticity", in *J Neurorehabil*, 3 (1989), 35-57.
- CHEN, R.; COHEN, L.G.; HALLETT, M.: "Nervous system reorganization following injury", in *Neuroscience*, 111 (2002), 761-3.
- COTMAN, C.W.; NIETO-SAMPEDRO, M.: "Cell biology of synaptic plasticity", in *Science*, 225(4668) (1984 Sep 21), 1287-94.
- CRISOSTOMO, E.A.; DUNCAN, P.W.; PROPST, M.A.; DAWSON, D.B.; DAVIS, J.N.: "Evidence that amphetamine with physical therapy promotes recovery of motor function in stroke patients", in *Ann Neurol*, 23 (1988), 94-97.
- DEDEU MARTÍNEZ, F.; RODRÍGUEZ, P.; BROWN, M.: "Algunas consideraciones sobre neuroplasticidad y enfermedad cerebrovascular", in *Geroinfo. Rnps.*, Vol. 3 (2008), nº 2.
- GALABURDA, A.M.: "Introduction to special issue: Developmental plasticity and recovery of function", in *Neuropsychologia*, 28 (1990), 515-516.
- GOLDSTEIN, L.B.: "Effects of amphetamines and small related molecules on recovery after stroke in animals and man", in *Neuropharmacology*, 39 (2000), 852-859.
- HERNÁNDEZ-MUELA, S.; MULAS, F.; MATTOS, L.: "Plasticidad neuronal funcional", in *Rev Neurol*, 38 (SUPL 1) (2004), S58-S68.
- JOHNSTON, M.V.: "Plasticity in the developing brain: implications for rehabilitation", in *Dev Disabil Res Rev*, 15(2) (2009), 94-101.
- LEE, R.G.; DONKELAAR, P.: "Mechanism underlying functional recovery following stroke" in *Can J Neurol Sci*, 22 (1995), 257-263.
- MEDOZA, E.: "Recuperación de la función: influencias terapéuticas", in *Rev. de Psicol. Gral y Aplic*, 47 (3) (1994), 301-311.
- PORTAERA A.: "Cajal y el cerebro plástico", in *Rev Esp Patol*, Vol 35, nº 4 (2002), 367-372.
- ROSENZWEIG, M.R.; BENNETT, E.L.: "Psychophysiology of plasticity: effects of training and experience on brain and behaviour", in *Behav Brain Res*, 78 (1996), 57-65.
- SIEBNER, H.R.; TORMOS, J.M.; CEBALLOS-BAUMANN, A.O.; AUER, C.; CATALA, M.D.; CONRAD, B. ET AL.: "Low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation of the motor cortex in writer's cramp", in *Neurology*, 52(3) (1999), 529-37.
- WALL, P.D.; EGGER, M.D.: "Formation of new connections in adult rat brains after partial deafferentation", in *Nature*, 232 (1971), 542-545.
- YURELIS, M.S.: "La neuroplasticidad como base biológica de la rehabilitación cognitiva", in *Geroinfo. Rnps.* 2110, Vol. 2 (2007), nº 1.
- ZIEMANN, U.; MUELLBACHER, W.; HALLETT, M.; COHEN, L.G.: "Modulation of practice-dependent plasticity, in human motor cortex", in *Brain*, 124 (2001), 1171-81.



GORENAK
EUSKAL HERRIKO
SAGARDO GORENAK
SIDRAS SELECTAS
DEL PAIS VASCO

EUSKAL HERRIKO SAGARDO GORENAK

SAGARDOEN EUSKAL SELEKZIOA



HAUEK IZAN DIRA AUKERATUAUK.
PROBARIK GOGORRENAK GAINDITU DITUZTELAKO.
KALITATE ETA PROFESIONALITASUNEAN NAGUSI DIRELAKO.
HORREGATIK DARAMATE SAGARDOEN EUSKAL SELEKZIOAREN TXAPEL BELTZA.

JOSE F. ROJAS DOK.
Astronomoa. Planeten Zientzien Taldea. EHU.



GIZAKIA

Ilargian eta Marten

2010eko otsailean, Obama presidentek NASAREN Constellation programa bertan behera utzi zuen, eta, horren eraginez, jendearen ahotan dago berriz ere programa hori. Izan ere, Constellation programaren helburu nagusia AEBko astronautak berriro Ilargira bidaltzea zen. NASAREN tripulaziodun hegaldien programa goitik behera ebaluatu zuen presidentziako batzorde batek, eta hark egindako azterketan argi geratu zen Constellation programarako urtez urteko aurrekontuak ez zuela bat egiten beharrezko kopururekin, eta horrek kostuak izugarri handitzea eragiten zuela. Eskura zeuden funtsak beste misio batzuetarako erabiltzea gomendatu zion batzordeak presidenteari, gizaki bat Marten jartzeko azken helburua lortzeko.

Astronautak gure satelitera bidaltzea oso garestia izan da beti, eta arrazoi hori izan zen, hain zuzen ere, Apollo programa amaitu aurretik eteteko arrazoi nagusia. Merezi al du astronautak bidaltzea, oso robot sofistikatuak bidaltzea askoz merkeagoa bada? Azken batean, robotek ez dute zertan Lurrera itzuli.

