

273
2011ko martxoa

ELHUYAR

zientzia eta teknologia

4,50
euro



zientziaren
ELHUYAR
komunikazioa

Elkarrizketa:

Ada Yonath

Kimikako Nobel sariduna

Neandertalak

gugandik ez hain desberdinak

Rapa Nui-n

munduaren zilborreko
kobazuloetan

**KIMIKAREN IRUDI
PUBLIKOA** mahai-ingurua



Elkargokide izateak bere saria du

Elkargo bateko kide bazara, **% 25eko deskontua**
izango duzu *Elhuyar Zientzia eta Teknologia* aldizkariaren
harpidetza-sarian*.



Euskal Autonomia Erkidegoko
elkargo hauekin dugu
lankidetzat-hitzarmena:

- Arabako Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Bizkaiko Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Bizkaiko Odontologo eta Estomatologo Elkargo Ofiziala
- Euskadiko Biologo Elkargo Ofiziala
- Euskadiko Fisioterapeuten Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Industri Ingeniarien Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Odontologo eta Estomatologo Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Peritu eta Industri Injineru Teknikoen Elkargo Ofiziala
- Gipuzkoako Sendagileen Elkargo Ofiziala

“Pozoinen jauntxo izatetik materiaren bitxigileak izatera pasatu gara” 37

“Kimikariok gure aztergaia sortu egin dezakegu” 38

“Ez dut uste hezkuntzaren indarra publizitatearena baino handiagoa izango denik inoiz” 39

“Neandertalak gizakiak ziren, baina gu bezain gizaki?” 45



“Gardetasun handiagoa dagoen herrietan zientzia-jarduera gehiago dago” 54

“Bada erlazio sendo bat zisteina aminoazidoaren eta Ingalaterrako hiriburuaren hazkuntzaren artean” 56

Kimikaren urtea

Kimikaren Nazioarteko Urtean gaude. UNESCOk eta IUPACek bultzatutako izendapena izan da, besteak beste, helburu haxe lortzeko: kimika munduaren beharrei erantzuteko baliabide estimatua eta aintzat hartua izatea gizartean. Ez da nolanahiko helburua, ez baitira hauek kimikaren garai onenak, irudi publikoari erreparatzen badiogu behintzat.

Hain zuzen ere, kimikaren irudi publikoari buruz hitz egiten dute Donostiako Kimika Fakultateko hiru kimikarik zenbaki honetan. Eta, ñabardurak ñabardura, bat egiten dute hirurek kimikaren irudia txarra delako iritzian. Izan ere, *kimiko* adjektiboa peioratiboa da, eta toxikoaren, kaltegarriaren irudia du kimikak. Kimikak berak izan du zeresana horretan. Izan ere, materia eta ingurumena eraldatzeko gaitasun handia erdietsi dugu kimikaren bidez, baina baita kalte handia eragitekoa ere, ezjakintasunaren, istripuen, eta utzikariaren ondorioz. Bestetik, produktu eta bizi-estilo jakin batzuen saltzaileek ederki asmatu dute hori esplotatzen, euren "kimikarik gabekoak" oposizioz posizionatzeko. Eta gizarte ezin "mediatizatuago" honetan, indar handiz errotu da kimikaren txartasuna.

Hala ere, irudi publikoa txarra izanagatik, praxian ez diogu uko egiten kimikari. Batzuetan, baliatzen ari garen horren muinean kimika dagoela jakinda, eta, gehienetan, pentsatu ere egin gabe. Dikotomia eta kontraesan horretan bizi gara: *kimikatzat* jotzen dugun kimika kritikatu, eta *kimikatzat* hartzen ez dugun kimika goraipatu.

Bizitzeko aukera bat da, hala nahi duenarentzat. Baina ez da gure aukera, eta ez da aldizkari honetatik bultzatu nahi duguna. Dikotomia hausteko erantzuna hezkuntzak emango duela nabarmentzen dute mahai-inguruan parte hartu duten adituek: "zientzia, zientzia eta zientzia". Nik beste bat gehituko nuke: "kontzientzia, kontzientzia eta kontzientzia".

**Eider Carton Virto**

*Elhuyar Zientzia
eta Teknologia*
aldizkariaren
zuzendaria



26

Edukiak on line kontsumitzen

Internauta asko musika, bideoak eta abar *streaming* bidez kontsumitzen ari dira, edo on line zerbitzuen bidez partekatzen. Joera horrek, luzera, erabiltzaileok ikus-entzunezko edukiaren gaineko kontrola galtzea ekar dezake.

Ada Yonath

Egiten ari zen lana alferrikakoa zela entzun zuen hainbatetan Ada Yonath. Azterketak egiteko ere, ordura arte inoiz erabili ez ziren bakterio estremofiloak erabili zituen. Zailtasunak zailtasun, aurrera egin, eta, azkenean, lortu zuen erribosomen egitura zehaztea.

28





KIMIKAREN IRUDI PUBLIKOA

kimikarien begietatik ikusita

Gaurko gizartean, *kimiko* adjektiboa peioratiboa da, baina kimikak konfiantza eta mesfidantza, biak ala biak eragiten ditu publikoarengan. Irudi horri buruzko gogoeta egin dute EHUKo hiru kimikarik: Jesus Mari Aizpurua, Marian Iriarte eta Unai Ugalde. 2011. urtea Kimikaren Nazioarteko Urtea izendatu dute, eta kimikariak kezkatuta daude haien esparruak nolako irudia ote duen publikoaren aurrean.

32

Neandertalak, gugandik ez hain desberdinak

Azkenaldian egindako ikerketei esker, gero eta hobeto ezagutzen ditugu neandertalak, eta horrek haien gaineko ikuspegia aldatzea ekarri du. Hain zuzen ere, uste zuten baino aurreratuagoak, garatuagoak eta sofistikuagoak zirela frogatzen ari dira ikertzaileak.



42

49 Rapa Nui-ko kobazuloetan

Bilboko Alfonso Antxia Espeleologi Zientzien Elkarteko kideak Rapa Nui uharteko tutu bolkanikoetan lanean aritu dira lau urtez. 10 km-ko lur azpiko topografia egiteaz gain, kobetako aztarnak, bizidunak eta abar aztertu dituzte.



aurkibidea]

4 **FLASHA**
Fotocam 2010,
eta Máté-ren inurriak

8 **ALBISTEAK**

20 **MUNDU IKUSGARRIA**
Mundu ikusgarriak ESOTik

26 **MUNDU DIGITALA**
Edukiak on line kontsumitzen:
erabiltzaileon kontrolaren galera

28 **ELKARRIZKETA**
Ada Yonath

32 **KIMIKAREN**
IRUDI PUBLIKOA
kimikarien begietatik ikusita

42 **Neandertalak,**
gugandik ez hain desberdinak

49 **GAI LIBREAN**
Rapa Nui-n, munduaren
zilborreko kobazuloetan
N. IRAZABAL

ANALISIA

54 **Zientzia eta demokrazia**
JUAN IGNACIO PÉREZ IGLESIAS

56 **GOGOETAN**
Zisteina, ardi-jana

58 **ISTORIOAK**
Dmitri Mendeleev,
elementuen iragarlea

60 **LIBURUTEGIA**
Dinosaurioak aurkitzeko premia

61 **UMORE GRAFIKOA**
Satorrak Ilargian

62 **ASTRONOMIA**

64 **HURRENGO ZENBAKIAN**



Fotocam 2010, eta Máté-ren inurriak

Bence Máté argazkilari hungariarrak orduak eta orduak eman zituen Costa Ricako oihan tropikal batean inurriei argazkiak ateratzeko. Baina argazkirik ederrenetako bat basora sartu beharrik izan gabe lortu zuen: etxeko lorategian aurkitu zuen hosto eta petalo koloretsuak garraiatzen ari zen inurri-karabana, putzu baten ondotik pasatzen.

Sari mordo irabazten ari da Máté. Abenduko aldizkariako flashean ezagutu genuen, inurrien beste argazki ikusgarri batekin. Environment Wildlife Photographer of the Year 2010 saria irabazi zuen harekin, eta "The caravan" honekin Fotocam 2010 lehiaketa irabazi du orain.

Lehiaketa horretan saria jaso duten beste bi argazkilari Urtzi Vera



orozkorra eta José Manuel Grandío
irundarra izan dira. Landarediaren
kategoriako irabazle izan da Vera,
Gorbeia Parke Naturalean
kukuprakeri ateratako argazkiarekin.
Eta, Grandíok, berriz, paisaiaren
kategorian irabazi du saria, Islandiako
Bruar ibaiarekin.



Kukuprakak Gorbeiaiko Parke Naturalean. Landaredia kategoriako irabazlea. Arg.: Urtzi Vera.



Bruar ibaia, Islandia. Paisaien kategoriako irabazlea. Arg.: José Manuel Grandío.

- 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



Talentua erakartzeko, Talent House

Martxoan inauguratuko dute Donostian kanpoko ikertzaileentzat eraikitako egoitza

Martxoaren 7an inauguratuko dute Talent House egoitza, Donostiako Aiete auzoan, Kontxako badia aurrez aurre duela, goi-mailako ikertzaileentzat egindako eraikina. Donostiako Sustapenak jarri du martxan ekimena, Donostia ikertzaileentzat erakargarri bihurtzeko. “Goi-mailako ikertzaileak Donostiako ikerketa-zentroetara erakartzeko helburuaren zati bat da Talent House”, azaldu du Donostiako Sustapeneko gerente Eukene Sesek.

Egoitza hutsa baino gehiago, ikertzaileei harrera osoa eskainiko diete Talent Housen. Ikertzaileek bakarrik edo beren bikote eta seme-alabekin etortzeko aukera izango dute. Horrenbestez, ikertzaileen bikoteei lana bilatzen lagunduko diete, seme-alabei hezkuntza-sisteman sartzen, hiriko erroldan izena ematen, edo “baita donostiarrentzat hutsalak izan daitezkeen hainbat kontutan ere, hala nola garraio-bonua ateratzen”, dio Sesek.

Kanpotik datozen ikertzaileentzat egoitzak aurkitzeko zailtasunak izaten dituztela adierazi zioten Donostiako udalari ikerketa-zentroek. Eta behar hori handituz joan da azkeneko hamarkadan, nabarmen egin baitu gora Donostian I+G+B ekintzetan diharduen zentro-kopuruak. Honela azaldu du Sesek: “Gogoan dut horrelako ekimenen bat sortu beharra zegoela aipatu zuen

lehenengo pertsona Pedro Miguel Etxenike izan zela, DIPCri lotuta”. 2000. urtean izan zen hori. “Orduan dozena erdi zentro baino gutxiago zeuden Donostian. Orain, berriz, 24 ikerketa-zentro eta -sail inguru daude, eta pertsona asko etorri dira hona ikerketak egitera”.

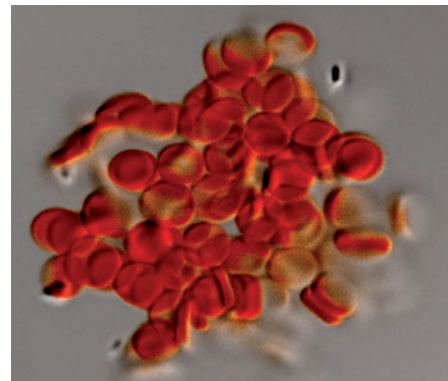
Hasiera batean, 80 ikertzailearentzako lekua izango du Talent Housek. 80 apartamentu egongo dira; batzuk lagun bakarra bizitzeko, beste batzuk familia osoak biltzeko eta abar. Oro har, Donostiaz kanpoko ikertzaileei eskainiko zaie egoitza; hau da, “egunean egin beharko lituzketen joan-etorriak kontuan hartuta, Donostian bertan bizitzea komeni zaien haiei. EAEkoak izan daitezke, baita Espainiakoak ere, baina, nire ustez, bereziki ikertzaile atzeritarrengan dago pentsatuta Talent House”, argitu du Sesek. Dagoeneko hogeita hamar eskaera jaso ditugu ikerketa-zentroetatik”, aipatu du Sustapeneko gerenteak.

Bestalde, askotariko alorretan ikertzen diharduten ikertzaileak bilduko dituela aprobetxatuz, ezagutza gizarteratzeko baliatuko dute Talent House. Hainbat formatutako dibulgazio- eta trebakuntza-ekintzak egitea aurreikusi dute, ikerketa-zentro, unibertsitate, enpresa eta bestelako erakundeekin eta egoitzako ikertzaileekin egiteko. ●

Odol artifiziala lortzeko pauso garrantzitsua eman dute

Odoleko globulu gorriak imitatzen dituzten partikulak egitea lortu dute Ipar Carolinako Unibertsitateko ikertzaileek. Odol artifiziala lortzeko bidean erronka handienetako bat izan da globulu gorrien parekoak lortzea, zelula horiek dituzten funtzioak eta ezaugarriak oso bereziak baitira, eta laborategian sortzeko zailak. Orain, baina, aurrerapauso handia eman dutela adierazi dute.

Horretarako, PRINT teknologia erabili dute. Teknologia horren bidez, aurrena moldeak sortu dituzte, eta gero hidrokelez bete dituzte. Horrela, globulu gorrien itxura, neurria eta malgutasuna duten hidrokelezko milaka partikula egin dituzte.



Globulu gorri sintetikoak. ARG.: T. MERKEL ETA J. DESIMONE/IPAR CAROLINAKO UNIB.

Saguetan egindako probetan ikusi dute partikula malguenak ia 100 ordu irauten dutela zirkulazioan, gorputzak kanporatu baino lehen. Globulu gorriek 120 eguneko bizialdia izaten dute, eta, malgutasuna galdu ahala, gorputzak desegin egiten ditu, barean. Orain arte egin dituzten saiakeretan, globulu gorrien imitazioek apenas irauten zuten ordu gutxi batzuk, zurruneziak baitziren. Oraingoek 30 aldiz gehiago irauten dute, eta, gainera, egiazko globulu gorriak bezala, barearen bitartez kanporatzen ditu gorputzak.

Oraindik ez dituzte probak egin ikusteko baliagarriak ote diren oxigenoa edo sendagaiak garraiatzeko, baina ikertzaileak baieztatu daude. Are gehiago: minbiziaren aurkako tratamenduan “bereziki erabilgarriak” izan daitezkeela uste dute. ●



Donostian kanpoko ikertzaileentzat eraikitako Talent House egoitza. ARG.: DONOSTIAKO SUSTAPENA.

TEKNOPOLIS

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 EDUCACIÓN,
UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN

EUSKO JAURLARITZA

INDUSTRIA, MERKATARITZA
ETA TURISMAO SAILA



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA,
COMERCIO Y TURISMO

ikerbasque
Basque Foundation for Science

MONDRAGON
UNIBERTSITATEA

aman ia zabal zazu
UPV - EHU

 **eitb**



zientziaren
ELHUYAR
komunitateak

Urrutiko eguzki-sistema bat aurkitu du Keplerrek

Kepler espazio-teleskopioak kaleratutako azken emaitzetan, exoplaneta izateko mila hautagai baino gehiagoren datuak eman ditu. Batzuk dagoeneko baieztatu dituzte, eta horietatik seik izar baten inguruan orbitatzen dute, hau da, eguzki-sistema bat osatzen dute.

Eguzki-sistema aurkitu berriaren izarra, Kepler-11, 2.000 argi-urtera

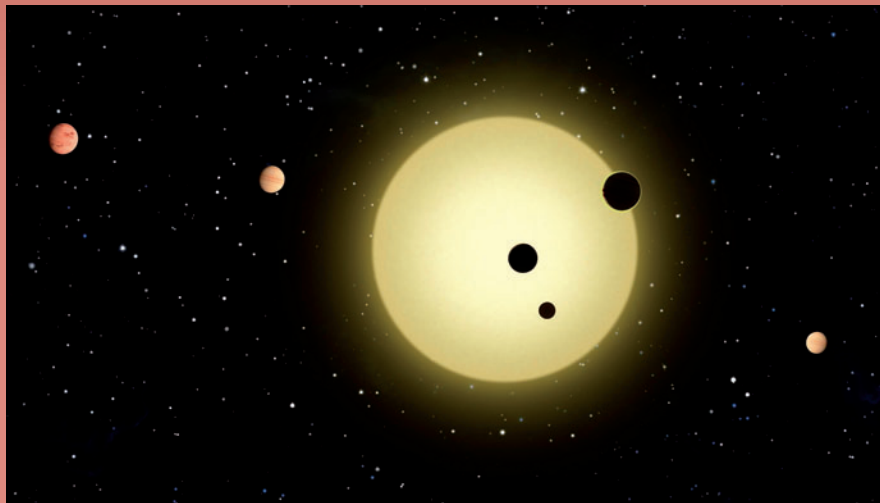
dago. Sei planeta horietatik bost merkurio gure Eguzkitik baino gertuago daude beren izarretik, eta seigarrena, berriz, distantzia horretara, gutxi gorabehera. Hortaz, tenperatura hain altuak dituztenez, ez dute bizia sortzeko edo hartzeko aukerarik.

Astronomoek planeta guztiak nahiko handiak direla nabarmendu dute.

Hain zuzen ere, sistemaren masa Lurrarenaren masa halako 10 da; gure eguzki-sisteman, berriz, Lurraren orbita baino 5 aldiz handiagoa den erradioaren barruan, sistemaren masa Lurrarenaren bikoitza baino ez da. “Ez genuen inolaz ere espero hain planeta handiak topatzea izar bakar baten inguruan hain hurbil orbitatzen”, adierazi du horren harira ikerketa-buruak, NASAren Ames ikerketa zentroko ikertzaile Jack Lissauerrek.

Are gehiago, Lissauerren esanean, 1995ean lehen exoplaneta aurkitu zenetik “gertakari handiena da” eguzki-sistema hori detektatu izana. Exoplaneta horiek aztertuta, planeten eraketari buruzko ondorio garrantzitsuak ateratzea espero dute ikertzaileek.

Baina Keplerrek, horiez gain, beste exoplaneta asko ere detektatu ditu. Kontuan izanda eguzki-sistemaren antzeko sistema bat, eta bereziki, Lurraren pareko exoplaneta bat topatzea dela astronomo askoren ametsa, orain badute non bilatu. ●



Aurkitu berri duten eguzki-sistemaren irudi artistikoa. ARG.: TIM PYLE/NASA.

Estrogenoak bularreko minbiziaren agresibitatea txikitzen duela aurkitu dute CIC bioGUNEn

Estrogenoak bularreko minbiziaren pronostikoa hobe lezakeela ikusi du CIC bioGUNeko ikertzaile-talde batek. Egingako lanean frogatu dute bularreko minbiziaren zelula amen kopurua txikitzeko gai dela estrogenoa. Horrek azaldu lezake kasu horietan tumoreek agresibitate txikiagoa izatea, eta, horrenbestez, pronostiko hobe izatea. *Breast Cancer Research and Treatment* aldizkarian argitaratu dute lana.

Minbiziaren kontrako tratamenduak tumore-masa txikitzeko diseinatuta egon ohi dira. Alegia, gai dira tumorearen zelula-masa gehiena hiltzeko, baina minbiziaren zelula amak erresistenteagoak dira ohiko tratamenduekiko, hala nola kimioterapia

eta erradioterapia. Horrenbestez, minbizia eraginkortasun handiagoz eta behin betiko sendatzeko, beharrezkoa da minbiziaren zelula amak ere deuseztatzeko moduak aurkitzea. Izan ere, azkeneko urteetan ikusi izan da minbiziaren zelula amak tumorearen agresibitatearekin lotuta daudela: zenbat eta handiagoa izan bularreko minbiziaren zelula amen proportzioa, orduan eta agresiboagoa da minbizia.

Estrogenoa hormona konplexua da; ezinbestekoa da bularra garatzeko eta behar bezala funtzionatzeko, baina, bestalde, minbizi-zelulak ugaltzea eragiten du, bularreko tumorea agertutakoan. Hala ere, ezer gutxi ezagutzen zen orain arte estrogenoak

tumorearen zelula abiarazleetan duen eraginari buruz.

CIC bioGUNen egingako ikerketan, hein batean, behintzat, argitu dute eragin hori. “Halakorik espero gabe, ikusi dugu estrogenoak bularreko zelula amen proportzioa txikitzen duela. Are gehiago, estrogenoaren hartzailea espresatzen duten tumoreak ez dira hain agresiboak; hobeki diferentziazatuta egoten dira, eta, hortaz, pronostiko hobe izaten dute —azaldu du María Vivanco ikerketa-taldeko buruak—. Agian horregatik izaten dute pronostiko hobe estrogenoaren hartzailea espresatzen duten tumoreak”. Beraz, haren ustez, “minbiziaren pronostikoaren primerako adierazlea” izan daiteke estrogenoaren hartzailea. ●

Astearteetan, 21:00etan

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

Hesteetako mikroorganismoek portaeran agintzen dute

Saguetan egindako ikerketa baten arabera, ausarta izatearen edo motelduta egotearen gakoa hesteetako mikroorganismoetan egon daiteke. Hori ondorioztatu dute Stockholmeko Karolinska Institutuko ikertzaileek.

Hesteetako floraren eta garunaren arteko erlazioaren lehen probak duela bost urte lortu zituzten. Hain zuzen, orduan frogatu zuten serotonina neurotransmisorearen ekoizpenean garrantzia duen gene baten jardueran eragiten dutela hesteetako mikroorganismoek.

Orain, hesteetan mikroorganismoek ez duten saguak eta sagu arruntak alderatu dituzte, bereziki portaerari eta garunaren jarduerari erreparatuz. Eta ikusi dute lehenak arruntak baino ausartagoak direla, eta antsietatea izateko joera txikiagoa dutela. Horrez gain, antsietatearekin erlazionatutako geneen jarduera txikiagoa da haietan, eta lehenago deuseztatzen dituzte antsietatearekin erlazionatutako neurotransmisoreak, hala nola noradrenalina eta dopamina.

Ikertzaileek beste xehetasun batzuk ere ikertu dituzte, eta, hala, jakin dute saguak jaio aurretik hasten dela hesteetako mikroorganismoen eragina. Azaldu dutenez, ernaldian, fetuaren garunaren garapenean eragiten duten molekulak jariatzen dituzte hesteetako mikroorganismoek.

Pertsonetan ere aztertzen ari dira garunaren eta hesteetako mikroorganismoen arteko erlazioa. Zenbait adituren ustez, ikerketa horien emaitzak oso interesgarriak izan daitezke buruko gaixotasunak tratatzeko bide berriak bilatzeko. ●

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



NORTEKO FERROKARRILLA

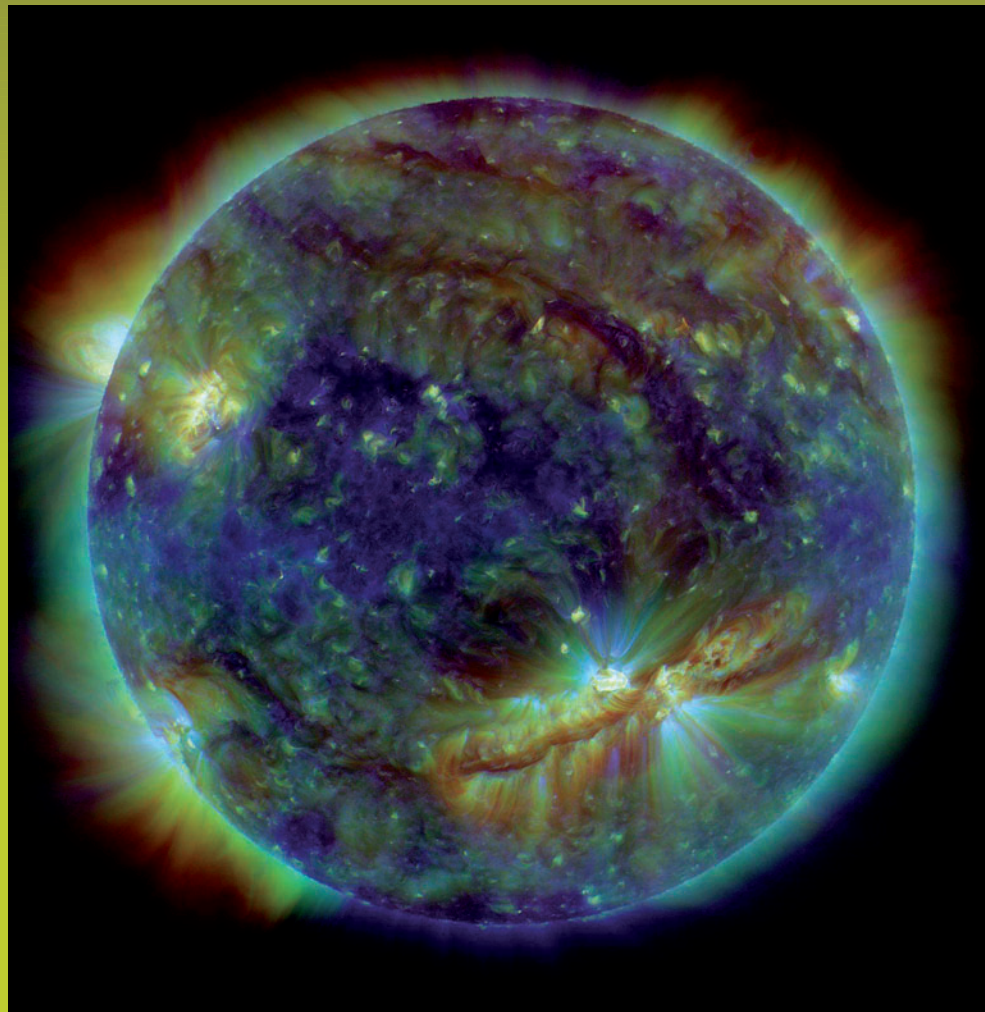
Eguzkiaren koroa zergatik berotzen den azaldu dute

Plasma-zorrotadek eragin lezakete koroa gainazala baino beroagoa izatea

Azalpen posible bat aurkitu diote Eguzkian aspalditik argitu gabe zegoen fenomeno bati: Eguzkiaren gainazaletik koroara dagoen tarte txikian, tenperatura izugarri igotzen da; koroan gainazalean baino berrehun aldiz handiagoa da, hain zuzen ere. Lockheed Martin Eguzki eta Astrofisika Laborategiko ikertzaile batzuek proposatu dute tenperatura-alde hori Eguzkiak tarteka igortzen dituen plasma-zorrotaden ondorio izan daitekeela. *Science* aldizkarian eman dute egindako ikerketaren berri.