Egin behar diren lan askotarako nahikoa da ibilgailu robotizatu bat bidaltzea, eta, hori ari dira egiten azkenaldian. Hala ere, lan jakin batzuetarako (laginak edo kokalekuak hautatzea, adibidez) ezinbestekoa da han dagoen gizaki trebatu baten erabakia, Apollo programan argi ikusi zenez. Horrenbestez, helburu egokia da aztertu beharreko tokian astronauta bat jartzea. Nortzuk dute hori egiteko interesa? Hori egiteko prestatzen ari diren herrialdeen zerrenda zabaltzen ari da. AEBko espazio-agentziak gain (NASA) —Clementine, Lunar Prospector, LRO eta LCROSS misioak ditu abian—, Europako agentziak (ESA) motor ionikoak dituen SMART-1 zunda bidali du, eta lur hartzeko modulu automatikoa prestatzen ari da, Ilargiaren hego polotik gertu lurreratuko dena. Japoniako espazio-agentziak (JAXA) Ilargi izugarria erakutsi zigun Kaguya zundak jasotako argazkien bidez, eta Ilargiaren azalean ibiliko den robot humanoidea bidaltzeko prestaketa-lanetan ari da (niri Mazinger-Z gogorarazten dit robotak). Errusia izan zen Ilargiaren azalean ibilgailu mugikor bat jartzen lehena (Lunokhod-1), eta, gaur egun, zorupeko laginak hartzeko misioa prestatzen ari da. India, berriz, Chandrayaan-1 ilargi-misioak izan zuen arrakastaren ondoren, misioak prestatzen ari da

Errusiarekin batera. Azkenik, Txinak Chang'e-2 misioa bidali zuen Ilargira 2010ean. Txina da bere baliabide propioekin astronautak espaziora bidali dituen hirugarren herrialdea (ibilaldi espazialak ere egin dituzte astronautek), eta mundu-mailan buru izateko nahia agertu dute. Horregatik, astronauta bat Ilargira bidaltzeko duen programa espaziala garatzeko hautagai sendoa da Txina.

Helburua ospe teknologikoa lortzea bada, ordea, urrunagoko helburuetara jo behar da; izan ere, Ilargian dagoeneko badago barra eta izardun bandera. Hori dela eta, askok beste helburu bat dute: Marte. Ilargiko abentura oso garestia bada, Martekoa zer esanik ez. Horregatik, herrialdeen arteko kolaborazio-proiektuak sortu dira, misio espazialak planeta gorriara bidaltzearen kostuak denen artean banatzeko. Hala ere, zunda automatikoak bidaltzea da asmoa, tripulaziorik ez dutenak.

Astronautak Martera bidaltzea Ilargira bidaltzea baino askoz konplikatuagoa eta arriskugarriagoa da. Izan ere, erronka teknologiko handiei egin behar diete aurre abentura horretan. Hasteko, bidaia hartu behar da kontuan. Ohiko propulsiatzailerekin (errekuntza kimikokoak), ezinbes-



Astronautak Martera

*bidaltzea Ilargira bidaltzea
baino askoz konplikatuagoa
eta arriskugarriagoa da.*

tekoa da energia minimoko ibilbidea erabiltzea, Hohmann orbita deritzona, ontzia eraman beharko lukeen erregai-kantitatea ahal beste murrizteko. Baina ibilbideak luzeak dira, une jakinetan bakarrik erabil daitezke (jaurtiketa-leihoak), eta ibilbide horiek egiteko behar den denbora luzea da: ia 9 hilabete behar dira Martera heltzeko. Gainera, ezinbestekoa da bertan hiru hilabete egin ondoren itzultzea, eta etxera itzultzeko beste 9 hilabete behar dira. Bidaia luzea da, ibilbidea aldatzeko aukerarik ematen ez duena, eta horrek ez du misioa oso erakargarri egiten; are gehiago, bidaia-erantzako tokia autobus baten barrualdearen tamainakoa dela jakinda. Bidaia-arte-ko liskarrak saihestezinak izango lirateke halako toki mugatu batean.

Propulzio-sistema berriagoak aztertzen ari dira zientzialariak, eta horietan etorkizun handiena dutenetako bat VASIMR izeneko motor ioniko berezia da. Hala ere, eragozpen handi bat du: zenbait erreaktore nuklear behar ditu energia-iturri gisa. Erreaktore horiek astunak dira, eta haien pisua oztopo handia izango litzaiteke ibilgailu hipotetikoarentzat. Motorraren abantailak murriztu egiten ditu, nahiz eta alde onak kontuan hartzekoak diren: ibilbide energetikoagoak egin ditzake (laburragoak, iraupen aldetik), eta

misioa bertan behera utzi eta etxera behar baino lehenago itzultzeko aukera ematen du (169 egunetan itzuli daiteke).

Gainera, ibilbide espazialean, jaitsiera-eta igoera-faseetan eta Marteren gainazaleko egonaldian dauden arriskuak ere kontuan hartu behar dira: motorretan edo bizi-euskarriko sistemetan gerta daitezkeen matxurak (airea, ura, tenperatura, bizitokiaren edo espazio-jantziaren presioa, elikagaiak), larrialdi medikoak, gainazalean gertatutako istripuak, aire-, ur- edo erregai-ihesak eta etengabeko erradiazioa (Martek ez du magnetosfera babeslerik). Abentura arriskutsua, zalan-tzarik gabe.

Eta, zertarako? Zer arrazoi daude abentura horri ekiteko?

Arrazoirik oinarritzkoena zientziaren jatorrian dagoen bera da: gehiago jakitea. Gure ondoko planetaren kasuan, inplikazioa berehalakoa da, badakigulako ura

duela: litekeena da noizbait han bizia egon izana, eta, hala gertatu balitz, agian orain ere bizia dago Marten (bakterioen antzeko izakietan pentsatu behar dugu, ez martzianoetan).

Horrez gain, dagoeneko aipatu dugun ospe teknologikoa ere kontuan hartzekoa da; alegia, halako erronka bati arrakastaz aurre egitea, teknologia berri ugari probatuz, eta hori guztia argazki batean laburbildua: lur harritsu gorrixkan finkatutako bandera, astronauta bat alboan duela.

Anbizio handiagoko helburuak proposatzea, Ilargian edo Marten kolonia iraunkorrak jartzea, adibidez, guraria besterik ez da gaur egun. Ilargiaren hego politik gertu ur-kantitate handia eta Marteko zorupen izotza aurkitu izanak koloniaren autohornikuntza erraztuko luke; bestelako elementu interesgarriak izateak ere lagunduko luke —adibidez, He³. Ilargiaren kasuan—. Baina ez da logikoa baliabideen ustiapen komertzialean pentsatzea, ustiapenaren kostua izugarria baita.