Ez da lehenengo aldia esaten dela plasma-zorrotadak izan daitezkeela berotze bortitz horren eragile. Plasma-zorrotadez gain, beste azalpen posible batzuk ere proposatu izan dira fenomeno horrentzat; esate baterako, esan izan da Eguzkiaren barruko mugimendu bortitzen ondorioz eremu magnetikoan gertatzen diren gorabeherak eta asaldurek eragin dezaketela. Orain arte, ordea, ez dute modurik aurkitu proposatutako horiek probatzeko. Plasma-zorrotaden kasuan, adibidez, jotzen zen hotzegiak zirela koroan halako beroketa eragiteko. Hain zuzen, Eguzkiaren koroan milioi gradu gutxi batzuetakoa da tenperatura, eta, gainazalean, berriz, zenbait dozena mila gradukoa.

Orain, ikertzaileek puntako teknologia izan dute lagun. Hinode misio espazial



Berrehun aldiz handiagoa da tenperatura Eguzkiaren koroan gainazalean baino. ARG.: NASA.

japoniarrean eta NASAREN Eguzki Dinamikaren Behatokian (SDO) lortutako datuak erabili dituzte. Lehenengoak Eguzkiaren gainazaleko argazkiak egiten ditu uhin-luzera ikusgaietan, 150 kilometroko bereizmenarekin. Bigarrenak, berriz, 20.000 °C eta 1.000.000 °C arteko tenperaturak neur ditzake, argi ultramoreen tarteko zortzi uhin-luzeratan har baititzake irudiak.

Bada, lortutako datuetan ikusi dute plasma-zorrotadak koroarako bidean ehunka mila gradura arte berotzen direla. Zorrotaden maiztasuna eta intentsitatea kontuan hartuta, posible ikusten dute koroan neurtzen diren tenperaturak hartzeko behar den energia askatzea haietatik.

Hala ere, *Nature* aldizkariaren webgunean adierazi dute “ez direla esaten ari hori denik koroa

berotzen duen mekanismo bakarra”. Eta ez dakite nola sortzen diren plasma-zorrotadak, ezta nola berotzen diren ere. Susmoa dute horren atzean eremu magnetikoaren asaldurak egon daitezkeela, koroaren tenperatura handia azaltzeko proposatu izan diren asaldura horiek berak. ●

Omega-3aren gabezia eta depresioa lotzen dituzten aldaketak aurkitu dituzte garunean

Garuneko sistema endocannabinoideak ez du behar bezala funtzionatzen, dietan omega-3 gutxi dagoenean

EHUko eta Bordeleko hainbat zentrotako ikertzaileek egindako ikerketa batean, garunean omega-3 gantz-azidoak faltan izateak depresioari lotutako zer aldaketa eragiten dituen azaldu dute. Izan ere, aspalditik lotu izan dira omega-3aren gabezia eta depresio-arazoak, baina orain arte ez zen ezagutzen zer garun-mekanismo dagoen atzean. *Nature Neuroscience* aldizkarian argitaratu dituzte fenomeno hori ulertzeko gako berriak.

EHUko Neurozientziak sailari atxikitako Susana Mato doktoreak azaldu duenez, “egiaztatu dugu omega-3 gantz-azidotan pobreak diren dietak izan dituzten saguek gantz-azido horien maila txikiak dituztela garunean, eta horrek sistema endocannabinoideak behar bezala ez funtzionatzea eragiten du”. Zehatzago esanda, “garunaren kortex prefrontalean CB₁ hartzaile cannabinoidearen seinale falta dagoela egiaztatu dugu —dio ikertzaileak—. Proteina hori, CB₁ hartzaile cannabinoidea, depresio-arazoeekin lotu izan dute hainbat ikerketak azkeneko hamarkadan”.

Bestalde, EHUko Neurokimika eta Neuroendekapena taldeko arduradun Rafael Rodríguez-Puertas doktoreak azaldu duenez, “sistema

endocannabinoideak erregulatutako neurona-konexioen sinapsi-plastikotasuna desagertu egiten da garuneko gune jakin batzuetan; alegia, ez dago eraginkortasun-aldaketarik neuronen arteko komunikazioan”.

Zientzia-literaturan askotan proposatu bada ere dietan omega-3 gutxi egotea eta depresio-arazoak izatea lotuta daudela, Susana Matok aitortu du “ez dakigula gauza handirik omega-3tan pobreak diren mendebaldeko dieta modernoek garuneko funtzionamenduan duten eraginari buruz, ezta gantz-azido horien faltari lotutako depresioaren intzidentzia handiagoaren oinarriari buruz ere”.

Rodríguez-Puertas doktoreak azaldu duen bezala, egindako ikerketaren emaitzei esker “aukera berriak ireki dira dietak garunaren funtzionamendua, eta, zehazki, sistema endocannabinoidea, nola aldatzen duen eta aldaketa horiek buru-arazoeekin nola lotzen diren sakonago aztertze”.

Halaber, “beste ideia bat indartu dugu: sistema cannabinoidea



Sistema endocannabinoideak behar bezala funtzionatzen ez duelako agertzen da depresioa. ARG.: PHOTOPRESS/VASILII KOVAL.

manipulatzea lagungarria izan daitekeela depresio-arazoak tratatzeko —gaineratu du Rodríguez-Puertasek—. Hala ere, orain arte lortu ditugun datuak behin-behinekoak dira oso, eta goiz da manipulatzekeko modurik onena zein izango litzatekeen esateko”.

Etor zaitetz ezkutuko ingurune natural hau
ezagutzera eta abenturaz goatzera

Sobrongo abentura-zentroa

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



Eskola-umeentzako prezio bereziak



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

Japoniako koralak Ipar polorantz, abiadura bizian

Japonia inguruko koralak iparraldera migratzen ari direla frogatu dute Japoniako Ingurumen Globalaren Ikerketa Zentroko ikertzaileek. Eta uste zuten baino askoz ere azkarrago ari da gertatzen; koral-mota bat urtean 14 kilometro mugitzen ari dela ikusi baitute.

Ikerketa-zentro horretan, 1930eko hamarkadatik ari dira aztertzen koralak. Baieztatu dutenez, azken 100 urteotan 0,7-2,4 °C igo da ur-azalaren tenperatura neguan. Horren ondorioz, aztertutako bederatzi koral-motetatik lau Ipar polorantz mugitu dira, eta gainerakoek zeuden lekuan jarraitu dute. Mugitu diren laurak Naturaren babeserako Nazioarteko Batasunaren zerrendan agertzen dira 1998tik, “mehatxatuta” edo “kaltebera” gisa. ●

Landareen Zerrenda osatu dute

Landareen Zerrenda (The Plant List) osatu dute Londongo Kew lorategi botanikoko eta Missouri lorategi botanikoko hainbat adituk. Bi lorategi botaniko horien izendegiekin bat eginez, 1,04 milioi espezie-izenen zerrenda osatu dute. Zerrenda osotik, 300.000 izen inguru onartutako espezie-izenak dira, eta beste 480.000 izen, sinonimotzat jo dituzte. Gainerako 260.000 izenak espezie-izen edo sinonimo diren ebatzi gabe dago oraindik.

Landareak Kontserbatzeko Estrategia Globalaren barruan egindako lan bat izan da. 1999an abiatu zuten estrategia hori, eta azkeneko batzarrean adostu zuten 2011-2020 tarterako lehenengo helburua landare ezagunen on line zerrenda osatzea izan behar zuela. “Funtsezkoa da —adierazi du Missouri lorategi botanikoko zuzendariak— munduko floraren zerrenda zehatza izatea, landareak kontserbatzeko ahaleginei heldu ahal izateko”. ●

Argiak eragindako bultzadari behatu diote

Argiak objektuak bultza ditzakeela frogatu dute, aireak objektu aerodinamikoak bezala

New Yorkeko Rochester Teknologia Institutuko ikertzaile-talde batek *Nature Photonics* aldizkarian jakinarazi duenez, frogatu egin dute aireak gainazal aerodinamiko batean eragiten duen bultzadaren parekoa eragin dezakeela argiak. Argiarekin modu eraginkorrean mugitzen den egitura “argidinamiko” (*lightfoil*) bat ere deskribatu dute.

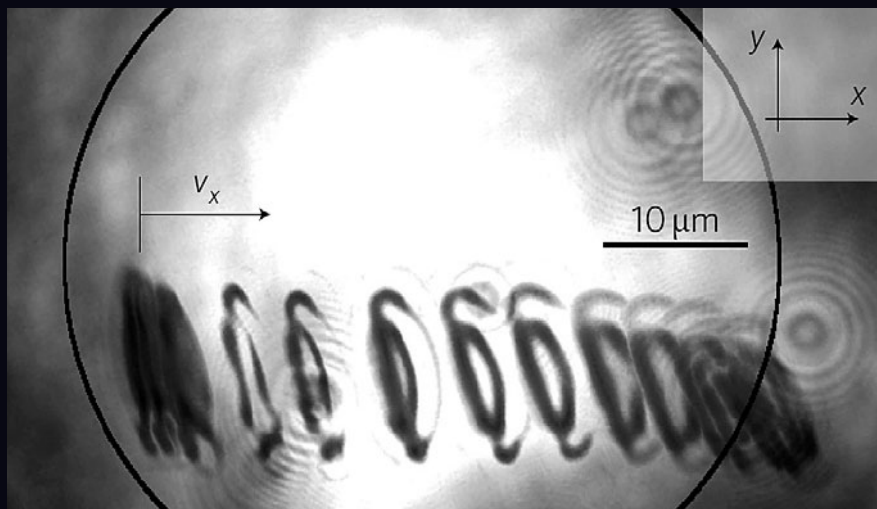
Profil argidinamiko baten portaera aerodinamiko baten antzekoa litzateke. Alde batean bestean baino presio handiagoa izan behar dute bi profil-motek, indarra, eta, horren ondorioz, mugimendua, sortzeko. Profil aerodinamikoaren kasuan, airea azkarrago pasatzen da goiko aldetik beheko aldetik baino, eta horrela sortzen da presio-desberdintasuna.

Argiaren kasuan, ikertzaileek ordenagailu bidezko azterketetan ikusi zuten erradiazioak ere antzeko efektua izan dezakeela objektuen kontra jo eta islatzean edo objektuak zeharkatzean. Zilindroerdi-itxurako hodian, gainera, efektua bereziki eraginkorra dela ikusi zuten. Izan ere, ordenagailuan ikusi zuten hodian jotzen duen argiaren zati handi batek

norabide elkartuta hartuko lukeela objektutik ateratzean. Hala, alde horretan sortuko litzateke erradiazio-presiorik handiena, bai eta bultzada ere.

Ordenagailuak ondorioztatutako hori egia ote zen probatzearren, mikrometro gutxi batzuetako luzerako eta zilindroerdi-itxurako plastikozko

hodi-multzo bat uretan jarri, eta azpitik gora laser izpiak igorri zituzten. Hodiak gorantz mugitu ziren, laser argiak eragindako lebitazio optikoak eraginda, baina, horretaz gain, alde baterantz ere joan ziren. Mugimendu perpendikular hori bultzada optikoak eragin zuela adierazi dute ikertzaileek. ●



Denbora-tarte jakin batean behatutako bultzada: lebitazioak eragindako mugimenduak objektua desfokatzuz joatea eragin du; bultzadak, berriz, ezkeralderantz mugiarazi du objektua. ARG.: SWARTZLANDER ET AL/NATURE PHOTONICS 2010.

BIHARKO JAKINTZA GAUR
ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN HIZTEGI ENTZIKLOPEDIKOA

ELHUYAR ZIENTZIA ETA TEKNOLOGIAREN HIZTEGI ENTZIKLOPEDIKOA KALEAN

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



ELHUYAR
fundazioa



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



CAJA LABORAL
EUSKADIKO KUTXA

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

Pauso erdi bat hiesaren aurkako txerto terapeutikoaren bidean

Berriki, hiesa tratatzeko txerto bat aurkeztu du Bartzelonako Clinic Ospitaleak. Ikerketa *Journal of Infectious Diseases* aldizkari espezializatuan argitaratu dute, eta, lortutako emaitzak aintzat hartuta, itxaropenezko mezua zabaldu du Clinic Ospitaleak.

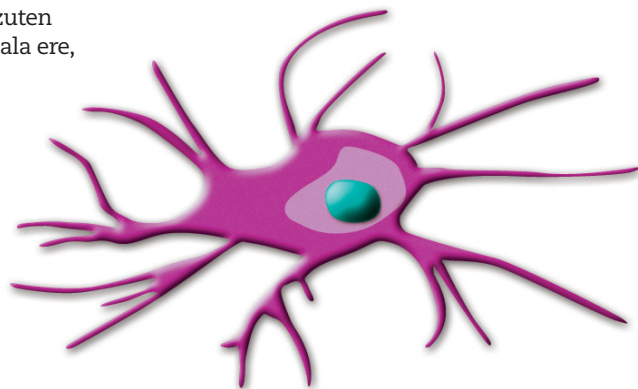
Ikerketan 24 pazienteek parte hartu dute, tratamendu antirretobiralik jaso gabeak denak. Erdiek kontrol-taldea osatu dute (ez dute txertorik hartu), eta beste erdiek bakoitzaren zelula dendritikoetatik abiatuta egindako txertoa jaso dute.

Immunitate-sistemaren zelulak dira zelula dendritikoak, eta haiekin egindako txerto pertsonalizatuen hiru dosi eman zizkieten boluntarioei. 24 asteren buruan, odolean zuten birus-kopurua, hau da, karga birala, nabarmen gutxitu zitzailea frogatu dute ikertzaileek. Nahiz eta kasu bakar batean ere ez zen antzeman ezineko mailetaraino jaitsi, orain arte probatu diren txerto terapeutikoen artean “emaitzarik onena” lortu dutela adierazi dute.

Beraz, mezu hori zabaldu zuten komunikabideen aurrean. Hala ere, beste ikertzaile batzuek zuhurtziaz hartu dute albistea. Adibidez, Parisko Pasteur Institutuko Asier Saez-Cirión mikrobiologoak.

Saez-Ciriónek Infekzio Erretobiralen Erregulaziorako unitatean egiten du lan, eta gertutik ezagutzen ditu ikerketa horretan parte hartu duten ikertzaileetako batzuk eta haien lana, haiekin elkarlanean ari baita beste ikerketa batzuetan. Bada, haren ustez, emaitzak “oso apalak dira”.

Gainera, erabili duten teknika eraginkorra izango balitz ere (eta ez zaio iruditzen bide ona denik, zelula dendritiko horiek neurri handi batean beren funtzioak galdu dituztela erakutsi baitute beste ikerketa batzuetan), ez litzateke



Paziente bakoitzaren zelula dendritikoekin egindako txerto terapeutikoaren eraginkortasuna probatu dute Clinic Ospitaleak.

erabilgarria izango, oso konplexua eta garestia baita: “pentsaezina litzateke tratamendu hori ematea garatze-bidean dauden herrialdeetan”.

Horrenbestez, emaitzak “interesgarritzat” jo dituen arren, gaixoen ikuspuntutik ez du uste inolako aurrerapausorik izan denik. ●



100 MeV-eko energia izatera irits daitezke ekaitzetan sortzen diren gamma izpiak. ARG.: DEAN SOUGLASS.

Ekaitzetako gamma izpiak, uste baino bortitzagoak

Ekaitz elektrikoetan tarteka sortzen diren gamma izpiak orain arte uste zen baino askoz energetikoagoak direla ikusi dute Italiako Espazio Agentzian egindako ikerketa batean. Hain zuzen, ikusi dute aurretik egindako azterketetan neurtutako energia halako bi dutela izpi jakin batzuek. Lurreko gamma izpien bristada (gamma ray flashes) deritze izpi horiei, eta 100 MeV-eko energia izatera irits daitezke. Bi urte eta erdi eman dituzte AGILE misioan satelite bidez Lurrean nahiz kosmosean sortutako gamma izpiak aztertzen, eta *Proceedings of the National Academy of Science* aldizkarian argitaratu dituzte emaitzak.

Gamma izpiak aztertzen jarraitzeko interesa dute Italiako Espazio Agentziako ikertzaileek. Orain, programa bat prestatzen ari dira goi-atmosfera xehetasun handiagoz aztertzeko. Besteak beste, gamma izpien detektagailu batez hornitutako hegazkin bat ekaitz-hodeien ondora bidaltzeko asmoa dute.

Gamma izpiak aztertzea ekaitz-hodeietan gertatzen diren prozesuak hobeki ulertzeko bide bat izan daitekeela uste dute zientzialariek. Izan ere, oraindik ez dago argi, adibidez, nola sortzen diren, zehazki, tximistak. Jakina da beharrezkoa dela ekaitz-hodeietan potentzial-diferentzia handiak sortzea. Zientzialariek uste dutenez, potentzial-diferentzia horiek partikula-azeleragailuen funtzioa egiten dute, eta horrek elektroiak azeleratzea eragiten du. Bada, ziztu bizian doazen elektroiak dira gamma izpien iturri eta tximisten lehenengo txinpartaren sortzaile. ●

Erosi **ARMIX max-mix** liburua hemen:

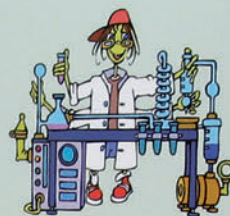
www.elhuyar.org/edizioak



ELHUYAR
edizioak

Zz

ARMIX max-mix



1

Zz

8-10 urte



EZ UTZI ESPERIMENTU HAUEK HELDUEN ESKURA
ERNE: EZ UTZI ESPERIMENTU HAUEK HELDUEN ESKURA

8-10 urteko gazteentzako esperimentu-liburua

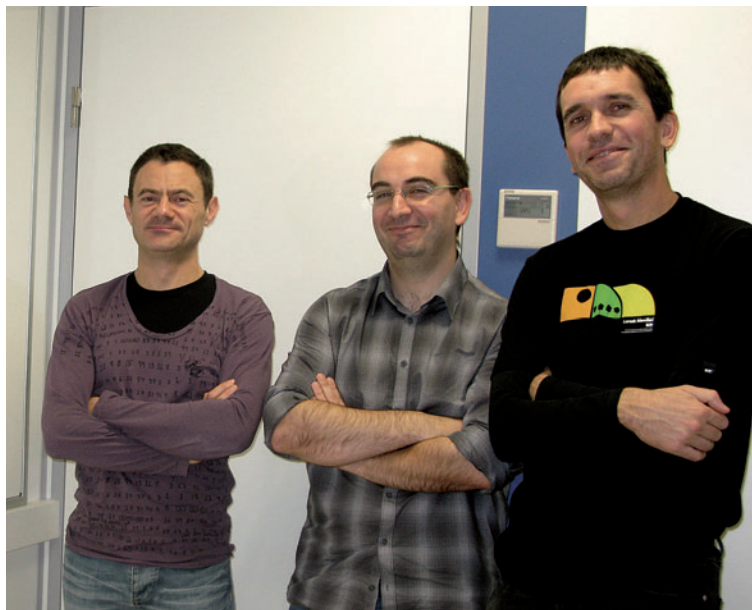


Esklerosi anizkoitza diagnostikatzen duen eredu algoritmikoa sortu dute EHUKo zenbait bioinformatikaririk

EHUKo Informatika Fakultateko zenbait ikertzailek esklerosi anizkoitzaren diagnostikoa eta pronostikoa egiten duen eredu algoritmikoa sortu dute, Biodonostia osasun-ikerketarako institutuarekin elkarlanean.

Biodonostiako Neurozientzien alorreko ikertzaileek jorratzen duten gaitzetako bat da esklerosi anizkoitza. Beren esperientzian oinarrituta, mikroRNA izeneko molekula batzuek gaixotasunarekin zerikusia zutelakoan zeuden ikertzaileak. Hala, esklerosi anizkoitzak jotako gaixoen laginak hartu, eta horien mikroRNA molekulen espresio-mailak aztertu zituzten.

Datuokin, EHUKo Sistema Adimenduen Ikerketa Taldeko kideengana jo zuten. Sailkatze-eredu algoritmiko bat eraiki zuten haiek, mikroRNA biomarkatzaile gisa hartuta esklerosi anizkoitzaren diagnostikoa eta pronostikoa egitea helburu. “Espresio-mailak txertatuta, eredu horrek gai izan behar zuen iragartzeko gaixotasunik ba ote zegoen, edo gaitza zer fasetan zegoen”, azaldu du Borja Calvo bioinformatikarietako batek. Ereduok “nahiko ondo” iragarri zuten gaixotasuna, eta hura balioztatzeko fasean daude orain. ●



José Antonio Lozano, Borja Calvo eta Iñaki Inza, EHUKo bioinformatikariak. ARG.: AMAIA PORTUGAL.

Golkoko itsaslasterra iparralderantz mugitu da

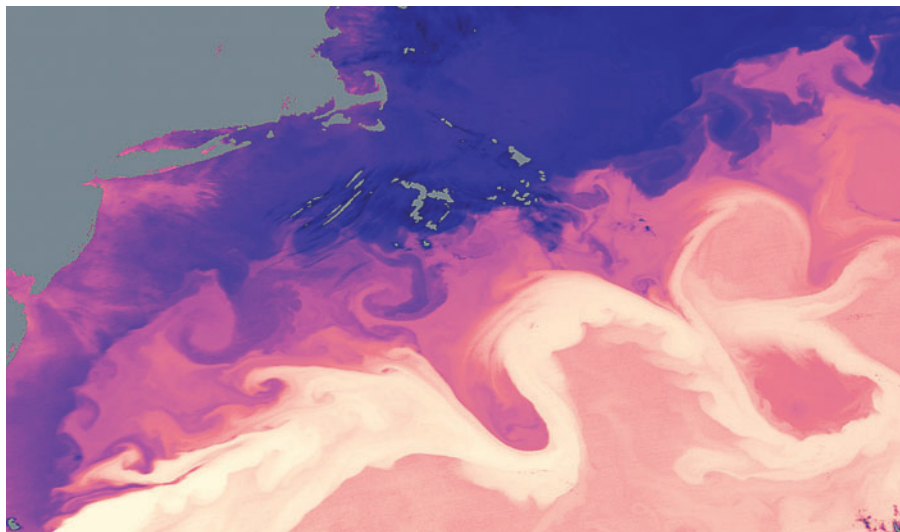
Kanadako Eskozia Berriko kosta aztertutakoan, azkeneko hamarkadetan Golkoko itsaslasterrak iparralderantz egin duela jakinarazi dute Ternuako Memorial Unibertsitateko ikertzaile batzuek. Klima-aldaketa onorioz

gertatutako mugimendua dela susmatzen dute.

Eskozia Berriko ingurua aztertu dute, eskualde horretan egiten dutelako topo iparraldetik datorren Labrador itsaslastera hotzak eta hegoaldeko

Golkoko itsaslastera epelak. Golkoko ura aberatsagoa da elikagaietan Labradorrekoa baino, eta geruzatuago dago; halaber, bi horietan desberdinak dira nitrogeno-isotopoen proportzioak. Horrenbestez, ez dute aztarna bera uzten, ez sedimentuetan, ez bizidunetan, eta jakin daiteke itsaslastera bakoitza noraino iritsi den, eta, hortaz, mugimendurik izan duen edo ez.

Ikertzaileek, zehazki, koralei begiratu diete bi itsaslastarren gorako eta beheko mugimenduen datuak jasotzeko. Izan ere, sedimentuei bakarrik begirata, behatutako aldaketak 150 urteko tartean kokatu ahal izaten dituzte; ezin dute gehiago zehaztu noizkoak diren. Horren arrazoia da, besteak beste, bizidunek sedimentuak harrotu eta nahasi egiten dituztela. Koralak aztertuta, berriz, azkeneko 1.800 urteotan bi itsaslasterrak noraino iritsi diren zehaztu ahal izan dute. Hain zuzen, ¹⁵N / ¹⁴N isotopo-proportzioa neurtu dute koraleen hazkuntza-eraztunetan. ●



Golkoko itsaslasterra eta Labrador itsaslasterra elkartzen diren ingurua. Kolore argiz, ur beroa; ilunez, ur hotza. ARG.: NASAREN AQUA SATELITEA.



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.





Mundu ikusgarriak ESOtik

MUNDU IKUSGARRI HONETATIK BEGIRA, beste mundu ikusgarri batzuk ikus daitezke. Horretan aritzen dira ESO (European Southern Observatory), Atacama desertuan. Bertan daude munduko teleskopio handienetako eta aurreratuenetako batzuk; VLT-a (Very Large Telescope), esaterako, edo eraikitzen ari diren ALMA, 50 teleskopioz osatutako sarea.

ESOk hamaika irudi ikusgarri eman ditu azken urteotan, eta 100 onenak bilduma batean bildu dituzte. Hemen, bilduma horretatik aukeratutako batzuk. ●





Galaxia espirala

NGC 1232 galaxia ikusgarria, 100 milioi argi-urtera. Erdialdean izar zaharragoak daude, gorrixkak, eta, espiralaren besoetan, berriz, izar urdin gazteak eta izar-sorkuntzako hainbat gune. Eta ezkerrealdean, beste galaxia bat ikus daiteke, *theta* letra grekoaren itxurarekin. ARG.: ESO.

360°-ko panoramika Paranal-en

Paranaleko behatokitik ikusten den zeruaren 360°-ko panoramika, goizeko lehen orduan ateratako 37 argazkirekin osatua. Behatokia bera eta Esne Bidea dira protagonistak; eta irudiaren eskuinaldean, Esne Bideak osatzen duen arkuaren azpian, gure bi galaxia bizilagun: Magallanesen Hodei Handia eta Hodei Txikia. ARG.: ESO/H.H. HEYER.





Konoa eta Gabonetako zuhaitza

NGC 2264 eskualdea da hau, eta bertan daude Kono nebulosa eta Gabonetako Zuhaitza kumulua. Irudiaren behealdean ikus daiteke konoa, eta haren gainean, alderantziz, bola urdinez apaindutako zuhaitza (irudiaren goialdeko distira handiko izar hori zuhaitzaren enborra da). ARG.: ESO.

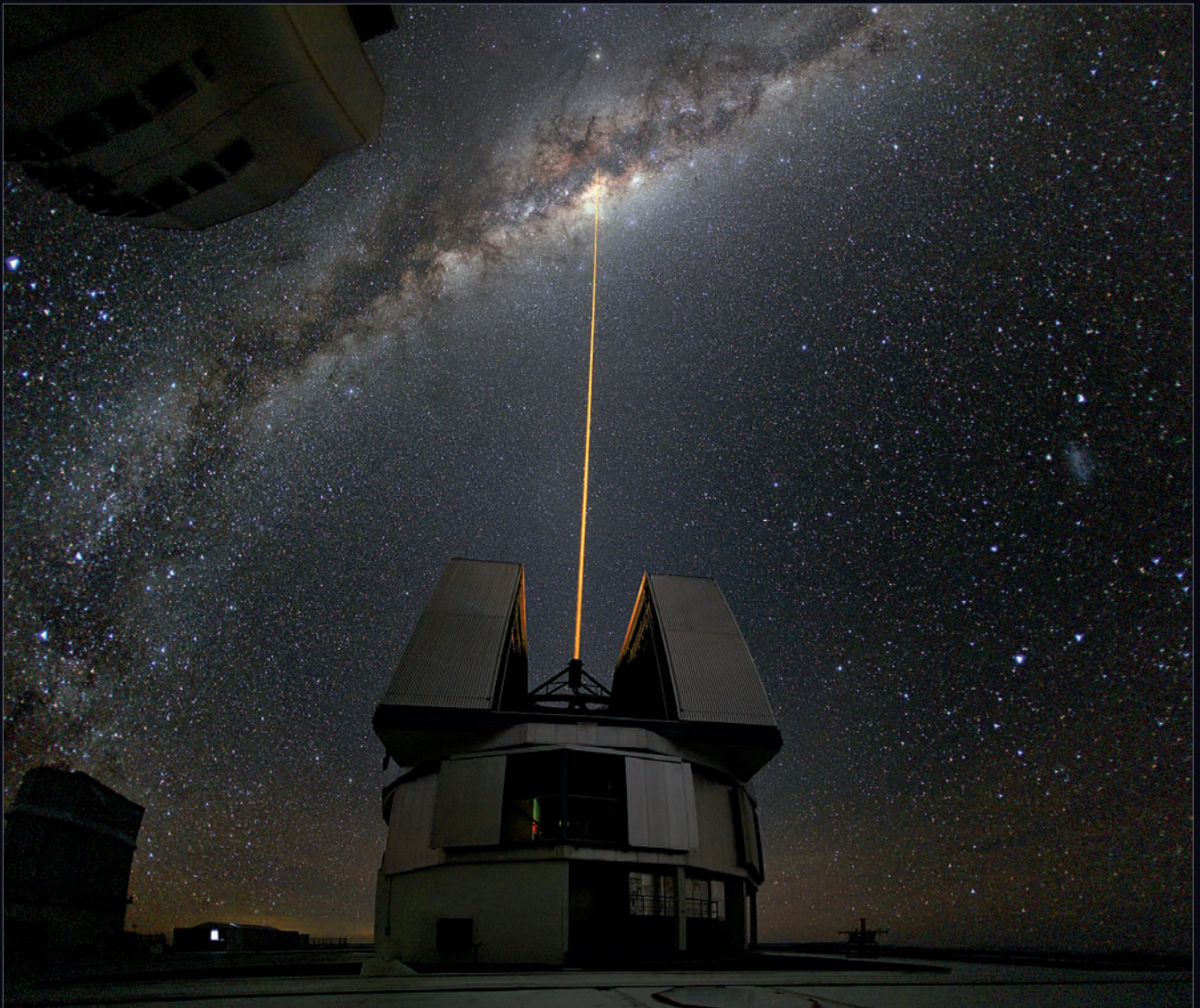
Helize nebulosa

Lurretik gertuen dagoen
nebulosa planetarioetako bat da
Helize nebulosa. Barnealdeko
argi urdin-berdea erradiazio
ultramorearen eraginpean
dauden oxigeno-atomoena da;
kanpoalderantz, hidrogenoaren
eta nitrogenoaren gorria da
nagusī. ARG.: ESO.



Laserra Esne Bidearen zentrorantz

Laserrak puntu distiratsu bat, "izar artifizial"
bat, sortzen du mesosferan. Puntu hori
erreferentzia gisa erabilita, atmosferak
eragiten duen zarata zuzendu daiteke, eta
behaketa zorrotzagoak egin. Kasu honetan,
Esne Bidearen bihotza aztertzen ari dira.
Han, zulo beltz handi bat gasa eta hautsa
irensten ari da. ARG.: ESO/Y. BELETSKY.

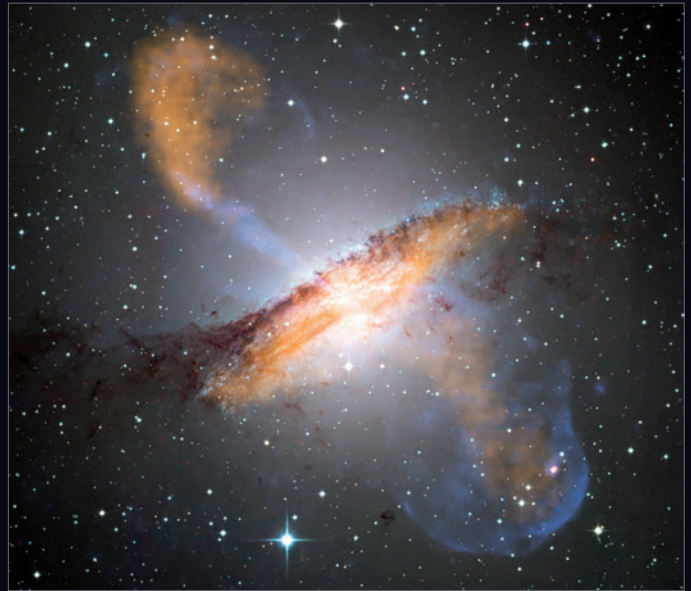




Izarren sorkuntza

Hedatzen ari den gas ionizatuzko burbuila honen inguruan, materia multzo trinkoetan ari da pilatzen. Izar berriak sortuko dira pilaketa horien ondorioz.

ARG: ESO/APEX/DSS2/ SUPERCOSMOS/ DEHARVENG(LAM)/ ZAVAGNO(LAM).



A Centaurus

A Centaurus galaxia eta haren erdiguneko zulo beltzak igortzen dituen zorrotadak. ARG.: ESO/WFI (OPTICAL); MPIFR/ESO/APEX/A.WEISS ET AL. (SUBMILLIMETRE); NASA/CXC/CFA/R.KRAFT ET AL. (X-RAY).



Cerro Paranal

Ilargia sartzen ari da, eta eguna argitzen. Cerro Paranal mendian, VLT teleskopioak itxi ditu begiak, gau osoa izarretara begira pasa ondoren. ARG.: G.GILLET/ESO.

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

Edukiak on line kontsumitzen: erabiltzaileon kontrolaren galera

Mende honen hasieran, Internetek eta P2P sareek ahalbidetutako hartu-emanari esker, erabiltzaileok ikus-entzunezko edukiaren kontrola hartu genuen, eta eskaintza ikaragarria izan dugu guztiok eskura. Azkenaldian, ordea, internauta asko musika, bideoak eta abar *streaming* bidez kontsumitzen hasi dira, edo on line zerbitzuen bidez partekatzen. Joera horrek, luzera, erabiltzaileok berri ere ikus-entzunezko edukiaren gaineko kontrola galtzea ekar dezake.

P2P sareek (*peer-to-peer* edo parekotik parekora) aldaketa ikaragarria ekarri dute ikus-entzunezkoak kontsumitzeko ohituretan. Musika, bideoak, literatura eta abar argitaratu eta banatzea produkzio-etxeen eta argitaletxeen esku zegoen lehen, eta haiek eskaintzen zutenarekin moldatu behar genuen kontsumitzaileok. Eskaintza hori mugatua zen, enpresa horien marketin-estrategien edo kontu ekonomikoen arabera erabakitakoa. Hala, azken nobedadeak eta beti ongi saltzen diren klasikoak izaten zituzten, baina beste gauza asko eskurazekin ziren, “katalogotik kanpo” zeudelako.

Digitalizazioaren eta Interneten aroan egoteak banaketa eta salmenta asko errazten eta merkatzaren duen arren, produkzio-etxeek eta argitaletxeek ez zuten garaietara egokitzen jakin, ez eta eskaintza handiago, merkeago eta erosoago bat asmatzen ere. Orduan, erabiltzaileak matxinatu egin ziren, eta mendearen hasieran P2P sareak sortu ziren.

P2P sareetan, software baten bidez erabiltzaileak bere ordenagailuan duen ikus-entzunezko eduki digitala beste erabiltzaileekin partekatzen du, eta, aldi berean, besteek duten edukia eskuratu dezake. Sare hauen adibideak dira eDonkey eta BitTorrent. Azken hau batez ere uneko film, serie eta abesti edo musika-talde arrakastatsuenak partekatzeko erabiltzen bada ere, eDonkey sarean (eMule programak erabiltzen duena) ia edozer aurki daiteke: herrialde eta hizkuntza bitxietako abestiak, komiki zaharrak, aspaldiko film eta telesailak... P2P sareei esker, edukien gaineko kontrola eta eskaintza erabiltzaileon eskuetara pasatu ziren. Oparotasun-garaia ekarri zuten, eta hala izan da geroztik.

ON LINE KONTSUMITZEKO JOERA

Azkenaldian, baina, ikus-entzunezkoen kontsumorako joera aldatzen ari da. Batetik, musika eta bideoak *streaming* bidez kontsumitzen dira maiz; hau da, zuzenean entzun edo ikusten da, nor bere ordenagailura jaitsi eta gorde gabe. Honen adibide arrakastatsuek dira Spotify (musika ugari —publizitatearekin, doan, edo ordainduta, publikitate gabe— eskaintzen duen zerbitzua), Netflix (bideoak alokatu eta on line ikusteko zerbitzua) eta Megavideo (jendeak Megaupload-era igotako film eta serie komertzialak *streaming*



musika eta bideoak

konpartitzeko P2P sareek baino arrakasta handiagoa dute, gaur egun, zuzeneko deskargako zerbitzuek.

bidez ikusten uzten duen zerbitzua). Eta zentzu hertsian *streaming* ez bada ere, antzeko fenomeno da liburu bat erosten dugunean soilik on line zerbitzuaren webgunean irakurri ahal izatea, Googleren e-bookstore dendan bezala.

Bestetik, jendeak elkarrekin musika eta bideoak konpartitzeko P2P sareek baino arrakasta handiagoa dute, gaur egun, zuzeneko deskargako zerbitzuek, hala nola Megaupload edo Rapidshare. Jendeak zerbitzari horietara igotzen ditu edukiak, eta, beste batzuek, berauetatik jaitsi.

Hirugarrenik, DRM (*Digital Rights Management*) izen ponposo horren atzean kopiak eragozteko

sistema dago) daukan edukia on line erosteko joera dago. Hauetan, jaisten dugu edukia gure disko gogorrera, baina kopiak eragozteko sistema duenez, ez dio beste inori balio. Tira, ezta guri ere etorkizunean izango ditugun aparailuetan! (Liburu elektronikoen DRMari buruz hitz egin genizuen iazko martxoko zenbakian). Hau gertatzen da hainbat on line musika-dendatan eta e-book denda gehienetan.

EDUKIAREN KONTROLA GALTZEN

Joera honi esker, erabiltzaileok edukia gure ordenagailuetan ez edukitzera ohitzen ari gara. Izan ere, ikus-entzunezkoak kontsumitzera bideratutako gailu asko, hala nola *smartphoneak* edo *tabletak*, biltegitratze-ahalmen txikiarekin datoz. Zertarako, dena on line badago eta handik zuzenean kontsumi badezaket?

Baina horrek badu bere puntu ahula: berriaz ere, kontrola galtzen ari gara, eta enpresen esku uzten. Eta egia bada ere kasu gehienetan beste enpresa batzuk direla —hauek sarera egokitu dira eta eskaintza geroz eta handiagoa dute—, beti egongo gara beraiek nahi dutenaren menpe: beraiek jarriko dituzte prezioak, beraiek erabakiko dute eskaintza zein den eta beraiek inposatuko dizkigute baldintzak (DRM-a bezala).

Bestalde, internetok edukia P2P sareak erabiliz egin beharrean Megupload eta Rapidshare moduko zerbitzuen bidez egiten badugu, nahikoa dute horiek ixtea truke oro eteteko. P2P sareen aurretik, denbora batez Napster moduko zerbitzuen bidez trukatzeko zen musika; nodo zentral bakar batekiko dependentzia zuten, eta, hura itxi zutenean, akabo. Badi-rudi ez dugula ikasi...

Norbaitek esango du hori egiten dutenean beti daukagula lehengora bueltatzea eta berriz ere P2P sareak erabiltzea. Baina, bitartean, musika, telesail eta filmen inguruko webgune eta foro askotan zuzeneko deskargako webguneen es-

tekak soilik jartzen ari dira, eta haiek alferrika-koak izango dira zerbitzu horiek ixten badituzte... Euskaraz, adibidez, badaude telesailak eta filmak (marrazki bizidunak euskaraz, Euskal Encodings...) nahiz musika (Ekaitzaldi) jaisteko estekak dituzten webguneak, baina esteketako asko zuzeneko deskargako webguneetarakoak dira. Zuzeneko deskargako webgune horiek itxiz gero, euskarazko edukia jendearen esku jartzeko esfortzu eskerra hori guztia pikutara joango da.



© ISTOCKPHOTO.COM/THESUPERPH

Ikus-entzunezko edukia on line zerbitzuetan zuzenean kontsumitzeko joera nagusitzen bada eta edukia gure ordenagailuetan gorde gabe erabiltzera ohitzen bagara, enpresek berriz ere erabaki eta mugatuko dute erabiltzaileok ia mugagabea bihurtu dugun eskaintza. ●



ADA YONATH

2009ko Kimikako Nobel sariduna

ARGAZKIAK: JUAN CARLOS RUIZ/ARGAZKI PRESS

OIHANE LAKAR IRAIZOZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

“**N**obel sariaren berri
eman zidaten egunean, adarra jotzen
ari zirela pentsatu nuen”

Benetan zoriontsu “erribosomen egitura lehenengo aldiz ikustean” sentitu zela dio Ada Yonathek. Izan ere, hogeitazero urte zeraman erribosomak aztertzen, eta bere lanean sinesten ez zuen jende asko zuen inguruan. Erribosomen lan horretan hartz polarrak izan zituen inspirazio-iturri, eta inspirazio horren azkeneko emaitza 2009ko Kimikako Nobel saria izan zen.

Hogeita hamar urte daramazu erribosomekin lanean; ba al dago oraindik zer ikertu?

Hasi nintzenean, jendeak galdetzen zidan zertarako hasi behar nuen erribosomen egitura aztertzen; ea zergatik ez nion DNAr heldu, edo RNA mezulariari... ezer aurkitu baino lehen hilko nintzela esaten zidaten. Baina nik aurrera egin nuen; erribosomen egitura ulertu nahi izan nuen; egitura zehaztasunez ulertu ondoren haren funtzioa ezagutzeko.

Eta, bai, gauza asko daude ikertzeko oraindik. Haste-ko, oraindik ez dakigu nola funtzionatzen duten antibiotiko guztiek. Eta oso garrantzitsua da, botiketan eta ospitaletan erabiltzen diren antibiotikoen erdiak erribosomei eragiten dieten antibiotikoak baitira; izan ere, erribosomak eteten dituzte. Erribosometan zer eragin duten ulertzen saiatzen gara.

Erribosomekin alderatuta, antibiotikoak oso elementu txikiak dira. Gizakion eskalan, Daviden eta Goliathen arteko borrokaren parekoa litzateke. Beraz, kaltea eragiteko, arnastea galarazi edo horrelako zerbait egin behar dio txikiak handiari. Erribosometan, behar bezala aritzeko behar duten funtzioen bat eten behar dute antibiotikoek: erribosomak RNA mezularia irakurtzea, proteinen sintesiak aurrera egitea eta abar.

Eman adibideren bat...

Adibidez, kloranfenikolak, erribosomari transferentziarako RNA lotzen zaion lekua hartzen du, hau da, proteinen osagaiak, aminoazidoak, eransten diren lekua; eritromizina, berriz, erribosomen tunelean lotzen zaio.

Erribosomen erdiko tunelean aurrera egiten dute proteinek, eratu eta luzatu ahala. Eritromizina eraginkorra da tunela oztopatzen duten antibiotikoen artean, eta horregatik da onena. Hala, eragin bera du zazpi egunez egunean lau aldiz beste antibiotikoren baten 500 mg hartzeak eta 500 mg eritromizina lau egunez egunean bi aldiz hartzeak. Lehenengo aldia izan da zientzian egiturak zer dosi hartu azaldu duena.

“Nire ustez, antibiotikoekiko erresistentzia XXI. mendeko arazo handienetako bat da.”

Bakterio patogenoek, hala ere, bizirik iraun nahi dute, guk nahi dugun bezalaxe, eta erresistentziak garatzen dituzte. Beren genoma aldatzen dute erresistente bihurtzeko: antibiotikoei aurre egingo dieten proteinak sortzen dituzte, edo antibiotikoaren “poltsikoa” aldatzen dute (antibiotikoa erribosomari lotzen zaion guinea). Lotura sendoena non egiten duen, hango atomoak aldatzen dituzte bakterioek.

Nire ustez, erresistentzia da XXI. mendeko arazo handienetako bat; jendea hiesak jota egon eta susper-tu daiteke, eta, erresistentzien eraginez, berriz, pneumonia batek akaba ditzake.

Ba al dago desberdintasun esanguratsurik goi-mailako animalien eta bakterioen erribosomen artean?

Bai noski! Gizakion edo ugaztunon erribosomak bakterioenak baino % 40 handiagoak dira. Hala ere, prozesu berdinak gertatzen dira batzuetan eta besteetan.

Ikerketetan ikusi dugu erribosoma guztien eskualde aktiboak ia-ia berdinak direla. Erribosomen eta zelulen arteko elkarrekintza da aldatu dena, asko eboluzionatu duena, animalien zelulak konplexuagoak baitira.

Adibidez, alkohola edaten dugunean, alkohol deshidrogenasa proteina behar dugu edandako hori metalizatzeko. Baina ez duzu etengabe alkohol deshidrogenasa produzitzen egon behar, ez baituzu etengabe edaten. Beraz, noiz produzitu eta noiz ez, erribosomak erregulatzen du.

Baina zaldi baten erribosoma giza zelula batean erabiltzen baduzu, bere funtzioa beteko du?

Bai. [RNA] mezularia ematen badiezu, erribosoma guztiek beteko dute proteina eratze funtzioa. Unibertsalak dira guztiz.

Bestalde, ezagutu nahi ditugun gauzen artean, bada-goe beste bat nire ustez oso garrantzitsua dena: erribosomaren egitura konplexuan egitura txiki bat aurkitu dugu, gune edo nukleo bat, eta uste dugu bizidunak sortu aurretik eratu zela.

Erribosomen hasierako egitura da?

Bai, eta, agian, baita biziaren hasierako egitura ere. Egitura hori berregiten saiatzen ari gara.

“Mezularia ematen badiozu, edozein erribosomak edozein proteina sor dezake.”

Hitz egin dezagun pixka bat Nobel sariei buruz; zer ekarri zizun Nobela irabazteak?

Barkatuko didazu, baina erantzun estandar bat daukat galdera horretarako...! [barreak]

Bai, galdera ere estandarra da, baina une hori nola bizi zenuen jakin nahi dugu...

Benetan zoriontsu erribosomen egitura lehenengo aldiz ikusi nuenean sentitu nintzen. Lanean hasi eta ho-



Erribosomen eta hartz polarren arteko loturaren istorioa

Hartz polarren istorioa Kanadan hasi zen, kongresu batean. Kongresu hartan, Berlingo Max Planck institutuko Wittman ikertzailearekin harremanetan jarri nintzen. Ordurako erribosomekin lanean ari nintzen ni, eta kristal txiki-txiki batzuk sortzea lortua nuen. Haien berri eman nionean, elkarlanean aritzea proposatu zidan, bost urteko elkarlan batean.

1978ko otsailean izan zen hori, eta lankidetzan 1979ko maiatzean hastea erabaki genuen. Urte hartako otsailean, baina, bizikletan nindoala, istripu bat izan nuen. Bizikletatik erori, eta buruan kontusioa izan nuen. Oso larri egon nintzen, ospitalean, eta denbora dezente pasatu zen osatu nintzen arte. Beraz, ezin izan nintzen Berlinera joan; nire taldeko beste kide batzuk joan ziren.

Dezente osatu nintzenerako, lanaren zati handi bat eginda zegoen, eta artean oso ahul nengoen. Egin nezakeen gauza bakarra irakurtzea zen. Beraz, irakurri, irakurri eta irakurri egin nuen. Eta hartz polarrei buruz irakurri nuen. Hemen hasten da kontaketa aldea zientifikoa.

Erribosomen ikerketan arazo bat zegoen: 20 urte zeramaten erribosomak

kristaltzeko saiakerak egiten, baina huts egin zuten denek. Hainbat ikerketaren ondorioa izan zen ezinezkoa zela erribosomak kristaltzea: gehiegi mugitzen dira, egitura heterogeneoegia dute, eta azkarregi degradatzen dira. Kristaltzeko egitura homogeneoagoak behar dira, kristal guztiak berdin-berdinak izan daitezten. Ordura arteko saiakerak *E. coli* bakterioaren erribosomekin egin ziren, eta bakterio hori oso-oso sentikorra da.