Hala ere, gizakia gizaki denetik, ahal bezain urrunen hedatu da beti, beharrak eta curiositateak bultzatuta. Orain aurrean duguna, beraz, eskailera horren beste maila bat besterik ez da. ●



ARG.: NASA.

PERSPEKTIBA

perfekzioaren etsaia

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Marmolezko piezak banan-banan zizelkatuta eta jarrita eraiki zuten Partenoia. 13.400 bloke inguru ziren. Adituen arabera, maketa batzuk egin behar izan zituzten eta kalkulu matematiko luze eta zehatz asko, pieza bakoitzari forma egokia emateko. Egia esan, eraikuntza garrantzitsu guztietan egin behar izaten da hori, baina Partenoian lan bereziki zaila izan zen, *trompe l'oeil* handi bat delako; efektu optiko batek ematen zion itxura perfektua, garaiko grekoek perfektutzat jotzen zuen estetikaren arabera, behintzat.

Partenoia diseinu simple baten itxura du; angelu zuzenetan oinarritua dirudi. Laukizuzen-itxurako oinarria du, eta, begi hutsez, badirudi lerro zuzenekin eraikita dagoela oinarri horren gainean. Itxuraz, blokeak tokiz alda daitezke: zutabe guztiak berdina direla ematen du, eta zutabe bateko bloke bat ondoko zutabearen parte izan daitekeela dirudi. Baina zehaztasun handiz neurtuz gero, argi geratzen da hori ez dela egia.

Ustezko lerro zuzen horizontalak kurba ganbilak dira, eta ustezko zuzen bertikalak barrurantz okertutako kurbak dira. Bi kasuetan, oso kurbatura txikia dute; adibidez, frontearen zutabeen kurbatura 1,5 kilometro inguruko erradioa duen zirkunferentzia bati dagokio. Kontuan hartu behar da, gainera, kurbatura hori 10,4 metroko zutabeei aplikatu zietela.

Partenoia puzzle handi bat da, milaka piezakoa, argibiderik gabekoa, pieza asko falta dituen eta desordenatua. Eta piezak marmolezko bloke oso pisuak dira.

Proporzio hori detektaezina da begi hutsez, eta zirkunferentzia bera marrazterik ez zuten izan grekoek. Trikimailu matematikoak erabiltzen zituzten, ordea, zutabearen bloke bakoitzaren forma kalku-

latzeko. Bloketik bloke ez zegoen alde handirik, baina bloke guztiak ezberdinak dira, eta arkitektoek ile baten tamainaren zehaztasuna lortzen zuten bloke bat ondokoarekin mihiztatzean.

Zaharberritzaileek diote bloke guztiak elkarrekiko ezberdinak direla; bakoitzak posizio bakarra izan dezake. XX. mendearen hasieran egindako zaharberritze-lanetan blokeak tokiz aldatu zituzten, eta sekulako kaltea eragin zioten egiturari. Horregatik, gaur egungo zaharberritze-lanentzat, Partenoia puzzle handi bat da, milaka piezakoa, argibiderik gabekoa, pieza asko falta dituen eta desordenatua. Eta piezak marmolezko bloke oso pisuak dira.

PERIKLESEN OPAROTASUNA

Eraiki zutenentzat ere puzzle bat izan zen, baina blokeak hasieratik eginda. Ez dakigu nola egin zuten; jakina da, ordea, Kalikrates eta Iktinos arkitektoen lantaldeak bederatzi urte baino gutxiagoan eraiki zutela, Kristo aurreko V. mendean.

Periklesen agintaldiko obra handia da: Periklesek persiarren aurkako gerra bat irabazi ondoren gobernatu zuen Atenas.

Gerra irabazi arren, hiria suntsituta zegoen, baina bazuen diru-iturri handi bat; gerra ostean 200 hiri-estatu baino gehiago batu ziren, Delosko Konfederazioan elkar babestu ahal izateko. Atenasek diru asko zuen —eta gizonak eta itsasontziak—, konfederazioaren babes militarren arduradun nagusia zelako. Antzinako Greziako garai emankorrena izan zen; Atenas berreraiki egin zuen Periklesek, eta zientzia eta artea sustatu zituen. Eta hiriaren konpontze-lanak bideratu ondoren, Akropoliaren txanda izan zen, tenpluz betetako muino sakratua. Han, Partenoia eraiki zuten.

Demokrazia sortu berria zegoen; Akropolis berreraiki behar ote zen, bozkatuz erabaki zuten. Eta Partenoian eraikuntzaren kostua harritan zizelkatuta utzi zuten Akropolian, herriak ikus zezan. Zilarrezko 469 talentu gastatu zituzten, aditu batzuen arabera gaur egungo 100 milioi dolarrekin alderatu daitekeen zenbateko bat.

Partenoiaaren kostua idatzita iritsi zaigu, baina ez dago eraikinaren planoen arrastorik. Adituak zuzen badaude ere, hau da, kalkulu matematikoak eta maketak erabili bazituzten ere, ez dute XXI. mendera arte iraun. Eta gaur egungo zaharberritzaileak dira datuen falta horren biktimak. Erori gabe irauten duen Partenoiaaren zatiaren berreskuratze-lanek 30 urte gainditu dituzte, eta, oraindik, luze joko du lanak, gainera.

Agian, ez da egongo asko luzatzeko aukerarik, erori gabe gertzen den zatia erortzeko arrisku bizian baitago. Zorionez, Partenoia eraikitzeke erabili zituzten irizpide

estetikoak garaiko beste eraikin batzuetan ere azaltzen dira, eta, horri esker, lana erraztu da. Naxos uharteko Demeter tenplua aztertuta, adibidez, Partenoiaaren eraikin-metodo batzuk ulertu zituzten adituek.