Bien bitartean, nik hartzei buruz irakurri nuen. Aldizkari batean irakurri nuen hibernatze-garaian hartzen erribosomak antolatu egiten direla zelulen mintzetan; lerrokatu egiten dira. Hor ikusi nuen, batetik, uste zenaren kontra, erribosomak ordenatuta pilatu egin daitezkeela. Beraz, egin zitekeen zerbait zen. Eta, bestetik, ikasi nuen antolaketa horren helburua erribosomak babestea dela, hondatu ez daitezten. Izan ere, negua pasatutakoan, jarduera handiko fase bat hasten dute, eta, horretarako beharrezko proteina guztiak sortzeko, prest eduki behar dituzte erribosomak.

Erribosoma aktiboei eusteko naturako mekanismo hori ikerketarako baliagarria

izan zitekeela pentsatu nuen. Hala ere, nik bakterioak erabili nahi nituen, ez hartzak. Garai hartan erribosomei buruz genekien guztia bakterioen erribosomei buruzkoa zen. *E. coli* buruzkoa.

Beraz, erribosoma aktiboetatik abiatu behar nuen. Izan ere, ez nekien ezer erribosomen konformazioari buruz, eta, beraz, ezin nuen jakin zein konformazio zen ona eta zein ez. Erribosoma aktiboak izanda, banekien behintzat konformazio ona zutela.

Erribosoma aktibo gehiago izatearren, kondizio gogorretan bizi diren bakterioen erribosomak lortzea pentsatu nuen. Jendea harrituta zegoen ez nuelako *E. coli*rik nahi, estremofoiloak baizik. Itsaso Hileko bakterio termofiliko eta halofilikoekin hasi nintzen ikertzen (*Bacillus stearothermophilus* bakterioarekin). Pentsatu nuen lau molarreko gazitasunean eta 50 gradutan bizi diren bakterioen erribosomek aukera gehiago izango zituztela aktibo irauteko. Modu bakarra zen erribosoma aktiboak lortzeko, eta hala da oraindik ere...



“Jende askoren kritikari egin behar izan nion aurre; ez zuten uste erribosomen egitura argitzerik zegoenik.”

gei urtera izan zen, zehazki. 1979ko azaroaren 15ean hasi nintzen, eta 2000. urteko irailean argitaratu genuen lehenengo egitura osoa.

Denbora horretan jende askoren kritikari egin behar izan nion aurre. Jendeak ez zuen sinesten erribosomen egitura argitzerik zegoenik, eta neuk ere oso mantso egin nuen aurrera. Hilabeteak behar izan nituen erribosomen kristal txiki-txiki batzuk sortzeko. Gero, kristal horiekin neurketak egitea lortu genuenerako ere denbora pasatu zen: detektagailuak ez ziren onak, kristalak ez genituen posizio egokian jartzen, laginak hondatzen genituen... Baina nik lanean jarraitu nuen.

Ondoren, Nobel sariaren berri eman zidaten egunean, adarra jotzen ari zirela pentsatu nuen. Donostia-ko kongresu batetik Tel Avivera itzuli berria nintzen. Goizeko hamarretan deitu zidaten, New Yorketik, hurrengo egunean Kimikako Nobel saria niri emango zidatela esanez.

Nik pentsatu nuen: “New Yorken orain goizeko hirurak dira. Hauek adarra jotzen ari zaizkit”. Eta zera erantzun nion deitu zidanari: “parrandan emango zenuen gau osoa, eta edanda zaude; zoaz lotara!”. Beraz, agerikoa da ez nengoela prest saria jasotzeko. Hori bai, hurrengo egunean, saria onartuko nuen galdetu zidatenean, zalantzarik gabe baietz esan nuen.

Baina garrantzitsua izan zen zuretzat Nobela jasotzea?

Ez. Hau da, ez zen gauza garrantzitsuena izan. Mundu guztia nire kontura hain nabarmen barrez ari zenez, Nobela sari handia izan zen. Baina jende askok uste du sariak irabazteko lan egiten dugula, eta askok uste dute beren lanak saria merezi duela. Nire kasuan, ordea, nire helburua ulertzea zen.

Eta zientzia-alorarentzat? Eraginik izan du Nobela irabazteak, ikerketek gora egin dute?

Ez dakit erantzuten erribosomen alorra bultzatu zuen edo ez; nik ikusi dut gazteetan baietz, izan duela eragina. Zientzialarien lana lan aspergarritzat hartzen dute haur eta gazteek. Nik, ordea, umeei zuzendutako hitzaldi asko ematen ditut orain, eta mundu osoko umeen eskutitzak jasotzen ditut, 5-6 urtetik 14-15 urtera arteko umeenak. Argazkiak eskatzen dizkirate, ni bezalakoa izan nahi dutela esaten didate... Batek galdetu zidan: “datorren urtean ere lehiaketa horretara aurkeztuko zara?”. Horrelako gauzak. ●

MAHAI-INGURUA JESUS MARI AIZPURUA,
MARIAN IRIARTE ETA UNAI UGALDEREKIN

KIMIKAREN IRUDI PUBLIKOAZ

“Topiko bat dago kimikaren inguruan, baina jendeak berebiziko gosearekin kontsumitzen ditu produktu kimikoak”

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

ARGAZKIAK: MANUEL DIAZ DE RADA

Kimikak konfiantza eta mesfidantza, biak ala biak eragiten ditu publikoarengan. Konfiantza, zientzia modernoaren aurrerapenen oinarria delako, eta, mesfidantza, kimikak berak eragin dituen arazoengatik. Egoera hori nabarmendu nahi izan dute EHuko hiru ikertzailek kimikaren irudi publikoaren gaiaz hitz egiteko eskatu zaienean. 2011 Kimikaren Nazioarteko Urtea izendatu dutela-eta eskatu diegu gogoeta hori egiteko. Ikertzaileok diotenez, egoera horren aurrean gizartea kultura zientifikoa hezi beharko litzateke. Hezkuntza nekez izango da, ordea, komunikabideek zabaltzen dituzten mezuak baino indartsuagoa, eta mezu horietan denetik dago.

Irudi txarra al du benetan kimikak gizartean?

Jesus Mari Aizpurua: Nik uste dut baietz, oso txarra daukala. Batez ere gure inguruko gizarte hurbilean, kimikak konnotazio peioratiboak ditu biztanle arrunt baten zat. Kimiko adjektiboa peioratiboa da. Eta sasisinonimo batzuk aurkitu behar izanez gero, toxikotasuna, epe luzerako arazoak eta artifizialtasuna izango lirateke.

Marian Iriarte: Azkeneko hamar bat urteotan, betiko zientziak ez dira batere modan egon; ikasketak aukeratzeko garaian, Biologia, Kimika, Fisika eta Geologia pixka bat baztertuta gelditu dira. Hala ere, gehienek ez zeukaten ospe txarrik, baina Kimikak bai, bazuen etiketa txar bat. Besteak ez zeuden modan, jendeak ez

zekielako zertarako balio zuten. Eta joera izan da gauza praktikoetara jotzea. Beharbada gure garaian, gus-tatu egiten zitzaizkigulako aukeratzen genituen ikasgaiak nagusiki. Lanerako balio behar zuelako ere bai. Orain, berriz ere, badirudi fakultatean joera pixka bat aldatzen hasi dela. Oinarrizko zientziak berriro hasi dira beren onera etortzen.

Unai Ugalde: Nire ustez, egia da topiko bat dagoela kimikaren inguruan. Baina gu gai gara (gizarte bezala), zerbaiten kontrako adierazpenak egin arren, gero eguneroko bizimoduan horrekin jo eta ke jarraitzeko inolako arazorik gabe. Jende askok esaten du erretzea gaizki dagoela, baina erretzen dute. Gu halakoak gara. Jen-





deari galdetzen badiogu zer iritzi duten kimikaren inguruan, normalean horrelako klixek botatzen dituzte, baina gero etxea berdin-berdin pintatzen dute, hezetasunaren kontrako tratamenduak egiten dituzte eta abar. Berebiziko gosearekin kontsumitzen dituzte produktu kimikoak.

J.M. Aizpurua: Bai, baina beharbada disoziatu egiten da.

U. Ugalde: Hori da; disoziazioa da. Eta gero beste ezaugarri bat dago hor: badaudela interes batzuk produktu-mota bat saltzeko. Eta horiek beti erabiliko dute kimikaren kontrako topiko hori; produktu naturalak direla, ez direla kimikoak eta abar. Kimikaren kontrako

argudio horiek erabiliko dituzte interes jakin baten zerbitzura. Xaboieta, kosmetika, oro har, elikagaietan eta abar; gizarteko mugimendu bat baino gehiago, topikoaren erabilera bat da. Egia da jendeak adierazten duela kimikaren aurkako hainbat gauza, baina gero eguneroko portaeran ikusten da jendea berdin zaiola, eta askotan kimikaren alde jokatzeko duela. Ikusi besterik ez dago hartzen ditugun erabakietan zenbateraino jotzen dugun substantzia sintetikoetara. Kontu garrantzitsuak ez direnean, igual ez, baina garrantzitsuak direnean, substantzia kimikoetara jotzen dugu. Gauza bera gertatzen da medikuntzarekin: medikuntza naturala, erdi-ondo zaudenean, belar bat ematen dizute eta



“Kimikak arazo batzuk sortu ditu, baina arazo horiek konpontzen jakingo duena kimika bera izango da. Ezin da dena debekatu”

Marian Iriarte

Kimika Fisikoko irakasle titularra EHUko Donostiako Kimika fakultatean. Polimeroetan aditua da. Zientziari buruzko iritzi-zutabeak idazten ditu Berria egunkarian.



“Unibertsitatetik pasa den gizartearen proportzioa gero eta handiagoa da, eta gure lana ondo samar egiten badugu, pixkanaka, infiltrazioz, ikuspuntu zientifikoa gailenduz joango da”

Jesus Mari Aizpurua

EHUko Kimika Organikoko katedraduna, Donostiako Kimika fakultateko irakaslea eta Joxe Mari Korta zentroko ikertzailea. Molekula organikoetan aditua da, hau da, farmakoen eta beste molekula askoren sintesi-metodoetan.



“Komunikabideen mezuak indartsuak dira. Gure ikasleek ere, nahiz eta kimikariak izan, hedabideetan agertzen dena adierazten dute”

Unai Ugalde

EHUko Donostiako Kimika fakultateko irakasle titularra da, eta ikertzailea Biokimikan eta Biologia Molekularreko laborategian. Biokimikan aditua da, eta gastronomia molekularren munduari ere gertutik jarraitzen dio.

hartzen duzu, baina minbizia baldin badaukazu, zuze-
nean onkologikora joaten zara, eta belarrak saltzen diz-
kizuna ere joaten da.

Publiko orokorrak ulertzen al du kimika non dagoen?

J.M. Aizpurua: Jakina ezetz. Gizakiaren izaera natura-
la artifizialtasuna da. Izaki bizidun bat, kontzientea
bihurtzen den unetik (ez adimena, baizik eta kontzien-
tzia duen unetik), bere destinoa artifiziala izatea da.
Natura bere ingurumenetik kanpo ikusiko du, eta natu-
rarekiko erlazioa menderatzeko erlazioa izango da.
Beti. Era batean edo bestean. Historian sua azaltzen da,
eta sua da kimikaren inspirazioa. Badago Michael Fa-
raday kimikariaren hitzaldi ospetsu bat: *The Chemical
History of a Candle*. Kimika natura menderatzeko tres-
narik egokienetako bat da; materia aldatzen du. Eta
materia aldatzen duzun unetik, botere handia dauka-
zu. Ingurumena aldatu egiten du, eta aldaketa hori sa-
rritan (ez bakarrik faktore ekonomikoak sartzen dire-
lako), arriskutsua da berez. Azkenean, kutsadura eta
horrelakoak gertatzen dira. Hor daude; egia dira, ez dira
konspirazioak; hori onartu beharra dago. Hori onartu-

ta, ikusi beharko litzatekeena da zer neurritan garen
gauza gu, kimikako irakasle edo trebatzaile bezala, gi-
zartean egoera horren kontzientzia pizteko.

Argi dago gizartean bestelako kontribuzio askoz ere
azalekoagoak egiten direla (oro har, profesio liberalak
izaten dira: abokatuak, arkitektoak eta zenbait senda-
gile); kimikarion aldean kristoren prestigio soziala dute,
baina benetan munduan duten eragina askoz ere ba-
xuagoa da. Hori ikusi beharko da zergatik den.

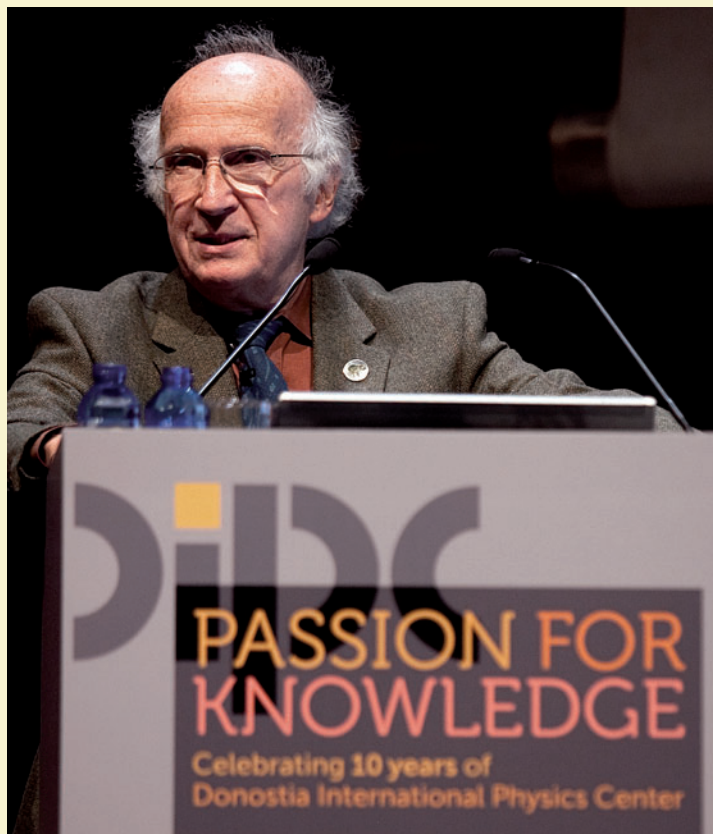
Eta polimeroen esparrutik nola ikusten duzue?

M. Iriarte: Kimiko adjektibo peioratiboa bada, polime-
roen kasuan nabarmena da *plastiko* hitza esaten badu-
zu, *vade retro*. Ikasleei esaten diet: konturatzen zarete
zuen inguruan zenbat gauzatan erabiltzen duzuen? Ki-
mikak arazo batzuk sortu ditu, baina arazo horiek kon-
pontzen jakingo duena kimika bera izango da. Kutsa-
dura eta toxikotasuna eta egon diren istripuak eta bes-
telakoak konpontzen zeinek irakatsiko du? Kimikak
berak jakingo du nola egin behar den lan eta zer neu-
rri jarri behar diren, modu seguru batean egin ahal iza-
teko. Ezin da dena debekatu.

Kimikaren onurak

2010ean, Nobel saridun asko etorri ziren Donos-
tiara DIPC zentroak antolatutako Passion for
Knowledge kongresuan parte hartzera. Tartean,
Roald Hoffmann 1981eko Kimikako Nobel sari-
duna etorri zen, eta kimikari buruzko hitzaldia
eman zuen. Hitzaldiko une batean, Hoffmannek
egoera hau azaldu zuen: “imajina ezazue Estatu
Batuetako parlamentuan minutu gutxi batzuetan
kimikaren onurak zein diren azaldu behar
dudala (hori ez da gertatuko, parlamentuko jen-
deak ez baitu entzun nahi zein diren kimikaren
onurak) [...]. Imajinatu egoera hipotetiko hori”.
Hoffmannek adibide bat erabili zuen, umeen osa-
sunarekin zerikusia duena. “Umeen artean min-
bizi-kasuak urriak dira —esan zuen—, baina ga-
ratutako herrietan minbizia da umeen heriotza
eragiten duen bigarren kausa nagusia, istripuen
atzetik”.

XX. mendean minbizi baten diagnostikotik bost
urtera bizirik iraun duten Estatu Batuetako
umeen kopurua azaldu zuen Hoffmannek grafiko-
ki. Onkologoak erradioterapia erabiltzen hasi zi-
renean, bigarren mundu-gerra bukatuta, kopuru
hori handitu egin zen, baina oso gutxi, % 20 edo
gutxiago baino ez, minbizi-motaren arabera. Ki-
mioterapiak, berriz, hobekuntza askoz handiagoa
ekarri zuen hamarkada batzuk geroago, kopurua
% 75-90 handitu baitzen. “Kongresista guztiek
ulertzen dute hori”, esan zuen Hoffmannek.



ARG.: ALEX ITURRALDE

Hemen gure inguruan oso nabarmena da erraustegiaren aurrean dagoen portaera. Eztabaidatzea zaila da; lehenik eta behin, azaldu beharko zenuke zer erreakzio gertatzen diren, iragazte-sisteman zer galtzen den eta beste gauza asko. Jendearen argudioa da hortik dioxinak ateratzen direla eta oso txarrak direla. Dioxinak beste hainbat lekutan ere agertzen dira; neurtuko bage-nu kale estu batean trafikoa dagoenean zenbat dioxina dauden, harrituko ginateke.

J.M. Aizpurua: Kimiofobia selektiboa ere badago. Gazte bat kalean doa jai egun batean Donostian, hurbiltzen zaio ezezagun bat eta eskaintzen dion edozein gauza onartzen du; eta hori bai dela produktu kimiko tipiko bat, droga bat. Baina produktu kimikoak E-222 izena badu janari batean dagoelako, haserretu egiten da gaztea. Pertsona bera da.

U. Ugalde: Nik uste dut beste herri askotan ez dute-la gurean bezain jarrera agresiboa. Errausketa-zentroak askoz errazago jarri dituzte Alemanian, adibidez. Nik uste dut aurreko hamarkadetan izan dugun industriaren irudia orain ordaintzen ari garela. Papergintzaren ondorioz, Gipuzkoako ibai gehienak guztiz kutsatuta zeuden, eta ke asko sortzen zen; Bilbo inguruan, galda-

“Aurreko hamarkadetan izan dugun industriaren irudia orain ordaintzen ari gara. Papergintza Gipuzkoan; Bilbo inguruan, burdingintza”

UNAI UGALDE

tegiekin burdingintzan ikatz asko erretzen zen, euri azido asko zegoen, eta nik badakit arropa ezin zela at-
era lehortzera guztiz erreta geratzen zelako. Hori ez da kimikaren ondorioztat hartzen, baizik eta hemengo une historiko horretan lehiakorrek izateko modutzat. Erregulazio gutxiagorekin edo batere gabekoekin gauza asko egiteko aukera izan genuen, eta lan-orduak nahi-ko merkeak ziren. Horrekin aberastu egin ginen, eta orain gauden puntura horri esker iritsi gara. Orain hasi gara horren aurrean neurriak hartzen. Gure belaunaldiak eta aurrekoek ezagutu dute horren eragina zein



izan den. Beraz, kimikaren irudia ez da oso objektiboa izaten. Historiak eragin handia izan du. Nik uste dut hemendik 10-15 urtetara zaborrak arazorik gabe erraustuko ditugula.

“Kimikariorioi toki askotatik deitzen digute. Diziplina askotan hartzen dugu parte. Materialak aldatu, moldatu egin behar direnean, gure deitzen digute”

JESUS MARI AIZPURUA

Kimika zientziaren ikonoa bihurtu da kasu askotan. Adibidez, zientziaren ideia adierazten duen irudi bat kimikako laborategiko tresna bat izaten da askotan (saiodi bat, esate baterako).

J.M. Aizpurua: Bai. Noski, errazagoa da argazkia ateratzea materia-puska bati uhin elektromagnetiko bati

baino, adibidez. Gero eta gehiago ikusten da. Zientzian izan diren azken garapen garrantzitsuenekin (nanoteknologia eta abar) gauza bat gertatzen da. Kimikariorioi irudipena dugu fisikariak, esate baterako, kimika berriro aurkitzen ari direla. Nanoobjektuak egiten dituzte, eta guk nanoobjektuak aspalditik egin ditugu. Jakina, ez da gauza bera: nanomanipulazioa beste gauza bat da.

Niri iruditzen zait kimikariorioi toki askotatik deitzen digutela. Diziplina askotan hartzen dugu parte. Pertsona bat sendatu behar denean, diagnosa medikuek egiten badute ere, sendatu (kirurgia aparte utzita) kimikari batek egindako substantzia batek egiten du. Materialak aldatu, moldatu egin behar direnean, guri deitzen digute. Ingurumena kuantifikatu behar denean, han egon behar dugu. Alde horretatik, kimikaren ikonoak errealitate bat adierazten du. Hori errebindikatu beharko genuke. Nanoegituren kasuan, adibidez, gauza miragarriak egiten adituak izan behar dugu. Pozioen jauntxoak izatetik materiaren bitxigileak izatera pasatu gara. Ikono hori adituen artean onartuta dago, baina gizartean ez. Nanomanipulazio horiek ez dira gizartera iristen.



U. Ugalde: Askotan esaten da kimikari batek “formula” bat atera duela. Alkimiaren irudia agertzen da hor. Bitxia da nola jendeak misterio bat ikusten dion “formula” horri. Asko aberastuko duen misterio bat da, eta gero patenteen kontua dago eta abar. Batzuetan jendeak kimikarien aurka hitz egiten du, baina formula hitza agertzen denean, konnotazioa ona da beti. Dirua da formula. Alkimiaren urre gisa irudikatzen du jendeak. Horregatik, anibalentzia ikusten diot kimikari.

“Askotan esaten da kimikari batek ‘formula’ bat atera duela. Bitxia da nola jendeak misterio bat ikusten dion ‘formula’ horri”

UNAI UGALDE

J.M. Aizpurua: Anekdotak bat: Joxe Mari Korta zentroa, noizbehinka, ingeniariak etorri dira laborategira, eta egon izan dira esperimendu batzuk egiten patente baten atzetik ari zirenean. Prestatu dituzte substantzia berri batzuk, nahiko xinpleak, haiek kimikariak izan

gabe. Eta esaten diet: “Badakizu hor duzun substantzia hori unibertsoan inoiz ez dela egon, eta historia osoan lehendabiziko aldiz eskuan izan duena zu izan zarela?”. Harrituta geratzen dira. Kimikariok gure aztergaia sortu egin dezakegu.

M. Iriarte: Eta horren atzetik analisisa dator. Azken 50-60 urteotan aurrerapen askoren artean, nabarmenagoa da teknologiarena zientziarena berarena baino. Zientziaren enbor nagusiak edo oinarri nagusiak, asko eta asko behintzat, XIX. mendearen bukaeran erabakita zeuden, baina aurrerapen izugarria izan dira teknika instrumental berriak, hau da, erresonantzia, infragorria, ultramorea eta beste hainbat. Kaleko jendea arduratuta dago, adibidez, nonbait berun-kantitate bat dagoelako. Eta orain dela urte batzuk horrelako aparatuek eta teknikak eduki izan bagenitu, eta neurtu izan bagenu, esate baterako, erromatarrek edalontzietan zuten berun edo artseniko-kantitatea, eskuak burura eramango genituzke.

J.M. Aizpurua: Hori oso interesgarria da; ekartzen du absolutuaren eta erlatiboaren dikotomia, naturalaren eta artifizialarena bezalakoa. Jendeak erabat sinesten du homeopatian; zuk frogatu diezaiokezu hor ez dagoela molekula bakar bat ere. Jende askorentzat, propietate bat duen substantzia bat edukitzeak esan nahi du berez substantzia horrek dituen ezaugarriak edo egin ditzakeen kalteak hor azaldu behar direla. Eta guk



Kimika, nanoteknologia baino hamar aldiz txikiagoa

EHuko Jesus Ugalde kimikariak ere buelta eman nahi izan dio kimikaren ideiarri. “Modak zerbaitetarako balio izaten du. Gaur egun dugun moda bat baliatuko dut nire ustez kimika zer den esateko”, dio. Moda hori nanoteknologia kontzeptuaren erabilera da. Hitzetik hortzera dabilen hitza da. Ugaldek dioenez, eskala nanoan egiten den materialaren kontrola eta manipulazioa dela esaten zaio jendeari. Nano esaten dugunean, nanometroaz ari gara, 10^{-9} metroz, alegia (0,0000000001 metro).

“Bada, kimika horixe bera da —materialak kontrolatzea, eraldatzea eta ezagutzea—, baina ez eskala nanometrikoan, baizik eta hamar aldiz txikiagoa den eskala batean, angstromaren eskalan. Eta materiala transformatzea esaten dugunean, ez dugu esan nahi burdina-puska batetik beste burdina-puska bat sortzea, baizik eta burdinatik burdin oxidoa sortzea, adibidez”.

Prozesu hori da, hain zuzen ere, materiala atomoaren eskalan eraldatzea, eta atomoek angstrom gutxi batzuetako tamaina dute. Hortaz, nanoteknologiak baino hamar aldiz tamaina txikiagoan eragiten du kimikak. “Nolabait ere, esan dezagun hamar aldiz zailagoa dela. Eta hori duela lau mende jadanik egiten zen. Nanoteknologia azken 20-30 urteotan egiten da”, dio Ugaldek.



ARG.: JUAN CARLOS RUIZ/ARGAZKI PRESS

tresnak ditugunean eta frogatzen dugunean hori guztia erlatiboa dela eta mailakatzeko bat badagoela, mezu hori ez da iristen. Haienez, badago edo ez dago.

Metanolak itsutzen du? Edo hil egiten du? Erantzuna: bai. Sagardoak metanola dauka? Bai. Zuk erabili dagoen analisi-teknika, eta beti aurkituko duzu metanola. Sagardoak itsutuko zaitu? Ez. Nola da posible? Kimikari batentzat posible da; kalean sagardoa erostera doan norbaitentzat ez. Hori nola konponduko dugu? Inork ez du gezurrik esaten. Dena egia da.

M. Iriarte: Gero Internet dago. Informazio-iturri izugarri ona da, baina bere neurrian. Liburu okerrenak ere pasa ditu kontrol batzuk; argitaletxe bat dago, norbait gainbegiratu du. Interneten edozer gauza jar daiteke. Irizpide minimo bat izan behar duzu gauza horiek irakurtzeko garaian. Askotan ez duzu irizpide hori jakintza-maila hori ez duzulako.

“Metanolak itsutzen du? Edo hil egiten du? Erantzuna: bai. Sagardoak metanola dauka? Bai. Sagardoak itsutuko zaitu? Ez. Kimikari batentzat posible da.”

JESUS MARI AIZPURUA

J.M. Aizpurua: Dikotomia hori hausteko, erantzuna hezkuntza da; zientzia, zientzia eta zientzia. Nik uste dut itxaropentsuak izan behar dugula; zorionez, gizartearen hezkuntza-maila eta, esate baterako, unibertsitateetik pasa den gizartearen proportzioa gero eta handiago da, eta gure lana ondo samar egiten badugu, pixkanaka, infiltrazioz, ikuspuntu zientifikoa gailenduz joango da.

U. Ugalde: Edo ez dugu lortuko. Ez dut uste hezkuntzaren indarra publizitatearena baino handiagoa izango denik inoiz. Eta komunikabideek mezu kontrajarriak botatzen dituzte, bata bestearen ondoan. Duela gutxi, albistegi batean kontatu zuten fabrika batekoek autobusak jarri zituztela jendea lanera autorik gabe joateko, eta hurrengo albistea zen Iruñeko automobilgintzako plantako produkzioa handitzen ari zela eta hori oso berri ona zela. Ez dago inolako arazorik; bi berriak eman zituzten bata bestearen atzetik. Horiek mezu indartsuak dira: irudiak, hitza eta abar. Kimikan berdin; batek esan dezake kimikari batzuek formula bat garatu dutela zerbaiterako, eta hori mezu ona da, eta hurrengoak hitz egin dezake kutsadurari edo elementu toxikoei buruz. Gu anibalentzia horrekin bizi gara. Eta nik



ez dut uste gaur egun dugun hedabideen kudeaketarekin lortuko dugunik jendeari gauzak argitzea.

Gure ikasleek ere, nahiz eta kimikariak izan, hedabideetan agertzen dena adierazten dute. Gai dira bereizteko azterketak gainditzeko irakasten dieguna, eta, al-diz, daukaten iritzia hedabideen arabera eratzten dute. Ikasketetan askoz geroago garatzen dute irizpide bat. Harrigarria da pertsona batek ikasteko aukera izatea eta horrek eraginik ez izatea bere iritzietan; bada, hori gertatzen da. Nik uste dut zaila izango dela kimikaren irudia aldatzea. Baina egoera aldatzen denean, agian, kimikak irudi hobea izango du.

“Iruditzen zait sukaldaritzan kimika erabiltzea modernotasun-adierazpen edo -ikur bat bihurtu dela, eta Ferran Adrià izan da ikur hori eskuratu duena”

UNAI UGALDE

Aipatzen duzuen “formula” hori sukaldaritzaren munduan errejeta bihurtzen da, eta errejeta horren barruko osagaiei oso gertutik begiratzen diete produktu kimikoak ez erabiltzearen aldekoek, Santi Santamaria sukaldariak kasu.

U. Ugalde: Arazoa baino, polemika izan da. Eta nik analisi bat egiten dut Santamariaren polemika horrekin. Ni ez naiz aditua horretan, baina iruditzen zait sukaldaritzan kimika erabiltzea modernotasun-adierazpen edo -ikur bat bihurtu dela, eta Ferran Adrià izan da ikur hori eskuratu duena, eta aprobetxatu eta landu egin duena. Egia esan, asko landu du, eta meritu handia du egin duen horregatik. Baina horrek esan nahi du nolabait “arte” hori ez daukana joko kanpo geratu dela. Gaur egun, badaude hainbat sukaldari horretan sartu nahi dutenak, eta nolabait kimikari batekin kontaktuan daudenak edo lagun dutenak gauzak egiteko; sukaldariek ate hori ezagutzen dute, baina kimikarien aholkularitza izaten dute. [Donostiako Kimika] fakultate honetako hainbat kimikari bagaude haiekin lanean (batzuetan, deitzen digutenean). Baina beste asko kanpoan gelditu dira, baliabide hori erabili ez dutelako. Eta, nire ustez, kontraerasoa egin dute. Kimika kaltegarria dela, txarra dela..., eta topiko guztiak erabili dituzte.

Ni ez naiz ez horren aldekoa, ez kontrakoa. Ni borroka horren lekukoa naiz. Baina gero ikusi da haietako batzuk, nahigabe edo konturatu gabe, “kimika” erabil-

tzen ari zirela. Nire ustez, polemika hori ospea irabazteko estrategia bat da, eta batzuek, kanpoan geratu direnez, argudioen multzo bat bilatu dute publikoa polarizatzeko. Baina ez dut uste bi sukaldaritza-motak kontrajarriak daudenik.

Egia da sukaldaritza “kimikoak” pare bat gauza dituela. Alde batetik, ematen du haiek zerbait berria aurkitu dutela, baina metodo horietako asko jada industrian egiten ari ziren: liofilizazioa, gasen erabilera eta abar. Hamarkadak eta hamarkadak izan dira industrian horrelakoak erabiltzen hasi zirenetik. Eta sukaldari hauek merkatua irabazteko erabiltzen dituzte, haien aurkuntzak balira bezala. Baina azken finean, horretara iritsi diren azkenak dira, elikagaien industriak aspalditik erabiltzen dituelako.

Bestalde, sukaldaritza kimikoak produktu artifizialak baino gehiago “artifizioa” erabiltzen du. Melokotoizko



kabiarra eta izozki beroak eta hau eta bestea asmatu dituzte. Niri ez zait gaizki iruditzen artifizioa; nolabait distraitu behar dugu.

J.M. Aizpurua: Kimika harridura sortzeko zientzia aproposena da, kolore-aldaketak eta abar egiteko. Magoek batzuetan deitzen digute, adibidez, ke berdea sortu nahi dutenean. Ezinbestekoa zaie kimikariei deitzea. Niri gertatu zait; Txirri, Mirri eta Txiribiton EITBn grabatzen hasi zirenean, deitu egin zidaten uraren kolore-aldaketa bat egiteko. Azkenean, efektu berezi batzuk egiteko metodoak dakizkigu kimikariok.

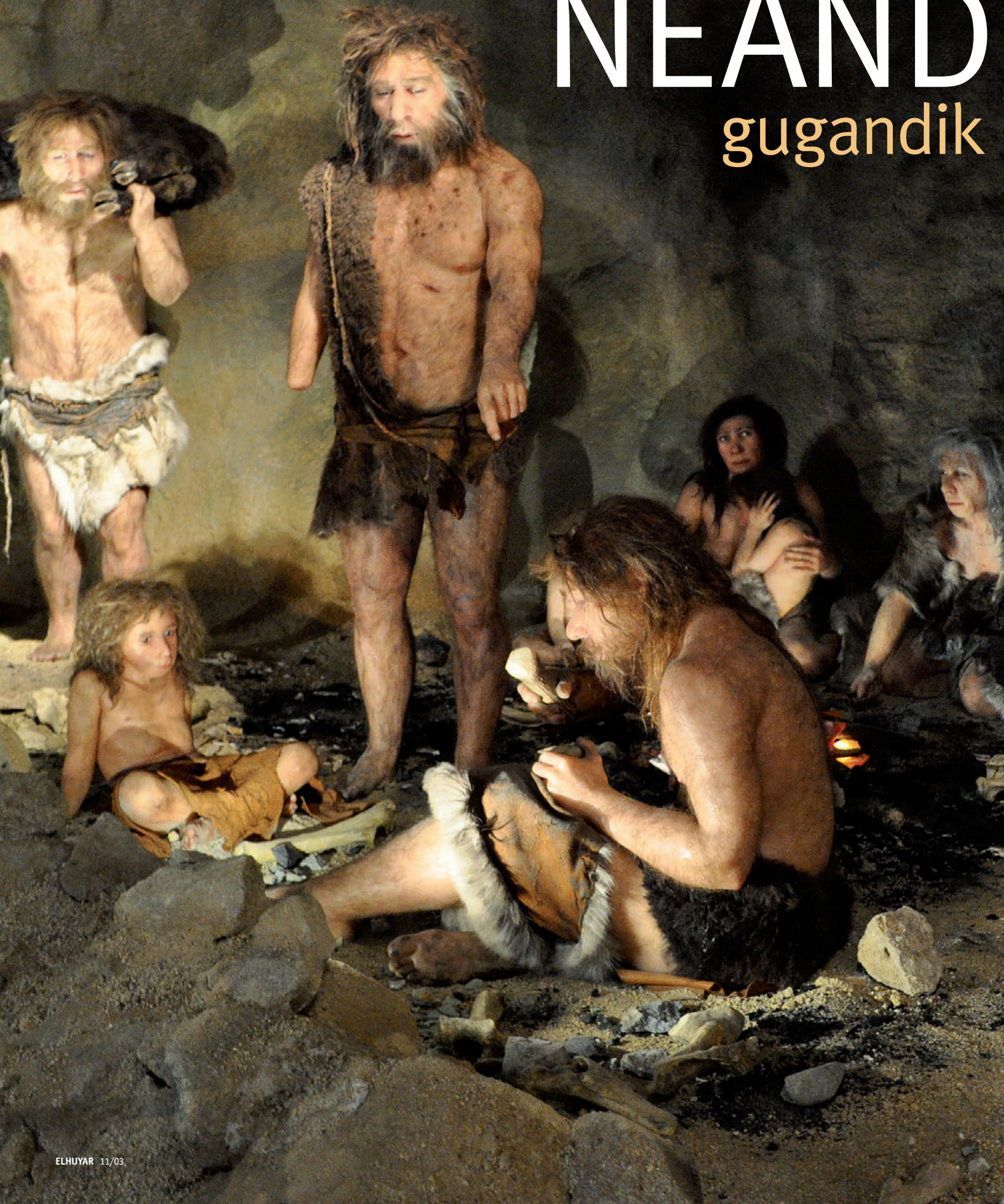
Dena dela, gogoratzen naiz txikia nintzenean 2000. urtea zela iragarpenen muga. Argi zegoen autoek ez zutela gurpilik izango; edozer gauza gertatuz gero, transplante bat egingo zutela eta kito. Eta beste kontu bat zegoen: jateko, hodi batetik ateratzen zen pasta izango genuela, astronautek bezala. Otordua desagertu egin-

go zen. Eta gertatu dena, hain justu, erabat kontrakoa izan da; sukaldaritzan egiturak, koloreak, elaborazioak, sofistikazioak eta horrelakoek hartu dute indarra. Kultura tradizionalak duen altxorra aztertu dute, logikoa den bezala, eta alkimiatik kimikara pasa behar izan dute. Aurkitu dute janariak molekulak direla. Beraz, kimikariekin hitz egin behar izan dute. Sukaldaritzan gertatzen diren prozesu sotilak eta finak (mikrohidrolisi batzuk, aldaketa konformazionalak eta energia baxuko beste aldaketa batzuk) ulertu behar zituzten. Egia esan, kimikariontzat sistema konplexuegiak dira, baina lankidetzan horretatik aterako dira gauzak. Etorkizuneko aukerako eremu bat da. Zientzia huts gisa saltzen bada, ez dakit zertan geratuko den, eta superstizio huts gisa saltzen bada ere, gauza bera. Lankidetzan oso bitxi bat egin beharko da. Ikusiko dugu. ●



NEAND

gugandik



ERTALAK

ez hain desberdinak

ANA GALARRAGA AIESTARAN
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



JOHANNES KRAUSE/KAPRINAKO NEANDERTALEN MUSEOA

Zientzia-aldizkari eta aditu askorentzat, neandertalen genomaren deskodetzea izan zen iazko albiste garrantzitsuenetako bat. Horrez gain, ikerketa gehiago plazaratu dira azkenaldian, eta guztiek neandertalak hobeto ezagutzea ekarri dute. Horren ondorioz, haien gaineko ikuspegia aldatu egin da: uste zuten baino aurrerratuagoak, garatuagoak eta sofistikatuagoak zirela frogatzen ari dira ikertzaileak.

Science aldizkariak 2010eko maiatzean argitaratu zuen neandertalaren genomaren analisia, artikuluko gehigarri batekin batera. Max Planck Institutuko Svante Pääbo genetikiariak gidatu zuen sekuentziazioa, eta oihartzun handia izan zuen, batez ere gure genomaren neandertalen geneak topatu izanak.

Izan ere, azken urteotan behin eta berriro azaleratu da hibridazioari buruzko galdera: garai batean Europako zenbait eremutan biak bizi izan zirela erakusten duten aztarnak aurkitu direla aintzat hartuta, izan ote zen gurutzaketarik haien artean?

Sciencen aurkeztutako lanaren arabera, erantzuna baiezkoa da. Hain zuzen ere, neandertalaren genomaren % 60 sekuentziatu zuten. Gero, gaur egungo bost pertsonarekin alderatu zuten. Hala, ikusi zuten gaur egungo gizakiek neandertalen gene batzuk gordetzen zituztela haien genometan, afrikarrek izan ezik.

Hori azaltzeko hipotesi sinetsagarriena da neandertalak eta gaur egungo gizakiaeren arbasoak gurutzatu egin zirela, hauek Afrikatik atera ondoren eta Eurasian hedatu aurretik. Gurutzaketa duela 100.000-50.000 urte gertatu zela kalkulatu dute, Asia Hurbilean. Aztarna arkeologikoak bat datoz kalkulu genetikoekin. Hala ere, hibridazioa nahiko mugatua izan zela uste dute ikertzaileek.



Joseba Rios

Joseba Rios arkeologian doktorea da. Neandertal gizakian espezializatuta dago eta Goi Paleolitoan ere aditua da. Orain, Kantabriako Unibertsitateko irakasle da.

ARG.: JOSEBA RIOS.

Ez zen, dena den, ikerketa hartatik ateratako ondorio bakarra izan. Ezta azkenaldian neandertalen gainean egindako ikerketa garrantzitsu bakarra ere. Izan ere, genetikariekin batera, arkeologoak, paleontologoak, antropologoak eta beste zenbait arlotako ikertzaileak ere lanean ari dira, eta gizaki haiek hobeto ezagutzeko datu baliagarriak ematen ari dira.

Esate baterako, neandertalak haragijale hutsak zirelako ustea ezeztatzen duen artikulua bat argitaratu dute duela gutxi PNAS aldizkarian. Washingtongo antropologo eta arkeobiologo batzuk dira egileak, eta Irakeko eta Belgikako haitzulo banatako neandertalen hortzetako arrastoetan oinarritu dira beren ikerketa egiteko.

Zehazki, landare-jatorriko arrastoak ikertu dituzte, eta beren dietaren parte zirela frogatu dute.

Landare eta hazi haietako batzuk gaur egun ere jaten dira, eta, gainera, sutan egin zituztelako azarnak aurkitu dituzte. Horrenbestez, inguruan zituzten landare jangarriak aukeratzeko eta digeritzeko errazagoak izan zitezen haiek eraldatzeko gai zirela baieztatu dute ikertzaileek. Gure arbasoek egiten zuten bezalaxe, hain juxtu.

Puzzlea osatu ahala, ikertzaileek gero eta hurbilago ikusten dute neandertala.

Neandertalei buruz egiten den ikerketa bakoitza pieza bat da haien puzzlean, eta, oro har, puzzlea osatu ahala, ikertzaileek gero eta hurbilago ikusten dute neandertala. Alegia, ikertzaile gehienek iritziz, ez dira lehen uste zuten bezain desberdinak gugandik. Are gehiago, batzuen ustez, gu eta haiek izan gintezkeenak baino are antzekoagoak izango ziren gure arbasoak eta neandertalak.

PARADIGMA-ALDAKETA

Uste horretakoa da, adibidez, Joseba Rios arkeologian doktorea. Neandertal gizakian espezializatuta dago; orain Kantabriako Unibertsitateko irakaslea da, eta, horren aurretik, 2009ra arte, ikertzaile-lanetan aritu zen Max Planck Institutuan, pare bat urtez. Beraz, bertatik bertara eza gutzen du neandertalaren genomaren azterketak-lana.

Horrez gain, Goi Paleolitoko ikertzailea ere bada Rios; izan ere, oso garrantzitsua iruditzen zaio neandertalak desagertu ondoren zer gertatu zen

2010an *Science* aldizkarian neandertalaren genoma aurkeztu zuen ikertzaile-taldea, neandertal baten hezurduraren maketa baten inguruan. Hezurduraren atzean, Svante Pääbo, Max Planck Institutuko genetikaria, sekuentziazioa gidatu zuena.

ARG.: FRANK VINKEN/MAX PLANCK INSTITUTUA.



jakitea, neandertalei buruzko informazioa behar bezala interpretatzeko. Dioenez, “hasieratik, neandertalak beti gurekin alderatu ditugu; alderaketa horretatik ateratako ondorioak dira neandertalez dugun ikuspegiaren oinarria. Hortaz, eboluzionismotik etorritako aurreiritzi asko daude. Lehen pentsatzen zuten: espezie hori desagertu egin zen, eta, beste batek, gureak, aurrera egin du. Horrek esan nahi du gu hobeak garela. Ikuspuntu horretatik, ulertzekoa da neandertalak izaki primitiboak eta gutxi garatuak zirela uste izatea”.

Uste horrek ekarri du gaur egun egiten ari diren aurkikuntzak hain harrigarriak izatea askorentzat. Riosek sua erabiltzearen adibideari heldu dio: “Neandertalek sua menderatzen zutela jakin zenean, kristoren albistea izan zen. Zergatik? Horretarako gaitasunik ez zutelako aurreiritzia zegoelako. Baina, berez, ez da hain deigarria edo berezia, gizakiek sua erabiltzen zutela erakusten duten lehen aztarnak duela 600.000 urtekoak baitira”.

Orain hau da galdera: “Neandertalak gizakiak ziren, baina gu bezain gizaki?”

Bestalde, Riosek ohartarazi du ez dela zuzena neandertalari buruz hitz egitea, denak talde homogeneo bat osatuko balute bezala. Denbora igaro ahala, eta geografikoki zuten banaketagatik, aldaerak sortu ziren, eta denek ez zuten bizi-modu, industria, antolamendu berdina. Riosen ustez, “kulturalki ere desberdinak izango ziren elkarren artean”. Hortaz, sua menderatzen zutela esatean, zehaztu egin beharko litzateke zeintzuk; “bestela, gizaki modernoak ordenagailuak egiten eta erabiltzen dakiela esatea bezala da, eta egia da batzuek badakitela, baina beste askok ez, eta, noski, duela 50 urte inork ez zekien”.

Hori garbi utzita, orain dagoen galdera honako hau da, Riosen esanean: “Neandertalak gizakiak ziren, baina gu bezain gizaki?” Eta jarraitu egiten du: “orain badakigu 10.000 urteko denbora-tartean bi gizaki-mota egon zirela bizitzen Europan. Seguru asko, ez zuten kontaktu handirik izango, baina ziur nago kontaktua izan izan zutela. Zenbateraino ziren antzekoak? Horren atzean dagoen galdera hau da: Zer da gizatasuna? Guk badugu eredu bat, gurea; gu geu gara eredu. Bada, orain aukera dugu beste batekin



ARG.: JOHANNES KRAUSE/KAPRINAKO NEANDERTALEN MUSEOA

alderatzeko, eta, alderaketa horretatik, gutaz gehiago jakiteko”.

Beste zientzialari batzuk bezala, Riosek bere buruari galdetzen dio ea neandertal batek eta gure arbaso batek topo eginez gero, bestea espezie berekotsat hartuko ote zuten. Erantzunik gabeko galdera da.

GENETIKAREN EKARPENA ETA BESTE

Asko eztabaidatu da neandertala *H. sapiens* espeziearen subespezie bat den, edo *Homo* generoaren espezie bereizi bat, baina oraindik ez dago erabateko adostasunik. Riosen iritziz, nondik begiratzen zaion da kontua: “Espezieak bereizteko, paleontologian eta paleoantropologian, hezurren morfologiari begiratu zaio, eta, alderdi horretatik, ez dago inolako zalantzarik espezie desberdinak direla. Genetikaren aldetik, ordea, ez dago hain garbi, inondik inora ere. Baina genetika ez da inoiz erabili espezieak bereizteko”.



Marco de la Rasilla eta Svante Pääbo
Asturiasko El Sidrón haizuloan.
ARG.: EL SIDRÓN IKERKETA TALDEA.

Edonola ere, azken urtetotan genetikak ekarpen handiak egin ditu, eta emaitza batzuek aparteko oihartzuna izan dute, nahiz eta, batzuetan, ez diren erabakigarriak izan. Adibidez, FOXP2 genearen gure aldaera berbera zutela frogatzeko neandertalen hitz egiteko gaitasunari buruzko eztabaida berpiztu zuen.

Itziar Laka EHUko hizkuntzalariak azaldu duenez, gene hori zuzenean lotuta dago hizkuntzarekin, eta baita mugimenduak planeatzeko eta sekuentziak konputatzeko ahalmenarekin ere. Beraz, gauza batzuetan gure parekoak izan zitezkeela iradokitzen du aurkikuntza horrek, baina ikertzaile gehienek onartzen dute gene jakin bat izatea, berez, ez dela nahikoa ezer frogatzeko.

Hala ere, Riosek ez du zalantzarik hizkuntzari buruz: “Neandertalek transmisio kultural konplexua zuten, adibidez, harria lantzeko teknika. Eta 200.000 urte baino gehiago iraun zuen, eta moldaketak egon ziren, garapen historiko bat... Horretarako, ezinbestekoa da hizkuntza

bat izatea. Beharbada beste era batera hitz egin-gozuten, baina gure artean ere hizkuntza-aniztasun handia dago, eta denak dira hizkuntzak. Bada, haiek ere izango zuten berea”.

ERANTZUNAK TOPATU, GALDERAK SORTU

Hain juxtu, kulturaren alderdia da Rios gehien erakartzen duena: “Neandertalen artean zenbait kultura zeudela ikusi dugu, eta ez zirela ingurura egokitzeko sortutako moldaera hutsak. Adibidez, Euskal Herrian egin dugun azterketa baten arabera, garai batean, ahuntzak ziren baliabide ugariena; hala ere, neandertal haiek oreinak ehizatzen zituzten. Talde hura, kulturalki, orein-jalea zen”.

Neandertalek transmisio kultural konplexua zuten, eta, horretarako, ezinbestekoa da hizkuntza bat izatea.

Kulturaren eragina nabarmentzen du Riosek. Haren iritziz, “nahikoa da talde batek arau bat izatea, eta, adibidez, adin jakin batera arte ez uztea neskei haurrak izaten, azterketa biologikoek edo genetikoek iradokitzen dutenaz bestelako bilakaera izateko”. Horrenbestez, ondorio zuzenak ateratzeko, alderdi guztiak hartu behar dira kontuan, osagarriak baitira.