Garaiko estetikak agintzen zuen eraikin-metodo horietan. Lerro zuzenek, perspektibaren eraginez,

lerro okertuen itxura hartzen dute. Eder-tasunaren irizpide klasikoaren kontra jotzen duen efektua da. Antzinako grekoek lerro zuzenak ikusi nahi zituzten tenplu horietan, eta horretarako, lerro okertu hutsez eraiki behar zituzten. Paradoxa handia da, baina Kalikrates eta Iktinos arkitektoek bazituzten matematika eta ingeniari-tza aurreratuak horri aurre egiteko. ●



IRUDIA: GUILLERMO ROA



GAGARI

Mikrobusa jaurtiketa-plataformarantz zihoan. Barruan dozena-erdi pertsona. Haietako bi buzo laranja eta kasko zuria jantzita. Koheteari begira zeuden. Goizeko lehen argi-izpiak kohe-tearen punta distiratsuan islatzen ziren. Faro erraldoi bat zirudien.

Laranja jantzitakoak Juri Gagarin eta German Titov ziren. Aurreko gauean goiz oheratu ziren, plataformatik kilometro pare batera zegoen etxola batean. Baina ez zuten lo egiterik lortu. Ez zioten inori esan, misioan parte hartu gabe gelditzeko beldurrez. Denbora asko zeramaten hartarako prestatzen, eta ez zuten aukera hura nolanahi galduko.

Diseinatzaileburuak ere ez zuen lorik egin gau osoan. Gagarinek eta Titovek etxolaren inguruan bueltaka sumatu zuten. Diseinatzaileburuarentzat ere egun handia zen. Bera zen misio haren aita. Lau urte lehenago Sputnik-ekin lortutako arrakastari esker, bere ametsa betetzeko aukera zuen orain: pertsona bat espazio-ra bidaltzea.

Diseinatzaileburuaren benetako izena sekretua zen. Misio guztia bezala. Bi urte lehenago hasi zen dena. 1959ko urrian, hainbat pilotu gazteri entrebista misterioz batzuket egin zitzaizkien. Pilotuek ez zekiten zertarako; hegazkin-mota berri-

ren bat probatzeko hautaketa egiten ari zirela susmatzen zuten. Era guztietako galderak egiten zizkieten, hasi hegaldi-esperientziatik, eta sobietar idealekin zuten konpromiso-mailara. 1960ko hasieran, aukeratutako 20 pilotuk agindua jaso zuten beren unitateak utzi eta destino berri batera joateko. Han entrenamendu berezia jasoko zuten, eta proba gogorak pasatu beharko zituzten.

➔ *“Pozik nago espazioan izango den lehen gizakia izateaz, ama naturarekiko norgehiagoka aurrekaririk gabeko honetan”.*

Urtebeteren buruan, 20 haietatik 6 aukeratu zituzten. Eta, azken probetan, Gagarin gelditu zen lehen postuan; 1,57 m-ko gazte argi eta langilea, familia umilekoa. Titov bigarrena izan zen.

1961eko apirilaren 12an, biak zeuden mikrobus hartan. Gagarin lehen pilotua, Titov ordezkoa. Egun hartan, umore onez zeuden denak. Ez zen txiste eta bromarik falta. Baina tentsioa ere nabaria zen. Plataformara iritsi ziren. Gagarinek agur-hitz batzuket esan zituen. “Pozik nago espazioan izango den lehen gizakia izateaz, ama naturarekiko norgehiagoka aurrekaririk gabeko honetan”. Ki-deak besarkatu, eta igogailuan sartu zen, kohetearen muturrean zegoen Vostok-1 espazio-ontzira igotzeko.

Goian, ingeniari-talde bat zuen zain, Gagarin kapsulako aulkian behar bezala jarri eta atea ongi ixteko. Azken finean, Gagarin bidaiari hutsa izango zen. Izan ere, ez zekiten grabitaterik gabeko kondizioetan giza garunak eta zentzumenek nola erantzungo zuten. Eta espazio-ontziaren kontrolak ere blokeatuta zeuden Gagarinentzat. Gutun-azal batean sartutako larrialdi-kode batekin soilik desblokeatu ahal izango zituen. Baina, azken unean, atea 30 torlojurekin itxi baino lehen, ingeniarietako batek esan zion: “Juri, kodea 1-2-5 da”. Eta Gagarinek, irrifarrez: “Bada-ki, Kamanin-ek esan dit lehen”.

Bi orduren buruan, jaurtiketarako dena prest zegoela jakinarazi zion kontroletik diseinatzaileburuak: “Zarya Kedr-i deika. Atzerako kontaketa hastera doa”. “Jasota. Ongi nago, animoz bikain, abiatzeko prest”. Motorren burrunba entzun zuen Gagarinek, eta kohetea dar-dar batean sentitu zuen. “Poiejaly! (goazen!)” egin zuen oihu irrattira.

Gagarinen pisua 5 aldiz handiago egin zen. “Ongi sentitzen naiz, G indarra eta bibrazioak handitzen ari dira, baina ongi daramat. Lurra ikus dezaket, mendiak, elurra, basoak...”, komunikatu zuen abiatu eta segundo gutxira.



NEN BIDAIA

IRUDIAK: MANU ORTEGA

10 minutura orbitan sartu zen Vostok-1. Gagarin liluraturik zegoen leihatilatik begira. Lurra modu hartan ikusteko aukera zuen lehenengoa zen. “Lurra ederra da”, esango zuen geroago. Baina denbora gutxiz gozatuko zuen paisaia hartaz; gaue-rantz zihoan ziztu bizian.

Helburua orbita oso bat egitea zen. Ordu eta hiru laurdeneko bidaia izango zen. Pazifikoa gauez zeharkatzen ari zela, bere sentipenak koaderno batean idazten hasi zen. Ez zirudien grabitaterik gabe arazo handirik zegoenik oinarritzko jardueretarako. Jan eta edan egin zuen, eta liluraturik begiratu zien urak airean sortzen zituen globuluei.

Hego Amerika zeharkatu eta Afrikarantz zihoan. Bere amarengan pentsatu zuen; nola erreakzionatuko ote zuen berria jakitean. Izan ere, mundu guztiak bezala, Gagarinen amak ere ez zekien ezer misio hari buruz. Jaurtiketaren egunera arte sekretupean gorde baitzen.

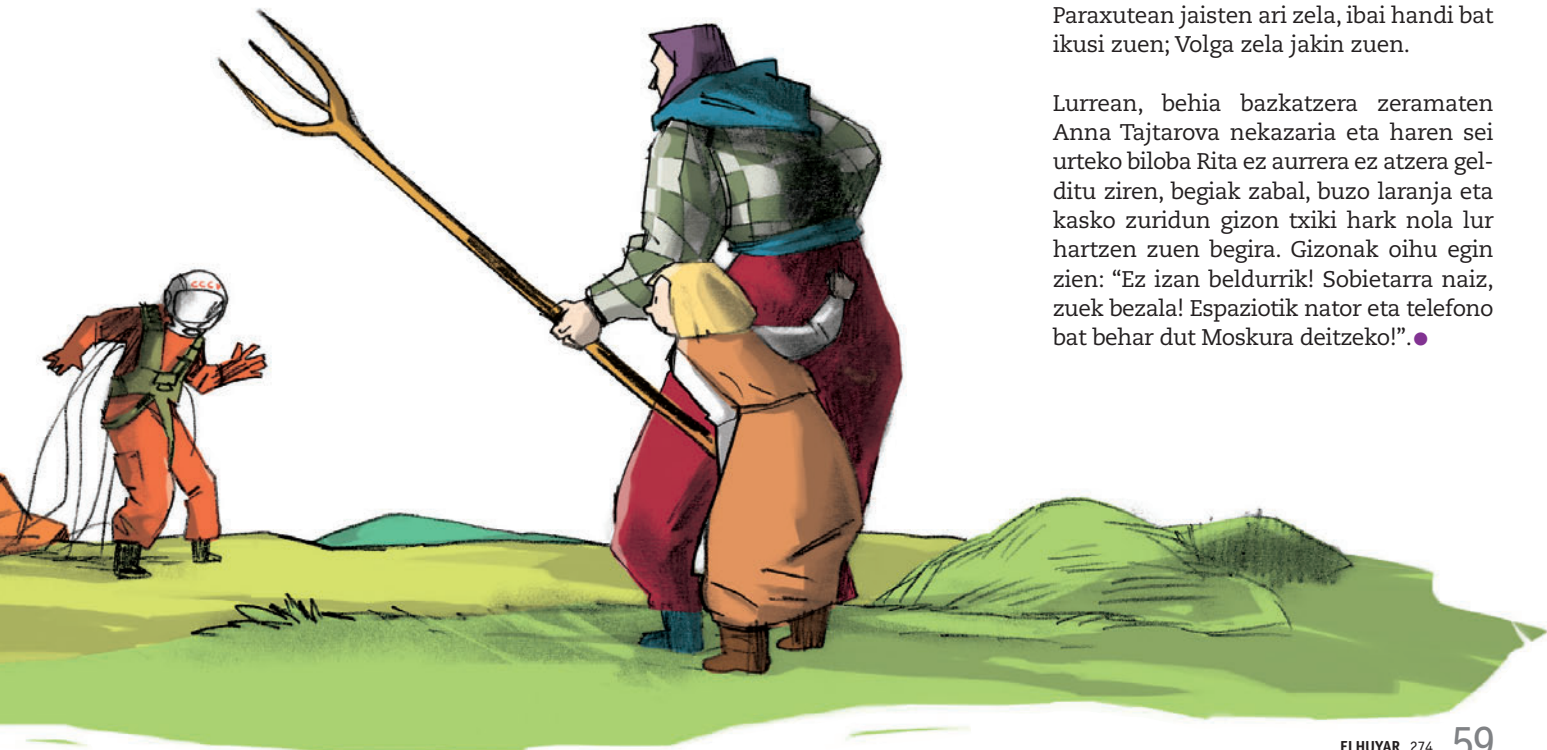
Afrikaren gainean zegoela, Vostok-1 espazio-ontziaren motorrak piztu ziren, balaztatzeko. Abiadura galdutakoan, Lurrerantz erortzen hasi zen. Puntu horretan, kapsulak zerbitzu-modulutik banandu behar zuen, baina kable batzuk ez ziren askatu, eta bi moduluak loturik gelditu ziren. Eta, atmosferan sartzen hasi zenean, espazio-ontzia biraka hasi zen ziztu bizian.

Kabinako grabagailuan gelditu ziren une hartako bizipenak jasota: “Ontzia kaotikoki biraka ari da. Kanpoaldeko geruzasutan dago. Kanpoko tenperatura izugarria da. G indarra 10ekoa da. Gris ikusten dut... Suspertu naiz, eta dena argi ikusten dut berriz”. Lurrera ez zuen halakorik komunikatu, ordea; dena ongi zihoala esan zuen.

Zorionez, bi moduluak lotzen zituzten kableak erre egin ziren, eta Gagarinen kapsula libre gelditu zen azkenik. Kapsulak erortzen jarraitu zuen. Kanpoan ia 3.000 °C; barruan 20 °C. Eta, 7.000 metroko altueran zegoenean, kapsulak Gagarin jaurti zuen.

Paraxutean jaisten ari zela, ibai handi bat ikusi zuen; Volga zela jakin zuen.