Esaterako, Asturiasko El Sidrón-eko aztarnen analisi genetikoa egin dutenean, ohartu dira arren arteko ahaidetasuna emeen artekoa baino askoz ere handiagoa zela. Hortik ondoriozta daiteke taldetik kanpoko emeak aukeratzen zizutela haurrak izateko. Bada, lehen aldia da ikerketa genetiko batek portaerari buruzko aztarnak ematen dituen. “Hori bai, ezin dugu orokortu eta pentsatu beste leku edo garai bateko neandertal-taldeek ere berdin jokatzen zutela”.

Eta erantzun batzuk topatzen badituzte ere, misterio berriak agertzen zaizkie ikertzaileei. Azkena, Denisova gizakia. Siberiako Denisova haizuloan gizaki baten fosilak aurkitu zituztenean, ez zuten nahikoa datu neandertalarenak edo gureak ziren erabakitzeko. Orain, Max Planck Institutuak analisi genetikoa egin du, eta, horren arabera, baditu antzekotasunak neandertalekin, eta gizaki modernoarekin ere gurutzatu zela dirudi. Baina ez dira ez batarrenak ez bestearenak. Alegia, espezie berri batek dira. “Soka luzea ekarriko du”, dio Riosek, jakinmina ezkutatu ezinik.

NEANDERTALAK, BERTAN

Duela milaka urte, neandertalak bizi izan ziren gaur egun Euskal Herria deitzen diogun lurraldean. Joseba Riosek azaldu duenez, Euskal Herria oso aberatsa da neandertalek utzitako arrastoetan, baina eskasa fosiletan (hezurrak, hortzak...).

Aztarnategi asko daude. Esate baterako, Iparraldean oso ezagunak dira Isturitz eta Gatzarria. Nafarroan, Abauntz eta Koskobillo. Gipuzkoan, Lezetxiki da onena, neandertal zaharren eta ziurrenik *Homo heidelbergensis*aren arrastoak ere bai baititu, baina baita neandertal berriagoenak ere; halaber, badaude aire zabaleko aztarnategiak, adibidez Irikaitz. Araban, Arri Illorko koba da garrantzitsua. Azkenik, Bizkaian, Kurtzia dago aire zabalean, eta haitzuloen artean, Axlor eta Arlanpe daude, besteak beste.

Rios Axlorreko azterketa arkeologikoaren zuzendaria izan da, eta, haren esanean, huraxe da aberatsena. Zenbait hagin aurkitu zituen han Joxe Migel Barandiaranek; bat, matrailezurrari itsatsita, eta ondorio esanguratsuak atera dituzte han egindako indusketetatik. Hain zuzen, Axlorren, Arlanpen eta Arrillorren sekuentzia oso handiak daude, zenbait maila arkeologikorekin.

Riosentzat oso baliotsua da sekuentzia hain handiak izatea, bizimodu-aldaketen berri izateko aukera ematen baitute. “Hori esker ikusten ahal dugu ingurune berdintuan zelan bizi ziren hain desberdin”, dio Riosek. Hau da, denboran zehar izan zuten bilakaera ikus dezakete. Baina, horren harira,



Arlanpe haitzuloan industen, iaz. ARG.: JOSEBA RIOS.

“batzuetan historia korapilatu” egiten dela nabarmentzen du Riosek: “ez dugu pentsatu behar bilakaera lineala izan zenik; batzuetan, maila zaharretan jokabide garatuagoak ikusten ditugu maila berrietan baino”.

Adibidez, Axlorreko behe mailetan sua egiten zuten. Egin, eta erabili: berotzeko, janaria prestatzeko eta ingurua antolatzeko. Riosen arabera, jokabide hori “modernotzat” jo

izan da beti, eta azken urteotan ikertzaileek ikusi dute neandertal batzuek ere bazekitela sua kontrolatzen. Horien artean leudeke Axlorren duela 50.000 urte inguru bizi izan ziren neandertalak. Aldiz, haitzulo bereko goi-mailetan, neandertalen aztarna ugari daude, baina ez dago suaren arrasto bakar bat ere. “Garai hartan, kobazulo horretan, ez zuten erabili sua”, azaldu du Riosek. Hori argi badago ere, horren arrazoia ez da sinplea: “Horrela ikusita, badirudi atzerapauso bat eman zutela, baina ez du zertan horrela izan; beharbada beste nonbait egiten zuten sua. Ez dakigu”.

Riosen ustez, Euskal Herrian dauden aztarnategiekin “neandertalen historiaren zati bat ezagutzeko aukera dugu”, batez ere sekuentzia handiak dituztenei esker. Orain Arlanpen ari da industen, historia osatzeko datu gehiagoren bila. ●



Axlorren Joxe Migel Barandiaranek aurkitutako neandertalen haginak. ARG.: BILBOKO ARKEOLOGI MUSEOA.

Hizkuntza- baliabideak, -tresnak eta -zerbitzuak sarean, Elhuyar Fundazioaren eskutik

- ➔ Hiztegi-konsulta eleaniztuna
- ➔ Plugin-ak
- ➔ Euskara-gaztelania hiztegia mugikorrera jaisteko aukera
- ➔ Hizkuntza-konsultak
- ➔ Corpus-baliabideak eta -tresnak
- ➔ Terminologia erauzteko web-zerbitzua
- ➔ I+G+B unitatearen artikulua eta argitalpenak
- ➔ Hizkuntza Zerbitzuen bloga
- ➔ Eta abar



www.elhuyar.org/hizkuntza-zerbitzuak



hizkuntza
ELHUYAR
zerbitzuak

RAPA NUI-N, MUNDUAREN ZILBORREKO KOBAZULOETAN

NAGORE IRAZABAL TAMAYO

Alfonso Antxia Espeleologi Zientzien Elkarteko

Biologian Doktorea

Pazko uhartea —Rapa Nui edo Te Pito o Te Henua (munduaren zilborra) esaten diote bertako biztanleek— Ozeano Bareko lekuri misteriotzuenetakoa bat da. Rapa Nui uhartea ezaguna baldin bada, duda barik *moai*ei esker da; bertako hargin trebeek eskuz eta toki izeneko erremintaren kolpeen bidez basaltozko harrian landu zituzten eskultura ikusgarriak dira *moai*ak.

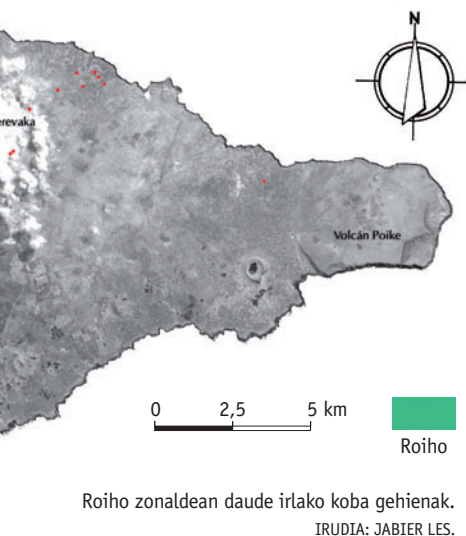
Rapa Nuiko Zaharren Kontseiluari eta Txileko Gobernuari esker, Bilboko Alfonso Antxia Espeleologi Zientzien Elkarteko ki-deok Rapa Nui uharteko Roiho zonaldean ibili gara lanean lau urtean. Almeriako, Txileko, Bolognako, Triesteko, Madrilko eta Nafarroako unibertsitateetako zenbait ikerlariren laguntzaz, bertako tutu bolkanikoak aztertu, eta zientziaren arloko hainbat adar landu ditugu, hango aztarnetan eta kultur sakontzeko asmoz.

JATORRI BOLKANIKOA DUEN UHARTEA

Rapa Nui uhartea Txileko kostaldetik 3.800 kilometrora dago, Ozeano Barearen erdian,

hain zuzen ere, eta jendea duen uharterik isolatuena da. 2.000 kilometroko erradioan ez da inor bizi. Hona hemen irlaren ezaugarriak: txikia da (16,5 km-ko luzera eta 17,5 km-ko zabale-
ra); klima subtropikala du (18 eta 25 gradu artekoa); urtean, oro har, prezipitazio ugari ditu (1.000 mm edo gehiago). Uhartea hiru sumendiren erupzioei esker eratu zen (Terevaka, Rano Kau eta Poike sumendiak), eta uharteko punturik altuena 500 m-koa da.

Rapa Nui uharteak jatorri bolkanikoa du. Eta, uharte bolkanikoetako kobei tutu bolkanikoak deitzen zaie. Labak eratutako egiturak dira, eta, oro har, aldapa gutxiko lurretan eratzen dira. Erupzioetan laba-uholdea



azalean arin lehortzen denean, kanpoan geruza gogorra geratzen da, baina barruko labak mugitzen jarraitzen du; horrela, batzuetan ehunka metroko eta beste batzuetan metro bateko diametroko tutuak sortzen dira. Tutua lehortu eta gero, goiko geruza erortzen bada, jameo edo “ahoa” izeneko



Tongarikiko *moai*ak aurrealdean, Poike sumendia atzealdean. ARG.: JABIER LES.

egitura sortzen da, eta espeleologoi koba-zulora sartzeko aukera ematen digu.

ROIHO ZONALDEKO TUTU BOLKANIKOAK

Roiho da lan egiteko aukeratutako zonaldea eta tutu bolkaniko gehien dituen aldea, bertan baitaude Rapa Nuin errolatutako mila koba-aho ingurutik gehienak. Hain zuzen ere, horregatik aukeratu genuen zonalde hori. 4 km²-ko azalera du, eta Maunga Terevaka-n (Terevaka sumendian) dagoen Maunga Hiva Hiva kono bolkanikotik datozen sail bolkanikoa da. Oso leku lehorra eta ibiltzeko deserosoa da, hango arroka bolkanikoengatik. Duela 10.000 bat urte Pazko irlan izandako azken erupzioan eratutako sail bolkanikoa da Roiho.

Roihoko tutu bolkanikoak koba estuz josituta daude. Koben barrura sartzeko ahoak (*jameoak*) sail bolkanikoan zehar sakabana-tuta daude. Batzuetan ez da erraza *jameoak* aurkitzea, paisaian aske dauden arroka beltzez eta gorrixkaz osatutako eremu zabala baita. Ordu askoko ibilbideak egin behar izan ditugu, espeleologiako materiala gainean generamala, zuloak bilatzen eta GPSan beren erreferentziak sartzen. Baina, beste batzuetan, sail bolkanikora begiratu, eta oso ondo ikusten dira, bertatik zuhaitzak hazten baitira, eta hor behean zulo bat dagoen seinale da (zuhaitzak zulo horietan hazten dira, zuloetan hezetasuna hobeto manten-



Ez da erraza sail bolkanikoan *jameoak* aurkitzea, paisaian aske dauden arroka beltzez eta gorrixkaz osatutako eremu zabala baita. ARG.: JABIER LES.

tzen delako). Rapa Nuiko tutu bolkanikoak azaletik metro gutxira daude, eta barrura sartzeko erraza da. Roiho zonaldeko tutu bolkanikoak, oro har, maila berean daudenez, kobak aztertzeke ez dugu behar izan bertikalean lan egiteko materialik, kostaldeko kobazuloetan izan ezik. Horietara heltzea, batzuetan, konplikatu samarra izan da, koben sarrerek itsaslabarretara ematen baitu-

te. Hala eta guztiz ere, tutuak aztertzeke zailtasuna, gehienbat, haien estutasuna eta, askotan, kolapsatuta egotea izan da (hau da, harriz eta lokatzez beteta egotea). Hori dela eta, topografia egiteko, arrastaka egin behar izan dugu koba-sistemaren zati nagusia.

2005., 2007., 2008. eta 2009. urteetan egindako lanen ondorioz, emaitza interesgarriak lortu ditugu, urte bakoitzean hilabeteko egonaldiak eginda.

LAN TOPOGRAFIKOA

Kobazulo bolkanikoko 10 km-ko lur azpiko topografia egin dugu. Horietatik, 6,5 km-k koba-sistema bakarra osatzen dutela demostratu dugu (Ana Te Pahu - Ana Heva - Vaiteka sistema); hau da, koba bera dela ikusi dugu. Horrela, Rapa Nuiko Roiho zonaldea munduko 11. koba-sistema bolkaniko handiena dela ikusi dugu, eta Txileko handiena.

Horrez gain, ehun bat kobazuloren izenak kokatu ditugu egindako topografian, eta, halaber, aztertutako koben erreferentzia geografikoak hartu ditugu. Gainera, ura edo edozein arrasto-mota (antropologikoak, biologikoak...) dituzten kobak kokatu ditugu topografian, hainbat geruzatako topografia egin baitugu. Lan horretan genbiltzala, ohartu ginen ura zeukaten koba guztien sarrereetan petroglifoak (arrokan zizelatutako irudiak) zeudela. Beraz, petroglifoak egotea kobetan ura zegoen seinale zela ohartu ginen. Aurkikuntza hori oso interesgarria izan da, eta emaitza garrantzitsutzat jo genuen.



Roiho zonaldeko Ana Hetereki kobazuloan arrastaka. ARG.: JABIER LES.



Ana Hetereki kobazuloko mukolito horia.
ARG.: JABIER LES.

Argazkien bidez jaso dugu kobetako hainbat informazio. Alde batetik, tutu bolkanikoen barrualdea. Beste alde batetik, aurkitutako arrasto antropologikoak: giza hezurak, obsidianazko gezi-puntak, labanak eta bestelako tresnak, morteroak, kiera (gorputza margotzeko pinturak), petroglifoak, piktografiak (arrokan egindako pinturak) eta abar. Arrasto horiek guztiak aurkitu diren tokian bertan uztea komeni da, egunen batean ikertu bailitezke. Mugituz gero, ordea, galdu egingo litzateke informazioa. Eta, azkenik, kobetan sortzen diren espeleotemak edo egiturak; hau da, estalagmita eta bestelako egiturak.

ORNOGABEEN AZTERKETA ETA AURKIKUNTZA

Lehenengo aldiz aurkitu dugu Rapa Nui lurpeko fauna; hain zuzen ere, Pazko uharteko Parke Nazionalean dagoen Ana Roiho kobazuloan topatu dugu. Ana Roihon aurkitutako ornogabeak Rafael Jordanak eta Enrique Baquerok (Nafarroako Unibertsitateko Ekologia eta Zoologia Departamentukoak)

aztertu dituzte, eta espezie berriak aurkitu dituzte. Deskribatutako espezie berri bat Collembola taldekoa da (Collembola, Entomobryomorpha, Entomobryidae) eta *Coecobrya kennethi* n. sp. deitu diote. Talde horretako beste espezie bat ere agertu da. Beste alde batetik, Sinella taldeko espezie berri bat ere azaldu da, oraindik izena jarri ez diotena. Azkenik, *Arrhopalites caecus* espeziea sarritan izan da aipatua Ipar hemisferioan, bai Australian, baita Zelanda Berrian ere, baina Rapa Nui uhartean lehenengoz agertu da. Espezie horiez gain, Roihoko kobazuloan aurkitutako hiru akaro-mota (bi Oribatida larba eta Mesostigmata larba bat) aztertzen ari da Nafarroako Unibertsitateko Moraza doktorea. Espezie horiek aurkitu izana da gure lanak zientziari eta Pazko uharteari egin dion ekarpenetako bat.

ESPELEOTEMEN AURKIKUNTZA ETA AZTERKETA

Kobazuloak aztertzen hasi ginenetik ohartu ginen oso interesgarriak zirela han aurkitzen genituen espeleotemak edo kobetako

Lehen kontaktuak

Uhartera heldu ginen lehenengo urtean ikusi genuen lan handia zegoela egiteko. Zaharren Kontseiluaren ustez, guk proposatutako lanak interesgarriak ziren bertako biztanleentzat. Hori dela eta, gudan konfiantza osoa jarri eta proposatutako lanari ekiteko adierazi zigun. Lan hori egiteko baimenaren truke gure lana eskaini genion.

Eta kobekin lotuta, ikasi genuen lehenengo gauza izan zen rapanuitarrentzat kobak sakratuak zirela (ez baitiote inori uzten kobetan sartzen, haientzat tabu direlako), eta ezin ginela baimenik gabe kobetara sartu, bestela *Aku Akuak* (kobetako izpirituak) kontra izango baike-nituen. Beraz, irlara heldu ginenean erritu sakratu bat egin ziguten Zaharren Kontseilukoek, *Umu Tahu* izenekoa. Erritu horren barruan, *kuranto* berezi bat prestatu ziguten (*kurantoa* janaria prestatzeko era tradizionala da, eta janaria lur azpian egosten dute, aurretik harri bolkanikoak gori-gori jarrita). Egun magikoa izan zen, eta janari goxo-goxoak dastatu genituen, aparteko giro zoragarrian. Hurrengo egunean, *Aku Akuen* baimena genuela jakiteko, ortzadarra atera behar zen zeruan. Eta, kasualitatez —ala *Aku Akuek* horrela agindu zutelako, batek daki— ortzadar zoragarria agertu zen; beraz, *Aku Akuen* baimena genuenez, Zaharren Kontseiluaren baimena ere lortu genuen, eta lasai asko ekin genion lanari.



Ortzadarra Tongarikiko moaien gainean. ARG.: JABIER LES.



Umu Tahu (kuranto erritual) prestatzen. ARG.: NAGORE IRAZABAL.

Koba-motak

Biztanleak irlara heldu zirenetik, kobak hainbat gauzatarako erabili izan dituzte. Koben erabilera zein izan den, bost koba-mota bereiz ditzakegu:

Bizitzeko erabilitako kobak. Duela gutxi arte erabili dira. Sarreretan hormak eraiki dituzte, barruko aldera sartzea eragozteko. Gainera, kanpoaldean, ohikoa da itxura borobila duten harresiak ikustea (egitura horiei *Manavai* deitzen diete), eta tuberkuluak eta zuhaitzak landatzeko erabiltzen dira. Kobaren sarrerako arroketan, askotan, petroglifoak (hau da, arrokan zizelatuko irudiak) daude grabatuta.

Ana Kiongak. Defentsarako kobazuloak dira. Guda tribalak izan dituzten garaietan eratu dituzte, eta oso ondo egituratutako eraikuntza arkitektonikoak dira. Bi ezaugarri nagusi ditu koba horien sarrerak: bata, estu-estua izatea, derrigorrean arrastaka sartu beharrekoa; eta bestea, labirinto itxurakoa izatea, trabaz josia. Gaur egun, gorputza pintatzeko pigmentuak (*kia*), obsidianaz egindako geziak eta giza arrasto ugari aurki ditzakegu kobazulo-mota horietan.

Kultu-kobazuloak. Errituatarako erabili dituzte koba-mota horiek, eta sabaian petroglifoak eta piktografiak dituzte (hau da, arrokan pintatutako irudiak). Hona aipagarriena: batzuk: *Ana Toki Toki* guk aztertutako zonaldean dago, eta barnean hogeita hamar petroglifo baino gehiago ditu; kostaldeko *Ana Kai Tangata* koba ikusgarriak sabaian piktografia ugari ditu; *Ana Hoe Neru* oso esanguratsua da Rapa Nuiko kulturean (duela mende batzuk han sartzen zituzten umeak hilabeteetan, beren purutasuna eta zurtasuna mantentzeko asmoz).

Hilobi-kobazuloak. Lurperatzeak egiteko erabiltzen ziren. Kasu batzuetan, buruak gorpuetatik banandu eta koba-sarreretako galerietan kokatzen zituzten, lur azpiko zaindari gisa. Beste batzuetan, gorpuak *majutez* (zuhaitz-mota bat) egindako papiroan biltzen zituzten.

Eta azkenik, **senide-kobazuloak** ditugu. Familiakoek zein lur azpiko izpirituak, *Aku Akuek*, oso ondo zaintzen dituzte, eta sekretuak dira. Irlako senide guztiek beren kobak dituzte, eta balio historiko handiko piezak gordetzen omen dira koba-mota horietan. Gurasoen eskuetatik seme nagusiarenetara pasatzen dira. Oso gutxi dakigu horiei buruz, eta Rapa Nuiko historiaren zati bat ondo babestuta gordetzen dute bertakoek.

Eta azkenik, **senide-kobazuloak** ditugu. Familiakoek zein lur azpiko izpirituak, *Aku Akuek*, oso ondo zaintzen dituzte, eta sekretuak dira. Irlako senide guztiek beren kobak dituzte, eta balio historiko handiko piezak gordetzen omen dira koba-mota horietan. Gurasoen eskuetatik seme nagusiarenetara pasatzen dira. Oso gutxi dakigu horiei buruz, eta Rapa Nuiko historiaren zati bat ondo babestuta gordetzen dute bertakoek.

egiturak. Laba-kobazuloetako formazioak, oro har, irregularrak eta tamaina txikikoak izaten dira. Rapa Nuiko Ana Hetereki koban, ostera, kolore horiko egitura luze eta estua zuten estalaktita berri batzuk ikusi genituen. Egitura berezi horiek (mukolitoak) Bolognako Unibertsitateko Paolo Forti irakasleak eta Almeriako Unibertsitateko Jose Maria Calaforra irakasleak aztertu dituzte, eta ikusi dute kanpotik sartutako materia organikoari esker eratu direla. Gainera, mikroorganismo osatutako milaka geruza finenez eratuta egoteak erakutsi du moaiak eraiki zituzten biztanleak iritsi baino lehen bazeudela mukolito horiek uhartean.

Mikroskopio optikoz eta elektronikoz egindako ikerketek erakutsi dute mukolito horiek jatorri biogenikoa dutela eta bai bizi-rik bai hili-rik dauden diatomeaz (Penales ordenakoak) eta zianobaterioz osatuta daudela. Bestalde, DNA azterketak egin ziren, in situ hibridazioaren teknikarekin (FISH eta CARD-FISH teknikak), Ricardo Amilsen laborategian, Madrilgo Unibertsitate Autonomoko Biologia Molekularreko Zentroan. Eta azterketa horietatik ondorioztatu da mukolitoak mikroorganismo bizi ugariz eratuta daudela, eta, diatomeez eta zianobakterioez gain, proteobakterioak direla nagusi (zehazkiago, gammaproteobakterioak). Beste kobetako mukolito eta lokatzetan antzeko emaitzak lortu ditugu; horrek esan nahi du mikroorganismo-mota horiek garrantzi handia izan dutela mukolitoak eratzean.

UREN AZTERKETA FISIKO-KIMIKOA

Rapa Nuiko kobazuloen uren azterketa fisiko-kimikoak egin genituen 2008 eta 2009ko otsailean, landa-aparatuak erabilita. Gainera, euri-ura lagindu eta aztertu zen (Hanga Roa hiriburuan).

Laburbilduz, Rapa Nuiko tutu bolkanikoe-tako urak gehienbat sodio eta/edo magnesio kloruratuak dira. Profil horren nagusitasuna dela eta, ondokoa ondorioztatu dezakegu: urak gehienbat euri-uretan du jatorria (uhartean ez dago errekarik), ur-mota horren kloruro-profil bera baitu. Horrez gain, tutu bolkanikoetako uraren konposizioak arroaren osagaiak barneratzen ditu, hala nola silizea, burdina eta nitratoak. Azaletik iragazten den euri-ura, tutu bolkanikoen barneraino sartu eta kobazuloko paretetan tanta lodi gisa kondentsatzen denean, barruko hezetasuna handitu egiten da, eta, ondorioz, metatu egiten da ura kobazulo barruan. Ez dago desberdintasun handirik kobazulo batzuetatik bes-



Roiho kobazulo-sistemako koba, bizitzeko erabilia, hango sarreran dauden giza hezurrekin.
ARG.: JABIER LES.



Ana Onaho kobazuloko lakua. ARG.: JABIER LES.

te batzuetara. Ur-motari dagokionez, desberdintasun handiena Anakenako koban hartutako ur-laginak erakutsi du (kostaldetik gertuago baitago), eroankortasun eta kloruro gehiago baititu, itsas aerosolaren eraginez, ziur asko. Oro har, mineralizazio baxuko urak dira, pH neutrokoak, ez-saturatuak, eta kalitate onekoak, parametro fisiko-kimikoei dagokienez (sodioa, kloruroa, bikarbonatoa eta nitratoa).

AZKEN AIPAMENAK

Roihoko laba-zelaietan egindako lanak agerian utzi du han dauden ehunka koben garrantzia, espeleologiaren ikuspegitik ez ezik, gainerako zientzien ikuspegitik ere, hala nola bulkanoespeleologiaren, geologiaren, biologiaren eta arkeologiaren ikuspegitik.