Lurrean, behia bazkatzera zeramaten Anna Tajtarova nekazaria eta haren sei urteko biloba Rita ez aurrera ez atzera gelditu ziren, begiak zabal, buzo laranja eta kasko zuridun gizon txiki hark nola lur hartzen zuen begira. Gizonak oihu egin zien: “Ez izan beldurrik! Sobietarra naiz, zuek bezala! Espaziotik nator eta telefono bat behar dut Moskura deitzeko!” ●



Medikuntza alternatiboa aztergai

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Herri anglosaxoietan, Halloween gauean umeak etxez etxe joaten dira gozoki eske. Beren buruak aurkezteko “Trick or treat” esaldia erabiltzen dute, alegia, maltzurkeria bat egingo dute —trick—, etxeok gozokiak emateko tratua ez badute egiten —treat—. Liburu honen izenburua esaldi horrekin egindako hitz-jokoa da “Trick or treatment”. Medikuntza alternatiboaren edo osagarriaren esparruan, iruzurbidea (maltzurkeria) ala sendabidea (tratamendua) den nagusi aztertzen da.

Lehen kapituluari saio kliniko bat zer den, nola egiten den ikerketa on bat eta emaitzak nola interpretatu behar diren azaltzen dute. Irakurlearentzat, medikuntzaren ikerketa baloratzeko gida moduko bat da, irizpide argi batzuk.

Funtsean, medikuntza alternatiboan indar handia duten lau terapia aztertzen dira: akupuntura, homeopatia, kiropaxia eta sendabelarren medikuntza.

Terapia horiek kapitulu bana dute, egitura berberak denak. Lehenik, terapiaren jatorria zein den eta zertarako erabiltzen den kontatzen da. Eta, gero, zer ikerketa egin diren terapia horren gainean, nolakoak diren eta zer balio duten.

Ia kasu guztietan, ondorioa da terapia horiek ez direla eraginkorrak tratatu beharrekoa tratatzeko; hau da, plazebo-efektuak ekartzen duena baino onura handiagorik ez dutela ekartzen terapia horiek.

Oso azterketa hotza eta sistematikoa egiten dute egileek kasu bakoitzean, eta xehetasun handietaraino jaitsita. Oro har, ez dute aldeko edo kontrako jarrera hartzen; aurkezten dituzten datuen ebidentzia da, azken batean, irakurleen iritzia alde batera edo bestera eramaten duena.

i

Sendabide ala iruzurbide

Edzard Ernst
eta Simon Singh

Elhuyar Edizioak

325 x 130 mm

ISBN: 978-84-92457-54-0

Jatorrizko izenburua:
Trick or Treatment



Hala ere, salbuespen bat dago: terapia kiropraktikoan. Kasu gutxi batzuk izan dira non terapiak heriotzak eragin dituen. Kiropraxian, batzuetan, oso mugimendu bortitzak erabiltzen dira, eta hildako gutxi batzuk izan dira teknika lepoan aplikatu ondoren. Oso kasu gutxitan izan dira heriotzak, baina egileen arabera, terapia horrekin arriskuan jartzen ari zara zeure burua, trukean onurarik eskuratu gabe.

Hain zuzen, egileetako bat, Edzard Ernst, kiropraktikoa da. Eta liburu honetan parte hartu izana barrutik egindako gogoeta baten ondorioa da. Une bat iritsi zen, zeinetan bere buruari galdetu zion egiten ari zen jardura profesionalak benetako oinarri zientifikoa ote zuen.

Beste egilea, Simon Singh, zientzia-gaietan espezializatutako idazle bat da. *The Guardian* egunkarirako kiropraxiari buruzko zutabe bat idatzi zuen, iruzurgile batzuk zirela esanez. Kiropaxia Elkarte Britainiarrak auzitara eraman zuen. Polemika handia sortu zen kontu horrekin. Herri-mugimendu bat sortu zen kiropraxiaren kontra, eta, luzarora, kiropraxiaren elkar-teak bertan behera utzi zuen salaketa.

Hain zuzen ere, *The Guardian*eko zutabea izan zen liburu honen abiapuntua. ●

SATORRAK

dani fano

ILARGIAN

TXERNOBILGO ISTRIPUAREN ONDORIOAK
GUTXITZEN LAN EGINDAKOEI ЛИКВИДАТОРЫ,
"LIKIDATZAILEAK", DEITU ZIETEN. HAIETATIK
60.000 INGURU HIL ZIREN, ETA BESTE 165.000
MINUSBALIATUAK DIRA ORAIN.

DOMINA BANA EMAN ZIETEN...





Ilargiaren efemerideak

- 2** 08:47an, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena). 406.657 km.
- 3** 14:32an, Ilberria.
- 7** 11:27an, konjuntzio geozentrikoan Pleiadeekin, $1,9^\circ$ -ra.
- 9** 12:47an, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 11** Gubxieneko librazioa longitudean ($l = -7,65^\circ$). 12:06an, Ilgora.
- 16** Gehienezko librazioa latitudean ($b = 6,60^\circ$).
- 17** 03:17an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin $8,1^\circ$ -ra.
- 05:38an, perigeotik pasatuko da. (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 358.101 km.

- 18** 02:44an, Ilbetea. Perigeotik hurbil egongo denez, marea biziak eragin ditzake.
- 22** 01:05ean, goranzko nodotik pasatuko da.
- 23** Gehienezko librazioa longitudean ($l = 7,22^\circ$).
- 25** 02:48an, Ilbehera.
- 29** Gubxieneko librazioa latitudean ($b = -6,67^\circ$). 16:03an, apogeotik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena). 406.045 km.
- 30** 16:54an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrekin.

apirila 2011

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	

Beste efemeride batzuk

- 1** Ostirala. Eguedian, 2.455.653. egun juliotarra hasiko da; Kristo aurreko 4713ko urtarrilaren 1eko eguerditik igaro diren egunak dira horiek. Kalkulu astronomikoak errazago egiteko erabiltzen da datu hori. XVII. mendeko eruditur frantses batek, Joseph Justus Scaliger-ek, zehaztu zuen data hori, garai hartako hiru ziklorik garrantzitsuenek bat egiten zutelako: 28 urteko eguzki-zikloa, 19 urteko ilargi-zikloa eta erromatar zergen 15 urteko zikloa, "erromatar indikzio" deiturikoa.
- 4** 04:56an, Lurra Eguzkitik unitate astronomiko batera pasatuko da zehazki: 149.597.870,691 km.
- 16** 12:00etan, denboraren ekuazioa zero izango da.
- 19** Eguzkia, itxuraz, Aries konstelazioan sartuko da ($28,98^\circ$).
- 20** Astrologiaren arabera, Eguzkia Taurusen sartuko da (30°).
- 22** Lirida izeneko izar iheskorren maximoa, 23:00ak aldera. Apirilaren 16tik 25era izango dira aktibo.
- 24** Pazko-igandea. Pazko-eguna, gaur egun ere, 325. urtean Nizeako Kontzilioan hartutako erabaki batek zehazten du: "Pazko-igandea da martxoaren 21ean edo handik berehala izaten den Ilbetearen ondorengo igandea". Martxoaren 22tik apirilaren 25era izan daiteke.

Planetak

Ikusgaiak

Goizez: Artizarra eta Saturno.
Arratsalde: Saturno.
Gauetz: Saturno.

Merkurio

Behoko konjuntzioan egongo da hilaren 9an; haren magnitude ahula eta goizeko horizontearen gainean ekliptikak duen inklinazioa direla eta, hilaren amaierara arte ezin izango dugu ikusi. 01 h-ko igoera zuzena. $+12^\circ$ eta $+03^\circ$ bitarteko deklinazioa. Hil osoan Piscisen egongo da. Magnitudea 1,6tik 0,9ra aldatuko zaio.

Artizarra

Planeta honi behatzeko azken egunak izango ditugu. Itxuraz Eguzkiaren posizioa hurbilduko da. Hala ere, bat egingo dute hurbilketa horek eta ekliptikaren igoerak, eta, beraz, hilabete osoan ikusi ahal izango dugu, Eguzkia atera baino 40 minutu lehenago, garaiera bertsuan. 22 h eta 0 h bitarteko

igoera zuzena. -10° eta $+03^\circ$ bitarteko deklinazioa. Aquarius-en hasiko du hila, ondoren Piscisera igaroko da eta Cetusen amaituko du. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, $-4,0$ tik $-3,9$ ra.

Hilaren 30ean, Ilberitik gertu ikusi ahal izango dugu.

Marte

Ezin izango zaio behatu hil honetan ere. Hortaz, hurrengo urteko maiatzera arte (goizez) ez dugu ikusiko. 24 eta 01h bitarteko igoera zuzena. 00° eta $+07^\circ$ bitarteko deklinazioa. Hil osoa Piscisen emango du, hilaren 11n eta 13an izan ezik, egun horietan Cetus-en iparraldean egongo baita. Magnitudea $-1,4$ tik $1,5$ era jaitsiko zaio.

Jupiter

Ezin izango diogu behatu hil honetan. Eguzkiarekin konjuntzioan hilaren 6an. Hilaren 30ean, Eguzkia baino ordu eta erdi lehenago soilik aterako da. 20 h-ko igoera

Zerua

2011ko apirilaren 15eko
06:30ekoa



Mendebaldea

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 2an, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa; 3,3ra iritsiko da haren magnitudea. Hileko gainerako minimoak 5ean, 8an, 11n, 14an, 17an, 19an, 22an, 25ean eta 28an izango dira. Izar aldakor gisa identifikatutako lehen izarretako bat izan zen Algol. Maximoan, 2,1eko distira du; beraz, erraz ikusiko da begi hutsez hirietako erdipurdiko zeruetan ere. Horrela, errazagoa da izarri jarraipena egitea. Haren distira-aldaketa egiaztatzeko, hurbileko Almach (Gamma Andromeda) izararekin erka daiteke; 2,1eko magnitudearekin, egonkorra da Almach.

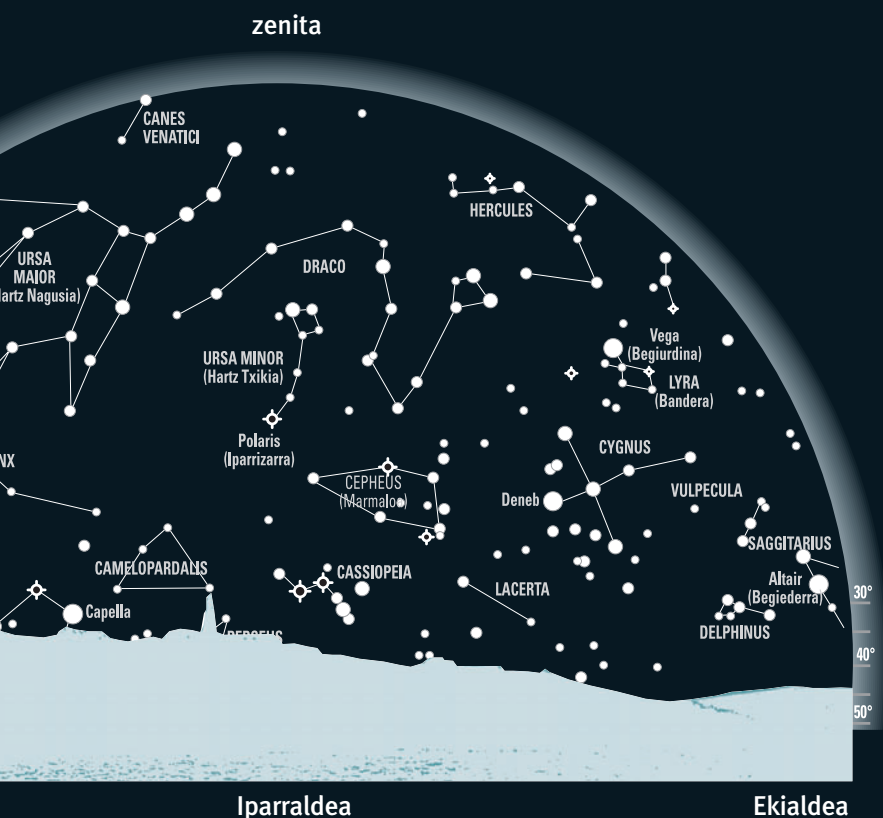
Hilaren 5ean, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 11n, 16an, 21ean eta 27an izango dira beste maximoak.