Amaitzeko, gure esker beroenak eman nahi dizkiegu Zaharren Kontseiluari, Arikiri, Pakarati familiari, Korori eta familiari, Pazko uharteko Gobernazioari, CONAFi, CONADi, Monumentu Nazionalen Batzordeari eta lan hau posible egin duten guztiei.

Maururu korua! Iorana! (Eskerrik asko! Agur!).●

Hizkuntza-aholkulariak:

Agurtzane Urrutia / Imanol Miranda.



Iñakiri, Arani, Asierri

Nire bihotzeko Aku Akuak, oroimenez, maitasunez
“Naufrago fui, antes que navegante” Séneca

BIBLIOGRAFIA

CALAFORRA, J.M.; FORTI, P.; LES, J.: *Lava tubes of the Roiho lava field (Rapa Nui, Chile): exploration and scientific interests*. Proceedings of the 13TH International Symposium on Volcanoespeleology 1-5 September, Jeju island, Republic of Korea (2008).

Calaforra, J.M.; Les, J.; Carretero, G.; Cucchi, F.; Forti, P.: *Los mundos ocultos de Rapa Nui: espeleología en los volcanes de la isla de Pascua*. Espeleotemas, 6: 94-105 (2008).

FORTI, P.: *Deep under Rapa Nui* Kur 8: 6-11 (2007).

IRAZABAL, N.: *Aspectos hidroquímicos de los tubos volcánicos de Rapa Nui (Isla de Pascua - Easter Island)*. Euryale, 2: 62-67 (2008).

JORDANA, R.; BAQUERO, E.: *Coecobrya kennethi n. sp. (Collembola, Entomobryomorpha) and presence of Arrhopalites caecus (Tullberg, 1871) from Ana Roiho cave (Maunga Hiva Hiva), Rapa Nui-Easter Island*. Euryale, 2: 68-75 (2008).

LES, J.: *Expedición al ombligo del mundo, Rapa Nui (Isla de Pascua - Easter Island)*. Euryale, 2: 42-61 (2008).

VAN DEN BERG, E.: *Bajo los pies de los moais*. National Geographic, ekaina: 32 (2009).

Las cavernas de la isla de Pascua film laburra (29'). Zuzendaria: Diego Rojas. Ekoizpena: Diego Rojas. Parte-hartzaileak: Alfonso Antxia Espeleologi Zientzien Elkarte, Txile 2009. Lehen emanaldia: II. MENDI-ZINEMALDIAN, 2009ko abenduaren 11tik 19ra, Vitoria-Gasteiz, Europa Biltzar Jauregian. www.sociedadalfonsoantxia.org.

JUAN IGNACIO PÉREZ IGLESIAS
Kultura Zientifikoko Katedra, EHU-BFA



ZIENTZIA eta DEMOKRAZIA

Ez dut egin; ez dut azterketa hori egin, baina inoiz egingo dut, eta badakit zein izango den emaitza. Munduko estatuetakoa gardentasun-indizearen eta zientzia-ekoizpenaren datuak jarriko bagenitu koordenatu-sistema batean, berehala ikusiko genuke estuki loturik daudela bi ezaugarri edo aldagai horiek. Beste era batera esanda, gardentasun handiagoa (ustelkeria gutxiago) dagoen herrietan zientzia-jarduera gehiago dago, eta alderantziz. Horrekin ez dut esan nahi bata bestearen menpekoea denik; seguru aski ez dago bi ezaugarri horien arteko menpekotasun zuzenik. Baina horrelako lotura bat egoteak adieraziko luke elkarrekin gertatzen direla bi kontu horiek; gardentasuna eta zientzia-jarduera, alegia.

Hori ez litzateke harrigarria izan beharko. Bi arrazoi-mota dago, balioei dagozkien arrazoiak eta arrazoi funtzionalak, eta, gainera, zerikusi handia dute batzuek besteekin. Balioak jorratzen hasiko naiz. Zientzia, egun ezagutzen dugun moduan, Argien Mendean jaio zen. Gizateriaren historiaren garai hartan, zientzia eta, oro har, ebidentzian oinarrituriko ezagutza aurrerapen intelektualaren eragile nagusi bilakatu ziren. Areago, Argien Mendean finkatu ziren egungo gizarte demokratiko eta irekien oinarriak ere. Ez dut uste kasualitatearen ondorio hutsa izan zenik bi sortze horiek —gizarte demokratikoarena eta zientziarena— batera gertatzea. Giro intelektual berean jaio ziren ideia berri horiek: zientziaren oinarriei zegozkienak eta geroko hamarkadetan gailenduko zen ideologia liberalaren oinarrian daudenak. Azken batean, berberak dira ebidentzian oinarritutako ezagutzaren oinarriak eta gizarte ireki eta demokratikoenak: zalan-tza, askatasuna, tolerantzia eta baikortasuna dira oinarri edo balio horiek. Eta arerio berberak dituzte biek: aurreiritziak, intolerantzia, dogmatismoa eta ezkorkeria.

adierazitako balioekin zerikusi handia dutela beste mota honetako arrazoiek. Ebidentzian oinarrituriko ezagutzak ez du bere eragina zientziaren alorrera mugatzen; izan ere, zientziaren muina izateaz gain, ezagutza mota horrek zeregin garrantzitsua du gizarte demokratikoe-tan. Zientzia-hipotesiak saiakuntzen antzerakoak dira hasieran; batzuk berehala baztertzen dira, baina ebidentziak baieztaturik geratzen dira besteak, eta finkatutzat hartuak. Zientzia-metodoaren



© ISTOCKPHOTO.COM/FELIX MÖCKEL

Arrazoi funtzionalez arituko naiz ondoren, baina argi geratu behar da, lehenago esan dudana bezala, aurreko lerroetan

arabera, hipotesi berri guztiak aztertu eta egiaztatu behar dira; eta hipotesi batzuek aurrekoen tokia hartzen dute denboraren

poderioz. Antzekoa da gizarte demokratikoen funtzionamendua. Kritikarako askatasuna eta besteen iritziekiko tolerantzia funts-funtsezkoak dira gizarte horietan, eta, hori dela eta, sistema bera bilakatu egin daiteke kritika eta ebaluazioaren ondorioz.

Popperren¹ arabera, mekanismo berberari esker, ongizate-maila bikainak lor daitezke gizarte demokratikoetan. Kritikari esker, ebaluatu egin daitezke egiten diren proposamenak, eta ebaluazio horren ondorioz hauta daitezke aukera onenak. Gero, gainera, proposamen horiek praktikara eramaten direnean, haien emaitzak ere ebalua daitezke, eta, ebaluazio horren ondorioz, politika horiek mantendu, aldatu edo baztertu egiten dira. Azken batean, gertatuko denaren inguruko aurreikuspenetan oinarritzen dira politika guztiak. Eta politika-tankera batzuk edo besteak ezarri ondoren, aztertu, ebaluatu eta kritikatu egiten dira haien emaitzak. Gizarte ireki eta demokratikoetan gertatzen da hori; diktaduretan, aldiz, ezin egon daiteke horrelakorik, kritika bera galarazita baitago, eta kritikarik gabe ezin baitaiteke ganorazko ebaluaziorik egin. Horregatik, garrantzi handikoa da gizartearen funtzionamendua zientziaren balio bertsuetan oinarrituta egotea.

 *Berberak dira ebidentzian oinarritutako ezagutzaren oinarriak eta gizarte ireki eta demokratikoenak.*

Iraganean, zientziaren eta erregimen diktatorialen artean bateraezintasuna dagoela agerian uzten duten adierazleak izan ditugu. Paradigmatikoa izan zen Sobiet Batasuneko Lysenko kasua². Genetikari buruzko ezagutzarik ez zuen agromomo bat zen Trofim Lysenko, baina 35 urtetan (1929-1965), hark baldintzatu zuen, goitik behera, nekazaritza sobietarraren garapena. Lamarcken ideien aldekoa zen Lysenko. Ezaguna denez, ideia horien arabera, bizitzan erdietsiriko ezau-garriak heredagarriak dira. Oso gustuko zituen ideia horiek Lysenkok, bere ustez ideia komunistekin bat egiten zutelako.

Botere handia lortu zuen Stalinen diktaduraren garaian, eta eragin handia izan

zuen Stalinen agintaldian zehar eta gero-ko urteetan ere; oso zientzialari gutxi egin zion aurre, eta horietako batzuek bizitza galdu zuten horregatik. Baina Sobiet Batasuneko nekazaritzak oso emaitza kaskarrak izan zituen urte horietan guztietan.

Egun, gero eta diktadura gutxiago daude munduan, demokrazia hedatzen ari baita herrietan. Bada salbuespen esanguratsurik, noski, baina horri dagokionez, gauzak gero eta hobeto daude. Hala ere, kontraesanek bateriko aro batean bizi gara. Zientziarekin eta zientzia eta teknologiaren produktuekin nolabaiteko mesfidantza sortu da mendebaleko herrietan. Jakina, horrek ez dio ondorio onik ekarriko gure herrien garapenari. Baina garapena bera baino gehiago, nire ustez, jarrera horiek gizarte demokratikoei egin diezaieketen kaltea da arriskugarriena. Zientziaren onurak zalantzan jartzen badira, zientziaren printzipioak kolokan gera daitezke, eta, lehenago ikusi dugun bezala, zientziaren printzipioak eta gizarte ireki eta demokratikoenak berberak dira.

Hori dela eta, gogor eutsi behar diogu zientziaren eta beraren printzipioen defentsari. Zientziaren eta ebidentzian oinarritutako ezagutzaren aurkako jarrerak gero eta hedatuago daude gure gizartean, eta dogmatismoa eta fundamentalismoa gero eta indartsuago bilakatzen ari dira. Azken batean, zientziaren oinarriak zalantzan jartzen badira, gure gizartearen printzipioak geratzen dira kolokan. Horrekin ez gara nahastu behar, etorkizuneko ongizatea baitago jokoan, bai ongizate materiala, bai ongizate politiko eta intelektualarena ere. ●

¹ Karl Popper (1974): "Unended Quest. An Intellectual Autobiography" The Library of Living Philosophers.

² Alexander Kohn (1986): "False prophets. The fraud and error in Science and Medicine". Basil Blackwell.



GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

ZISTEINA

ardi-jana

Londres hiri handia izatearen errudun nagusia aminoazido bat dela esatea gehiegi da, agian, baina ez da zentzugabekeria bat. Bada erlazio sendo bat zisteina aminoazidoaren eta Ingalaterrako hiriburuaren hazkuntzaren artean. Erlazio hori artilearen industrian eta esportazioan datza.

Ingalaterra artilearen esportatzaile handia izan da historian (gaur ere bada), eta esportatutako artilearen kantitate handi bat Londresko portutik irteten zen. Beraz, artilearen salerosketak aberastasun handia ekarri zion hiriari, jendea erakarri zuen, eta fisikoki zabaltzen lagundu zion.

Artilea, jakina, ardiek ematen dute, baina, horretarako, nahitaezkoa dute molekula jakin bat. Artilea osatzeko beste molekula asko ere behar ditu ardiak, baina, horien artean, zisteina aminoazidoa faktore mugatzailea da. Zisteina falta dutenean, ardiei ez zaie ilerik ateratzen. Horregatik izan da hain garrantzitsua aminoazido hori Londresen hazkuntzan.



Historian, oro har, Ingalaterrako ardiek ez dute zisteina falta handirik izan. Animalia horientzat, zisteina-iturri nagusia jana da, belarra, alegia. Eta belarrak ez da falta izan Ingalaterran. Artilea saltzen duten abeltzainek ederki dakite lehorteak gertatzen direnean belar gutxiago izaten dela, eta nahiz eta ardiak hiltzen ez diren, artilearen produkzioa asko jaisten dela. Ingalaterran, ordea, ez da lehorte askorik izaten, eta ardiek ziurtatuta izaten dute zisteina-iturria.

Gizakiok, berez, jakietatik ez ezik, geure gorputzetik ere eskuratzen dugu zisteina. Giza zelulek zisteina sintetizatzen ahalmena dute; adibidez, behar adina zisteina ez dutenean, beste aminoazido bat eraldatzen dute, metionina, zisteina sintetizatzen. Erreakzio kimiko hori logikoa da, bi aminoazido horiek baitira sufre-atomoak dituzten bakarrak. Baina logikoa izateak ez du esan nahi biokimikaren oinarritzko prozesua dela.

Alabaina, giza metabolismoarentzat balio duenak ez du zertan balio beste espezieentzat. Ardien zelulak, hain zuzen, ez dira gai zisteina sintetizatzen, ez metioninatik abiatuta, ezta beste molekula batetik abiatuta ere. Ardientzat aminoazido esentzial bat da zisteina. Jan egin behar dute. Bestela, ezin dute molekula hori eskuratu, eta, besteak beste, ez dute artillerik sortzen.

PROTEINA KIZKURRAK

Arrazoia artilearen egituran dago. Ileaak (baita giza ileak ere) batez ere keratinaz eginda daude; kasu batzuetan, artilearen

pisuaren % 95eraino irits daiteke keratinaren proportzioa. Zuntzak osatzen dituen proteina bat da, helize-itxurakoa. Aminoazidoen kate luze bat da, malguki baten formakoa, baina katearen buelta bat hurrengoarekin lotuta duena. Eta hor dago gakoa: lotura hori bi zisteinen arteko lotura da; zisteina baten sufre-atomoak bestearen sufre-atomoarekin lotura kimiko bat sortzen du, eta, hala, helize-egitura (malgukia) egonkortuta geratzen da. Eta keratinaren zuntzak oso luzeak direnez, zisteina asko izaten ditu proteinaren kateak. Eta, esandakoa, zisteinarik ez bada, ezin da ilerik sortu.

*Bada erlazio sendo bat
zisteina aminoazidoaren eta
Londresen hazkuntzaren
artean. Erlazio hori
artilearen industrian eta
esportazioan datza.*

Giza ilearekin ere berdin. Keratinaz osatuta dago. Are gehiago, keratinako zisteinen arteko loturen arabera, ilea lisoa edo kizkurra da. Geneetan zehaztuta dago nola dauden lotuta keratinaren zisteinak. Ondorioz, ile lisoa edo kizkurra izatea kontu genetiko da. Aldatu daiteke, hala ere; ur-molekulek, esate baterako, puskatu egiten dituzte zisteinen arteko lorturak, eta horregatik, ilea bustitzean lisatu egiten da, baina gero zisteinak elkarrekin lotuko dira beriz, eta ile kizkurak jatorrizko itxura berreskuratuko du. Azken batean, beraz, ezin da aldatu betiko ilearen itxura.

Ardietan ere ezin da aldatu. Arraza ba-

tzuek kizkurrak dute ilea beste batzuek baino, eta horregatik ardi-arraza batzuk beste batzuk baino hobeak dira artilea ekoizteko. Artile kizkurra hobe da oihalgintzarako lisoa baino; hain zuzen ere, ekoizleek artilearen kalitatea mikroi bakoitzeko zenbat uhin dituen neurtuta ematen dute (ilearen mikrometro bakoitzeko, alegia). Horri gehitu behar zaio zenbat kilo artile ematen duten ardiek motzaldi bakoitzeko.

Ingalaterran ardi-arraza askok dute artile ona. Izan ere, beste edozein herritan baino ardi-arraza gehiago daude han. Oro har, iparraldeko eta erdialdeko lurralde altuetako arrazek artile hobe ematen dute hegaldako lurralde baxuetakoek baino. Eta inguru bakoitzeko ardiek, gainera, artile-ezaugarri bereziak dituzte. Horregatik, historian zehar, ekoizleak espezializatu egin ziren tokian tokiko artilea ustiatzen, eta artile-mota horiek guztiak esportatu egiten zituzten, Londresko portutik abiatuta.

Hala ere, denbora ez da alferrik igaro. Londresek ez dio handitzeari utzi, baina artilearen merkatua aldatu egin da. Gaur egun, Australia da artile-esportatzaile nagusia. Eta asko zaintzen dute sektorea. Hain zuzen ere, Adelaidako Unibertsitateko biokimikari batzuek ardi transgenikoak sortu dituzte. *E. coli* bakterioaren bi gene gehituta; ardi horiek gai dira zisteina sintetizatzen, eta ohikoei baino artile gehiago ematen dute. Egoera bitxia da, bakterio hori ardiaren beraren hesteetan bizi baita.

Hala eta guztiz ere, ardi transgenikoen erabilera ez da asko zabandu oraindik. Oraingoz behintzat, artile asko emateko, zisteina asko jan behar dute ardiek. ●



IRUDIA: GUILLERMO OJA

EGOITZ ETXEBESTE ADURIZ
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

DMITRI MENDELEEV

IRUDIA: MANU ORTEGA

elementuen iragarlea



Maria Dmitrievna Mendeleeva-k argi zuen bere 14 seme-alabetan gazteenak, Dmitri-k, unibertsitate-ikaske-tak egingo zituela. Ez zen erraza izan. Dmitri-k 14 urte zituela, familiaren diru-iturri bakarra zen kristal-fabrika erre egin zen, eta hilabete batzuetara alargun gelditu zen Maria. Semearen ikasketak ordaintzeko aurrezten ari zen diru-apurra hartu, eta Tobolsk-etik (Siberia) Moskura eraman zuen semea, 2.000 km-ko bidaian.

Moskuko unibertsitatean ez zuten kanpoko ikaslerik onartzen, ordea, eta bidaia-tzen jarraitu behar izan zuten, St. Petersburgeraino. Han ere oztopo berarekin egin zuten topo. Baina, zorionez, Dmitrien aita-ren lagun bat aurkitu zuten, Pedagogia Institutuan lanean; eta, hari esker, Dmitrik zentro hartan ikasteko beka bat lortu zuen. Oso denbora gutxira hil zen ama.

Handik urte batzuetara, Dimitri Mendeleev-ek amaren esfortzua ekarriko zuen gogora, bere liburu batean: “Ikerketa hau ama baten oroimenari eskaintzen dio haren seme gazteenak. Fabrika bat zuzenduz, semeari heziketa eman ahal

izan zion, soilik bere lanari esker. Eredu izanez irakatsi zion, maitasunez zuzendu, eta semea zientziaren bidean jartzeko, Siberia utzi zuen, bere azken baliabideak eta indarrak horretan gastatuz”.

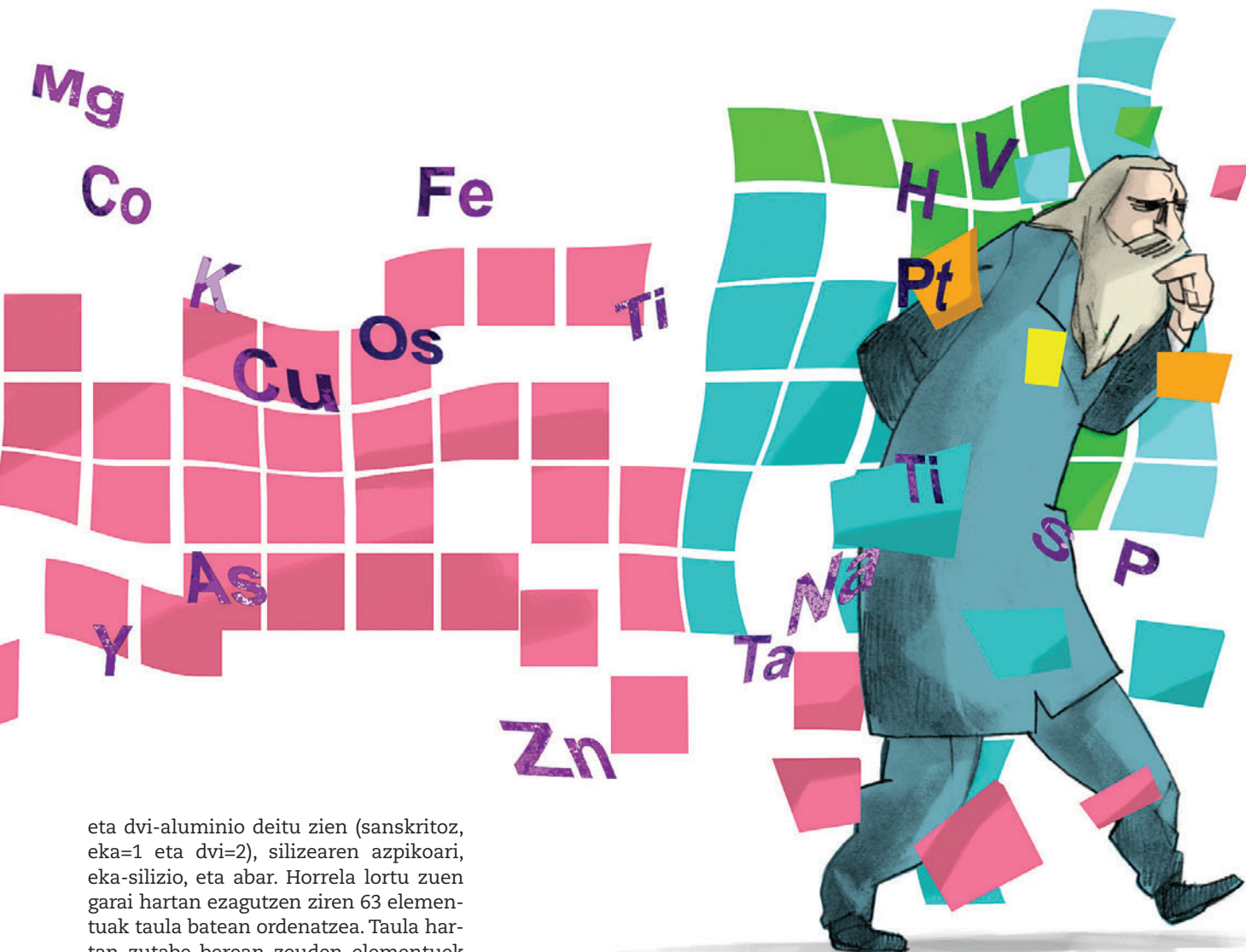
***h**utsuneak sartu zituen
taulan, arrazoituz toki
haiek oraindik deskubritu
gabeko elementuenak izan
zitezkeela.*

Eta Mendeleev-ek aurrera egin zuen zientziaren bidean. 1856an bukatu zituen ikasketak, eta irakasle-postu bat lortu zuen. Gero, zientzia-trebakuntza hobetzeko, bi urtez atzerrira joateko beka bat eman zioten. Europa osoko dozena bat unibertsitate bisitatu ondoren, Heidelbergen gelditzea erabaki zuen, Bunsen, Erlenmeyer eta Kirchhoff doktoreekin lanean. Hala ere, Bunsenen laborategian berak behar zuen doitasuneko ekipamendurik ez zegoela ikusita, laborategi berri bat egin zuen bere apartamentuan.

Heidelbergeko egonaldia luzatzen saiatu bazen ere, ez zuen horretarako baimenik

lortu, eta St. Petersburgera bueltatu behar izan zuen 1861ean. Irakasle-lanean hasi zen berriz ere, Teknologia Institutuan lehenengo, eta, 1865etik aurrera, unibertsitatean. Han, irakasleentzako testu-liburu egokirik ez zegoela ikusita, berak idaztea erabaki zuen. Eta hala argitaratu zuen 1869an *Osnovy Khimii* (Kimikaren oinarriak). Garai hartako kimika-libururik onenetako bat zen, eta laster itzuli zuten alemanera, ingelesera eta frantsesera. Liburu hartantxe argitaratu zuen Mendeleev-ek zientziari egin zion ekarpen handiena: taula periodikoa.

Lehendik, beste zientzialari batzuek (Chancourtois-ek eta Newlands-ek, esaterako) proposatu zuten elementu kimikoak pisu atomikoaren arabera ordenatuz gero elementuen propietateetan nolabaiteko periodikotasuna lortzen zela. Baina elementu gutxi batzuekin baino ez zen lortzen hori, eta inork ez zuen arrakastarik izan. Mendeleev-ek ere urteak zehar hartan elementu kimikoetan ordenaren bat bilatu nahian. Eta, azkenean, pisu atomikoaren arabera ordenatu zituen hark ere; baina pauso bat gehiago eman zuen: elementuen propietateen periodikotasuna betetzeko, hutsuneak sartu zituen taulan, arrazoituz toki haiek oraindik deskubritu gabeko elementuenak izan zitezkeela. Hala, aluminioaren azpian gelditutako hutsuneei eka-aluminio



eta dvi-aluminio deitu ziren (sanskritoz, eka=1 eta dvi=2), silizearen azpikoari, eka-silizio, eta abar. Horrela lortu zuen garai hartan ezagutzen ziren 63 elementuak taula batean ordenatzea. Taula hartan zutabe berean zeuden elementuek antzeko propietateak zituzten.