Hilaren 6an, Eta Aquilae zefeida-motako izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 7,177 egunean behin. Hilaren 11n, 18an eta 25ean izango dira beste maximoak.

Teleskopioarekin:

Hilaren 2an, asteburu osoan, kondizio ezin hobeak egongo dira Messier Maratoia egiteko. Maratoi horretan, gau batean Messierren Katalogoko ahalik eta objektu gehienei behatu behar zaio tresna batekin.

Hil osoan, Saturnori behatu ahal izango diogu. Oposizioan egongo denez, ezingo dugu eratzunen gaineko itzala ikusi; satellite garrantzitsuenak, ordea, ikusgai egongo dira: Titan (8,3ko magnitudea), Rhea (9,7), Tethys (10,2), Dioné (10,3) eta Encelade (11,7).



zuzena. +05° eta +07° bitarteko deklinazioa. Hil osoan Piscisen egongo da. -2,0ko magnitudeari eutsiko dio.

Saturno

Hilaren 3an oposizioan izango da. Alegia, Saturno, Lurra eta Eguzkia lerrotuta egongo dira, eta, beraz, Eguzkia sartzen denean aterako da Saturno, eta hura ateratzen denean sartuko da. Saturnoren distira zero magnitudeetik gertu egongo da, eta haren eratzunek 8,7°-ko inklinazioa izango dute. Ezin izango dugu planetaren itzala eratzunen gainean, haren atzean egongo delako. Saturnoren hurrengo oposizioa 2012ko apirilaren 15ean izango da. 13 h-ko igoera zuzena. -03°-ko deklinazioa. Hil osoan Virgin izango da. 0,3tik 0,5era jaitsiko zaio magnitudea.

Hilaren 17an, Ilbetearen ondoan izango da.

Hilaren 5ean, 20:46an, Titan elongaziorik handienez planetatik mendebaldera.

Hilaren 13an, 22:33an, Titan elongaziorik handienez planetatik ekialdera.

Hilaren 21ean, 18:11n, Titan elongaziorik handienez planetatik mendebaldera.

Hilaren 29an, 20:06an, Titan elongaziorik handienez planetatik ekialdera.

Urano

Ezin izango diogu behatu hil honetan. 00 h-ko igoera zuzena. 00°-ko deklinazioa. Piscisen egongo da, eta 5,9ko magnitudea izango du.

Neptuno

Ezin izango diogu behatu hil honetan. 22 h-ko igoera zuzena. -12°-ko deklinazioa. Hil osoan Aquariusen. Magnitudeak gora egingo du pixka bat, 8,0tik 7,9ra.

* Gehitu bi ordu denbora ofiziala kalkulatzeko.

Minaz eta plazeraz



Mina eta plazera estu lotutako bi sentsazio dira. Biak dira beharrezkoak, ezinbestekoak, bizirik irauteko. Garuneko zirkuitu berberak partekatzen dituzte; nerbio beretatik transmititzen dira. Txanponaren bi aldeak dirudite. Baina, adituen ustean, irudipen hori ez da zuzena. Minaz eta plazeraz dakitena kontatu digute sendagile batek, neurologo batek eta psikologo batek. ARG.: © YANIK CHAUVIN/123RF.



Sylvia Earle

Itsasoak eta itsas bizidunak eta ekosistemak aztertzen jardun du 50 urtez. Denbora-tarte horretan, bertatik bertara bizi izan ditu gizakiak arduragabekeriak eta ezjakintasunak ozeanoetan egin dituen hondamendiak. Planetaren bihotz urdintzat jotzen ditu ozeanoak. Eta Sylviari bihotza apurtzen dio guretzat funtsezkoa den zerbait zenbateraino kaltetu dezakegun ikusteak. ARG.: INIGO URIZ/ARGAZKI PRESS.

Argitaratzailea:

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



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

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

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

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

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

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

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Leyre Echeazarra, Dani Fano, Igor Leturia, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Jose F. Rojas.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: © Tykhyi/123RF

Diseinua eta maketa: Virginia Larrarte

Inprimatzailea: mccgraphics Danona

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

Harpidetzak: Izaskun Etxebeste, 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 iritzien erantzukizunik ez du derrigor bere gain hartzen.

Aldizkariari diruz lagundu dioten erakundeak eta enpresak:



**EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO**

KULTURA SAILA



GIPUZKOA
zurekin, aurrera ➤

KULTURA ETA EUSKARA
DEPARTAMENTUA



**BFA
DFB**
Bizkaiko Foru
Aldundia
Diputación
Foral de Bizkaia

mcc graphics DANONA Koop. Elk.; ULMA Fundazioa;
DOILAN TEGIA Koop. Elk.; LAGUN-ARO SERVICIOS Koop. Elk.;
ORONA Koop. Elk.

ZIENTZIA UDALEKUAK 2011



Izan ausarta: eman
izena, eta bizi uda
zirrargarri bat!

Aurtengo udan,
zientziaz blai!

Abentura, esperimentuak, natura,
ur-jolasak, irteerak...

Aprobetxatu eta gozatu udaz,
gozatu zientziaz.

Izen-emateak

<http://udalekuak.elhuyar.org>

Izena emateko epea
apirilaren 4tik 15era

Informazio gehiago

<http://udalekuak.elhuyar.org>

tel.: 943 36 30 40 (Ordutegia: 9.00-14.00)

12-14
urte

14-16
urte



ZIENTZIA
ELHUYAR
KOMUNITASUNA



HEZKUNTZA, UNIBERTSITATE
ETA IKERKETA SAILA
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN



Ez dago arrazoi bakarra