Gainera, hainbesteko garrantzia eman ziren elementuen propietateei, ezen doze-na bat elementuren pisu atomikoak gaizki kalkulatu zeudela proposatu baitzuen; eta arrazoi zuen. Areago, taula harekin oraindik ezagutzen ez ziren elementuen propietateak iragarri ere egin zituen. Eka-aluminioa, esaterako, zilar-kolorekoa izango zen, 6 g/cm^3 -ko dentsitatea izango zuen, eta, pisu atomikoa, 68.

Hasieran, Mendeleeven taulako hutsu-neek eta iragarpenek burlak eta barreak eragin zituzten. Baina, 1875ean Lecoq de Boisbaudran kimikari frantziarrak galio deitu zion metal berri bat aurkitu zuen. Eta haren propietateen berri izan zuenean, Mendeleev metal hura bere eka-aluminioa zela adierazi zuen. Ez hori bakarrik, Boisbaudranek kalkulatuak dentsitatea ($4,9 \text{ g/cm}^3$) okerra zela iradoki zuen. Boisbaudranek berriz egin zuen neurketa, metala hobeto purifikatuta, eta zur eta lur gelditu zen: Mendeleev arrazoi zuen!

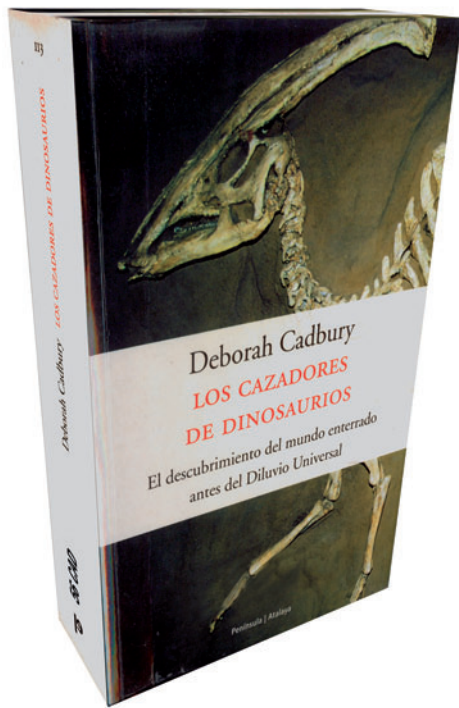
Hurrengo hamar urteetan eka-boroa eta eka-silizioa ere aurkitu ziren (eskandioa eta germanioa); eta Mendeleev iragarritako beste elementu batzuk aurkitzeko beste 50 urte beharko ziren. Baina betetako iragarpen haiekin, zientzialariak konturatu ziren Mendeleeven taula elementuen ordenatze arbitrario bat baino zerbait gehiago zela; taula hura errealtatearen isla zen.

Mendeleeven ospea hazi egin zen. Garai-ko hizlaririk entzutetsuenetako bat izan zen, eta baita Errusiako gobernuaren aholkulari ere. Bere herrialdearen teknologiak aurreratzeko hainbat ikerketa egin zituen, nekazaritzarako eta industriarako hainbat hobekuntza proposatuz. Eta bere jakintza ahal zuen guztiei irakastea gus-tuko zuen. Trenez bidaiatzen zuenean, 3. klasean joaten zen, nekazari-ekin hitz egin ahal izateko. Mendeleeven inguruan biltzen omen ziren nekazariak, haren lezioak entzuteko.

Unibertsitateko irakasle-lana ere maite zuen. Eta ikasleengandik oso gertu egon zen beti. Behin, ikasleen protesta batean haien alde egin zuelako, unibertsitatek bota zuten. Poliziak, klasea ematen ari zela atxilotu zuen, ikasleak matxinadara bultzatzen ari zela leporatuta. Hala ere, laster bueltatu zen unibertsitatera.

Ospetsua izan zen, bai, baina ez zioten Nobelik eman. 1905ean izendatu zuten, baina saria Bayer-i eman zioten. 1906an berriz izendatu zuten, baina Moissanek irabazi zuen, boto bakarraren aldearekin. Eta hirugarrenez ere izendatu zuten, 1907ko urtarrilaren 31n. Beranduegi zen. Otsailaren 2an hil zen.

Hiletako prozesioan kaleak lepo zeuden, eta prozesioaren buruan Mendeleeven ikasleak, eskuetan taula periodikoak hartuta. ●



Dinosaurioak aurkitzeko premia

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Guretzat, *dinosaurio* izen arrunta da. Eta oso arrunta da izen horren atzean dauden kontzeptua, alegia, eboluzioan noizbait arrakasta handia izan zuten narrasti erraldoien multzo bat. Baina duela 200 urte, ez ziren ez izena, ez kontzeptua existitzen. Fossilak jasotzeko zaletasuna, ordea, bazegoen zenbait tokitan.

Ingalaterrako hegoaldea zen toki horietako bat. Eta, hain zuzen ere, hango fosilzaleek aurkitu zituzten lehen dinosaurioak; 1811n, Mary Anning izeneko neska batek iktiosaurio baten hezurdura oso bat aurkitu zuen lehen aldiz. Ez zekien zer zen, krokodilo zahar baten hezurdura fosildutzat hartu zuen. Beste inork ere ez zekien zer zen, baina aurkikuntza horrek eta hurrengo urteetan egindako beste batzuek geologoien interesa piztu zuen. Lurraren adina orduan ari ziren ikeritzen, eta fossilak elementu garrantzitsuak ziren ikerketa horretan. Zoologoien teoriak ere astindu zituzten dinosaurioen fosilek.

Liburu honek jende horren guztiaren historia kontatzen du, fosilzaleena geologoena eta zoologoena. Dinosaurioen aztarnak aurkitzeko eta ia harrapatzeko lasterketa bat jarri zen martxan, eta, horrekin batera, fosilen interpretazioa egitekoa ere bai.

Izen handi asko azaltzen dira dinosaurioen fosilei lotuta. William Buckland apaizak, esate

baterako, dinosaurioen aurkikuntza Bibliaren interpretaziora egokitu nahi izan zuen; James Parkinsonek (Parkinsonen gaixotasuna lehen aldiz deskribatu zuen medikua eta Geological Society erakundearen sortzailetako bat) fosilak noizkoak ziren jakiteko erreferentzia-sistema zehazteko lanean hartu zuen parte; Zoologiako aditu handienetako bat, Georges Cuvier frantsesa, ingelesak aurkikuntzen eta espekulazioen epaile izan zen; eta beste adibide asko dago.

Nolanahi ere, aipagarrienak bi izen izan ziren: Gideon Mantell eta Richard Owen. Biak izan ziren adituak dinosaurioen hezurren ikerketan, eta zientziaren historian izan den norgehiagoka ezaunetako batean aritu ziren. Gaur egun, Oweni ematen zaio garrantzi gehien, hura izan baitzen *dinosaurio* hitza asmatu eta zabaldu zuena.

Ezin ahaztu beste izen handi bat: Charles Darwin. Eboluzioaren aitzak garrantzia du kontakizun honetan, ez dinosaurioen fosilak bilatzeagatik edo aztertzeagatik, baizik eta haiek ulertzeko teoria sendo bat garatu zuelako. Hala ere, Darwinek beldurra zion, adibidez, Owenen iritzia. Eta bazuen horretarako arrazoirik; hasieran, Owen Darwinen aldekoa bazen ere, ezin zituen onartu teoriak zituen azken ondorioak. Eta *dinosaurio* hitzaren asmatzaileak indar handia zuen XIX. mendeko zientzian. ●

i

Los Cazadores de Dinosaurios

Deborah Cadbury
Ediciones Península
224 x 150 mm
ISBN: 84-8307-518-0
Jatorrizko izenburua:
The Dinosaur Hunters

Zuzenketa: Otsaileko liburutegian (272 zenbakian) *Gizonaren neurketa okerra* Elhuyar Fundazioak argitaratu duela esan genuen; Ez da zuzena; Klasikoak argitaletxeak argitaratu du.

SATORRAK

dani fano ILARGIAN

II. EKITALDIA, II. ESZENA. HOMO SAPIENS KANPALEKUA.





Ilargiaren efemerideak

- 1** 02:57an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrarekin.
- 4** 20:47an, inauterietako Ilberria. Iaz, otsailaren 14an izan zen inauterietako Ilberria.
- 6** 07:34an, apogeoetik pasatuko da (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik handiena): 406.587 km.
23:43an, konjuntzio geozentrikoan Jupiterrekin 6,5°-ra.
- 12** 23:45ean, Ilgora.
- 13** 11:54an, beheranzko nodotik pasatuko da.
- 14** Gutxieneko librazioa longitudean ($l = -8,05^\circ$).
- 19** 18:10ean, Ilbetea.
18:51n, perigeotik pasatuko da. (Ilargiaren eta Lurraren arteko distantziarik txikiena): 356.601 km. Perigeo honetan, Ilargiaren eta Lurraren arteko distantzia urteko txikiena da. Ilbetea handiagoa ikusiko dugu, beraz. Marea bizienak ere orduan izango ditugu. Eguraldi ona eginez gero (presio altuak), itsasbehera oso behean izango da. Eguraldi txarra eginez gero (presio baxuak), berri, itsasgora oso goian izango da.

Beste efemeride batzuk

- 1** Asteartea. Eguerdian, 2.455.622. egun juliotarra hasiko da; Kristo aurreko 4713ko urtarilaren 1eko eguerditik igaro diren egunak dira horiek. Kalkulu astronomikoak erazago 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.
- 12** Eguzkia, itxuraz, Piscis konstelazioan sartuko da ($351,46^\circ$).
- 20** Astrologiaren arabera, Eguzkia Ariesen sartuko da (0°).
- 25** Urtarrilaren 25etik apirilaren 15era, Birjinida izar iheskorren maximoa.
- 27** Europako Batasuneko herrialdeak udako ordutegian sartuko dira. Ordutegi horrekin jarraituko dugu urriaren 30era arte.

- 20** Gehienezko librazioa latitudean ($b = 6,51^\circ$).
Ilargiaren Ipar polotzat jotzen den kratera ikusi ahal izango da: Peary kratera.
19:27an, konjuntzio geozentrikoan Saturnorekin $8,0^\circ$ -ra.
23:20an, martxoko ekinozioa; udaberriaren hasiera Ipar hemisferioan.
- 25** 21:09an, goranzko nodotik pasatuko da.
- 26** Gehienezko librazioa longitudean ($l = 7,59^\circ$).
12:08an, Ilbehera.
- 31** 13:26an, konjuntzio geozentrikoan Artizarrarekin.

martxoa 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	31			

Planetak

Ikusgaiak

Goizez: Artizarra eta Saturno.
Arratsalde: Merkurio (hilaren 10etik aurrera) eta Jupiter.
Gauetz: Saturno.

Merkurio

Hilaren 10ean, ilunabarreko zeruan agertuko da berriro. Mendebaldeko horizontearen gainean ikusi ahal izango da, Eguzkia sartu eta berrogei minutura. Hilaren 23an izango du elongaziorik handiena, Eguzkitik ekialdera ($18,6^\circ$). 23 eta 01h bitarteko igoera zuzena. -07° eta $+12^\circ$ bitarteko deklinazioa. Aquariusen eta Piscisen zehar igaroko da. Magnitudea $-1,7$ tik $1,1$ era aldatuko zaio. Hilaren 15ean, arratsaldearen bukaeran, Jupiterren ondoan ikusi ahal izango dugu.

Artizarra

Hilaren 1ean, Eguzkia baino bi ordu eskas lehenago aterako da, eta, hilaren 31n, ordubete lehenago. Haren eguzki-elongazioa 41° -tik 35° -ra jaitsiko da. Hilaren 1ean eta

31n, konjuntzioan Ilbeherarekin. 60 mm eta 100 handipeneko tresna batekin, esfera konkordun baten itxura hartuko diogu. 20 h eta 22 h bitarteko igoera zuzena. -19° eta -11° bitarteko deklinazioa. Sagittariusen hasiko du hila, ondoren Capricornusera igaroko da, eta Aquariusen amaituko du azkenik. Magnitudeak behera egingo du pixka bat, $-4,1$ etik $-4,0$ ra.

Marte

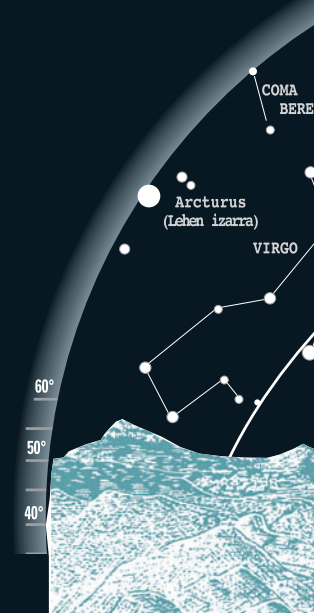
Ezin izango zaio behatu hil honetan ere. Aquarius konstelaziotik Piscis konstelaziora igaroko da. Hortaz, hurrengo urteko maiatzera arte (goizez) ez dugu ikusiko. 22 eta 24 h bitarteko igoera zuzena. -09° eta -02° bitarteko deklinazioa. Aquariusetik Piscisera aldatuko da. Magnitudea $-1,3$ tik $1,4$ ra jaitsiko zaio.

Jupiter

Ekliptikaren inklinazioa dela eta, hilaren lehen erdian ere ikusteko aukera izango dugu. Ondoren, ezin izango dugu ikusi, apirilaren 6an goi-konjuntziora iritsiko baita.

Zerua

2011ko martxoaren 15eko 23:30ekoa



Ekialdea

Behatzeko proposamena

Begi hutsez:

Hilaren 1ean eta 31n, Artizarra Ilargitik (ilbeheran) oso gertu ikusi ahal izango da, egunsentia baino ordu bate lehenago. Posizio horretan, erraz jarraitu ahal izango zaio, baita Eguzkia atera eta gero ere. Prismatikoekin ez dago zailtasunik, eremu beraren barruan egongo baitira bi astroak.

Hilaren 2an, Perseuseko Algol izar aldakorren distira minimoa; 3,3ra iritsiko da haren magnitudea. Hileko gainerako minimoak 5ean, 7an, 10ean, 13an, 16an, 19an, 22an, 25ean, 27an eta 30ean izango dira. Maximoan, 2,1eko distira du; beraz, erraz ikusiko da begi hutsez hirietako erdipurdiko zeruetan ere. Horrela, errazagoa da izarrari jarraipena egitea. Haren distira-aldaketa egiaztatzeko, hurbileko Almach (Gamma Andromeda) izarrarekin erka daiteke; 2,1eko magnitudearekin, egonkorra da Almach.

Hilaren 4an, Delta Cephei izar aldakorren distira maximoa; magnitudea 3,5etik 4,4ra aldatzen zaio 5,37 egunean behin. Hilaren 9an, 15ean, 20an, 25ean eta 31n 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 13an, 20an eta 27an izango dira beste maximoak.

Hilaren 10an, arratsaldearen bukaeran, Ilargia (ilgoran) Pleiadeen kumuluaren ondoan ikusi ahal izango da, mendebaldeko horizontearen gainean.

Hilaren 11n, arratsaldearen bukaeran, Ilargia (ilgoran) Pleiadeen eta Hiadeen kumuluen ondoan ikusi ahal izango da.

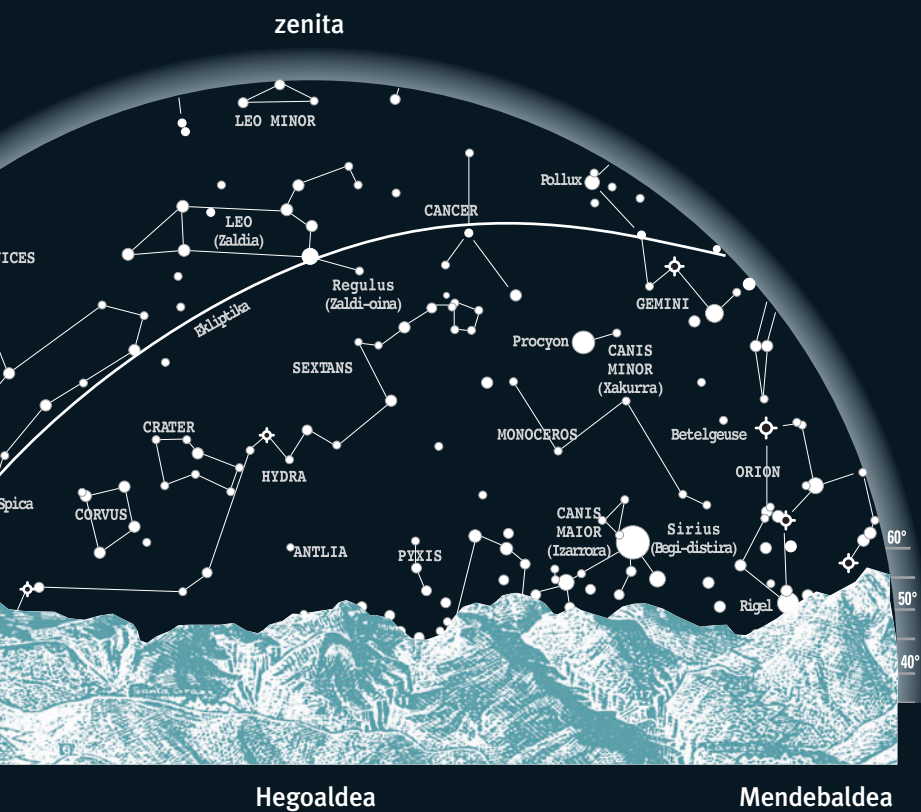
Hilaren 19an, urteko ilbete handienak bat egingo du Perigeo hurbilenarekin, eta, ondorioz, marea biziak izango ditugu.

Teleskopioarekin:

Hilaren 5ean, 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, Saturno ikusi ahal izango dugu, bai eta haren itzala ere eratzun ipar-mendebaldean, eta haren satelite garrantzitsuenak: Titan (8,3ko magnitudea), Rhea (9,7), Tethys (10,2), Dioné (10,3) eta Encelade (11,7).

* Hilaren 27ra arte, ordu bate gehitu denbora zibila jakiteko. Egun horretatik aurrera, bi ordu gehitu.



00 eta 01 h bitarteko igoera zuzena. +02° eta +04° bitarteko deklinazioa. Baleatik (Cetus) Piscisera igaroko da. Magnitudea pixka bat jaitsiko zaio, -2,1etik -2,0ra.

Hilaren 15ean, arratsaldearen bukaeran, Merkurioren ondoan ikusi ahal izango dugu.

Saturno

Eguzkia sartu eta hiru ordura aterako da hilaren 1ean, eta Eguzkia sartu eta minutu batzuetara hilaren 31n. Virgo egongo da Saturno, eta apirilaren 3an oposizioan egongo da ia. Hari behatzeko kondizioak bikainak izango dira. Hilaren erdialdera, 0,4ko magnitudeko distira izango du hegoaldeko horizontetik 40°-ra baino gehiagora, gauaren bigarren erdian. Saturnoren inklinazioa 9°-tik gertu egongo da, eta haren diskoak eratzun ipar-mendebaldean egiten duen itzala hilaren bukaeran desagertuko da. 13 h-ko igoera zuzena. -03°-ko deklinazioa. Hil osoan Virgo izango da. Magnitudea 0,4tik 0,3ra aldatuko zaio.

Hilaren 5ean, 01:48an, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebalde.

Hilaren 13an, 03:37an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Hilaren 20an, 23:21ean, Titan elongaziorik handienean planetatik mendebalde.

Hilaren 29an, 01:07an, Titan elongaziorik handienean planetatik ekialdera.

Urano

Hil honetan ere ezingo dugu ikusi; hilaren 21ean, konjuntzioan egongo da Eguzkiarekin. 00 h-ko igoera zuzena. -01°-ko deklinazioa. Piscis 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. 8,0ko magnitudeari eutsiko dio.

Megahiriak



Munduko biztanleen erdia baino gehiago hirietan bizi da. Eta, hirietan bizi direnen artean, ia hamarretik bat megahirietan bizi da; hau da, 10 milioi biztanletik gora dituzten hirietan. 21 megahiri daude munduan, Nazio Batuen arabera. Megahiriaren eta hiri handien arteko desberdintasuna ez da kuantitatiboa bakarrik; kualitatiboa ere bada, bai azpiegitura- eta kudeaketa-ezaugarriek dagokienez, bai eta ezaugarri horiek sor ditzaketen arazoei dagokienez ere. ARG.: ROSEVITE/MORGUEFILE.



Rolf Heuer CERNeko zuzendaria

Rolf Heuer alemaniarra LHC azeleragailuaren jarduerari buruzko erabakiak hartzen ditu; 2013ko abendura arte izango da CERNeko zuzendari nagusia. Azken erabakia da 2012ko abendura arte ez dutela geldialdirik egingo LHCre jardueran, ordurako espero baitute argitzea Higgs bosoiaren existentzia den edo ez. ARG.: JON URBE/ARGAZKI PRESS.



Txernobil hemen eta orain

Txernobilgo hondamendia gertatu zenetik 25 urte beteko dira. Denbora hori guztia igaro den arren, ondorioak ez dira desagertu, eta ez bakarrik han bertan. Gure ingurura ere iritsi ziren ondorioetako batzuk, eta oraindik irauten dute. Horien artean daude zentral nuklearrak egin behar izan zituzten aldaketak, segurtasun-neurriak areagotzeko; baina badira beste batzuk ez hain agerikoak, hala nola erradioaktibitatearen eragina pairatzen duten haurrei laguntzeko egitasmoen sorrera. ARG.: NICHOLAS LATIVY/© ESKUBIDE BATZUK ERRESERBATUTA

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

Zenbaki honetako kolaboratzaileak: Dani Fano, Nagore Irazabal, Igor Leturia, Josetxo Minguez (Aranzadi Zientzia Elkartea), Juan Ignacio Pérez.

Jatorrizko diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azalaren diseinua: BLANCO soluzio grafikoak

Azaleko argazkia: © iStockphoto.com/Pedro Sala; Juan Luis Blanco

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 esanena 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



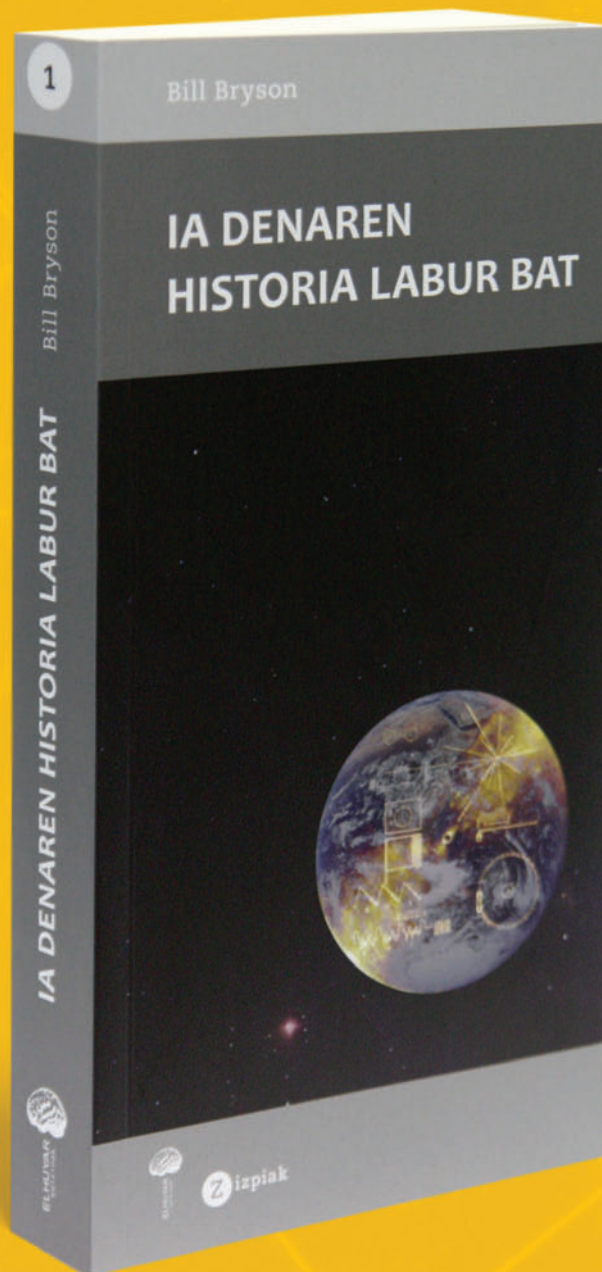
**BFA
DFB**
Bizkaiko Foru
Aldundia
Diputación
Foral de Bizkaia



kutxa

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

ZIENTZIAZ GØZATZEA DENEØN E5KU



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



Ez dago arrazoi bakarra